

## ویژگی‌های آمادگی جسمانی و فیزیولوژیکی زنان تکواندوکار حرفه‌ای سبک‌های کیوروگی و پومسه

ساناز میرمحمدی<sup>✉</sup>، حجت‌الله نیک‌بخت<sup>۲</sup>، خسرو ابراهیم<sup>۲</sup>

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی محض، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۲. استاد فیزیولوژی ورزش، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۳. استاد فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه شهید بهشتی

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۸/۱۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۱۱/۲۴

## چکیده

**هدف پژوهش:** هدف از تحقیق حاضر توصیف و مقایسه‌ی منتخبی از ویژگی‌های آمادگی جسمانی و فیزیولوژیکی تکواندوکاران حرفه‌ای دختر در دو سبک پومسه و کیوروگی بود. **روش پژوهش:** بدین منظور از دختران تکواندوکار حرفه‌ای شهر تهران تعداد ۱۲ نفر از سبک کیوروگی و ۱۲ نفر از سبک پومسه در دامنه‌ی سنی ۲۵ الی ۳۰ سال به عنوان آزمودنی انتخاب شدند. ویژگی‌های تیپ بدنی به روش هیث-کارت و درصد چربی به روش چین پوستی هشت نقطه‌ای تعیین شد. همچنین از آزمودنی‌ها آزمون‌های انعطاف‌پذیری، پرش سارجنت، چابکی، پاسخ بینایی، تعادل پویا، بیپ تست و آزمون وینگیت برای ارزیابی ویژگی‌های مختلف فیزیولوژیکی و آمادگی جسمانی به عمل آمد. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون آماری کولموگوروف اسمیرنوف تعیین گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آماری تی-مستقل در سطح معنی‌داری ( $p \leq 0.05$ ) استفاده شد. **نتایج:** یافته‌ها نشان داد که بین متغیرهای تیپ بدنی، ترکیب بدنی، انعطاف‌پذیری، عکس‌العمل دیداری، تعادل پویا و توان انفجاری پاها و ظرفیت هوازی در دو سبک تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ( $p > 0.05$ )، اما در متغیرهای پرش درجا، چابکی و میانگین توان بی‌هوازی، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود دارد ( $p < 0.05$ ). ظرفیت هوازی ( $31.7$  در مقابل  $27.9$  میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) و میانگین توان بی‌هوازی ( $5.6$  در مقابل  $4.7$  وات‌کیلوگرم) در گروه کیوروگی بهتر از گروه پومسه بود. **نتیجه‌گیری:** با توجه به یافته‌های این پژوهش می‌توان چنین برداشت کرد که گونه‌ی پیکری ورزشکاران تکواندو از نوع مزومورفی است که ویژگی‌های اکتومورفی را نیز دارند. همچنین ویژگی‌های مختلف فیزیولوژیکی و آمادگی جسمانی تکواندوکاران سبک کیوروگی و پومسه غیر از چابکی، میانگین توان بی‌هوازی و توان انفجاری اندام تحتانی تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند، هرچند گروه کیوروگی در اغلب فاکتورهای اندازه‌گیری شده وضعیت بهتری داشتند.

کلیدواژه‌ها: چابکی، عکس‌العمل، انعطاف‌پذیری، پرش عمودی

## Physiological and Physical Fitness Characteristics of Professional Women Taekwondo Athletes in Kiurogi and Poomsae Styles

### Abstract

**Purpose:** The purpose of this study was to describe physical fitness and physiological characteristic of professional female athletes in two Taekwondo styles: Kiurogi and Poomsae. **Methods:** Twenty for professional Taekwondo female athletes (25-30 yrs.) were selected in two styles of Kiurogi (N= 12) and Poomsae (N= 12). Their body type was determined by Heath-Carter method and 8-point skin fold method was used to measure body fat percent. To determine their physical fitness and physiological Characteristics, subjects performed Flexibility, Sargent jumping, agility, visual response, dynamic balance, beep test and Wingate tests. Kolmogorov-Smirnov test was used as normality test. Independent t-test was used for statistical analysis Also, ( $P < 0.05$ ) was used for statistical significance. **Results:** There were no significant differences in physical type, body composition, flexibility, visual response, dynamic balance, lower extremity explosive power and aerobic capacity between two styles ( $P > 0.05$ ), but they had significant differences in vertical jump, anaerobic power and agility ( $P < 0.05$ ) also aerobic ( $31.7$  v  $27.9$  ml/kg/min) and mean anaerobic ( $5.6$  v  $4.7$ ) capacities was higher in Kiurogi compared to poomse group. **Conclusion:** The results showed that mesomorphy is the dominant body type in Taekwondo athletes whereas ectomorphy features could also exist as submissive. Furthermore, various physiological and physical fitness characteristics of Professional female taekwondo athletes in both Kiurogi and Poomsae styles were not significantly different except for agility, mean anaerobic power and lower body explosive power, although the Kiurogi group was in a better condition in most of the evaluated parameters.

**Keywords:** Agility, Reaction, Flexibility, Vertical jump

✉ نویسنده مسئول: ساناز میرمحمدی تلفن: ۰۹۱۲۴۱۵۴۴۷۲

تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

پست الکترونیکی: sania\_5151@yahoo.com

## مقدمه

اجرای بهینه و مطلوب مهارت‌های ورزشی، ناشی از تعامل پیچیده عوامل فیزیولوژیکی، آنتروپومتریکی، روان‌شناختی و زیست‌حرفتی با یکدیگر است (۱). مهم‌ترین عوامل برای موفقیت در ورزش‌های مختلف شامل بدنسازی، مهارت‌های تاکتیکی، تکنیکی، توانایی‌های روانی و تجربه ورزشکاران می‌باشند (۲، ۳). عملکرد ورزشکاران نخبه‌ای که در رشته‌های ورزشی مختلف به فعالیت می‌پردازند را به طور کلی می‌توان ناشی از دو عامل دانست: یک عامل مربوط به سطح تمرین این ورزشکاران و سازگاری‌های صورت‌گرفته به واسطه آن‌ها بوده و دیگری مربوط به عوامل ژنتیک و استعدادهای بالقوه خود فرد می‌باشد. در این میان ویژگی‌های فردی (ژنتیکی) آنان را تا حدی می‌توان از طریق بررسی ویژگی‌های آنتروپومتریکی و سازگاری‌های عملکردی حاصل از تمرین را با استفاده از آزمون‌های عملکردی تشخیص داد. با توجه به پذیرش اصل تأثیر عوامل آنتروپومتری، بیومکانیکی و تیپ بدنی در بهینه کردن اجرای مهارت‌های ورزشی، محققان علوم ورزشی همواره درصدد شناسایی عوامل مذکور و به‌کارگیری آن در طراحی برنامه‌های تمرینی برای تأثیرپذیر کردن اجرای مهارت هستند. در بسیاری از تحقیقات دیده شده که ورزشکاران نخبه هر رشته ورزشی، خصوصیات آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی ویژه‌ای دارند (۴). تکواندو از لحاظ لغوی هنر استفاده از دست و پا است که امروزه به عنوان یکی از ورزش‌های المپیکی مطرح است. اجرای ورزش تکواندو یک فعالیت تناوبی<sup>۱</sup> است که به وسیله دوره‌هایی با سرعت بالا و متناوب و شدت کم شناخته شده است و فرضیه محققین این است که توان انفجاری و عملکرد بی‌هوازی ممکن است با اجرای موفق در تکواندو مرتبط باشد (۵). تکواندو به دو سبک کیوروگی (مبارزه) و پومسه (فرم) تقسیم می‌شود. مسابقات کیوروگی به طور معمول در سه نوبت دو دقیقه‌ای و با فاصله یک دقیقه استراحت بین هر نوبت با توجه به طبقه‌بندی اوزان اجرا می‌شود. مسابقات لیگ در بخش پومسه استاندارد، سه مسابقه در طی روز است و در هر مسابقه یک فرم اجرا می‌شود، مدت هر فرم پایین‌تر از دو

دقیقه است و زمان استراحت مشخصی بین هر مسابقه وجود ندارد؛ فراخوانی بازیکنان برای هر مسابقه بر اساس حروف الفبا است و طبقه‌بندی وزن در آن دخیل نیست. عملکرد در تکواندو به عوامل تکنیکی، تاکتیکی، ویژگی‌های روانی، جسمانی، فیزیولوژیکی بستگی دارد. این عوامل در مسابقات بسیار تعیین‌کننده هستند (۶، ۷). ورزشکاران موفق تکواندو در رقابت‌های ملی در مقایسه با ورزشکاران کمتر حرفه‌ای، سرعت، چابکی، توان انفجاری و آستانه لاکتات بالاتر و ضربان قلب پایین‌تری دارند (۸). داشتن چنین ویژگی‌های فیزیولوژیکی و پیکر سنجی در ورزشکاران تکواندو بسیار مهم است (۸)؛ در همین راستا کاظمی و همکاران (۲۰۱۰) اعلام کردند که برخورداری از آمادگی بدنی بالا، داشتن تیپ بدنی مطلوب و درصد چربی مناسب، از اصلی‌ترین عوامل تعیین‌کننده در رشته تکواندو است (۹). تحقیقی روی ۱۶ نفر از ورزشکاران زن تکواندو ترکیه‌ای که در سطح بین‌المللی و ۱۶ نفر از کسانی که عضو تیم ملی نبودند انجام شد. مقادیر سوماتوتایپ با استفاده از روش هیث کارتر اندازه‌گیری شد و مشاهده شد که در هر دو گروه تمایل به سمت تیپ بدنی مزومورفی-اکتومورفی دارند، با این تفاوت که این تمایل در افراد نخبه بین‌المللی بیشتر می‌باشد (۱۰). جنسیت عامل تعیین‌کننده‌ای در درصد چربی و تجمع بافت چربی ورزشکاران است؛ برای مثال دوندگان ماراتون یا شناگران درصد چربی کمی دارند که زنان در مقایسه با مردان درصد چربی بیشتری دارند؛ اگرچه همیشه از لحاظ آماری چشمگیری نیست (۲، ۳). ورزشکاران زن تکواندو در مقایسه با مردان هم‌سطح خود چربی بیشتری دارند. در سطح نخبه ورزشکاران مرد بزرگسال تکواندو نسبت به زنان درصد چربی کمتری دارند (۱۱). توان بی‌هوازی نیز از عوامل فیزیولوژیکی مهم در تکواندوکاران است. در مسابقات تکواندو رقابت‌کننده‌ها به طور مکرر دوره‌های کوتاهی از حمله و دوره‌های بلندتر مکث را با میانگین نسبت ۱: ۲ و ۱: ۷ را اجرا می‌کنند که نیاز بالایی به مسیر متابولیسم بی‌هوازی را نشان می‌دهد. ۶۳ ورزشکار تکواندوکار مرد نوجوان نخبه المپیک لهستانی در مطالعه‌ای شرکت کردند. (۱۲). ظرفیت

بی‌هوازی عضلات آنان از طریق آزمون وینگیت اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که اوج توان مدال‌آوران  $1/41 \pm 8/57$  وات بر کیلوگرم بود و کسانی که مدال کسب نکردند  $1/24 \pm 8/68$  وات بر کیلوگرم بود (۳). در تحقیق دیگری بر روی ۲۳ نفر از ورزشکاران تکواندو تیم ملی چک (۱۱ مرد و ۱۲ زن) میانگین درصد چربی  $8/2 \pm 3/1$  درصد گزارش شد. همچنین میزان پرش عمودی با استفاده از آزمون پرش اسکوات ۴  $45/4 \pm$  سانتیمتر، عکس‌العمل بصری بالاتنه  $196 \pm 16/4$  و پایین‌تنه  $224 \pm 25$  میلی‌ثانیه، اکسیژن مصرفی بیشینه با استفاده از نوارگردان  $4/4 \pm 52/9$  میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه و توان بی‌هوازی  $1/3 \pm 14/7$  وات بر کیلوگرم اعلام شد (۱۲).

با توجه به تحقیقات انجام‌شده و با توجه به سبک‌های تکواندو، هر کدام ویژگی‌های خاص خود را نیاز دارند. با در نظر گرفتن ضرباتی که در تکواندو در سبک کیوروگی رد و بدل می‌شود این رشته نیازمند عواملی مانند انعطاف‌پذیری (۱۳، ۱۴) در سطح بالا به ویژه در اندام تحتانی است به دلیل اینکه ضربات پا باید به نرمی زده شود و به علاوه ضربات حتماً به اهداف خاصی مانند صورت حریف برخورد کند. در سبک پومسه نیز انعطاف‌پذیری بالا نیاز است تا زیبایی حرکات را نشان دهد، اما ضربه هرچه بالاتر باشد از امتیاز و زیبایی بیشتری برخوردار است. فاکتور بعدی قدرت و سرعت بالا است (۱۵)، به طوری که ضربات باید با قدرت و سرعت هر چه تمام و در کوتاه‌ترین زمان ممکن زده شود که ترکیب این موارد منجر به توان انفجاری پاها می‌شود که در سبک کیوروگی بیشتر مورد نیاز است. به دلیل اینکه هر چه زمان باز شدن پاها کمتر و با قدرت و سرعت بیشتری به حریف اصابت شود نشان‌دهنده برتری بازیکن است و اینکه در سبک کیوروگی ضربات پرشی بیشتری رد و بدل می‌شود؛ در صورتی که در سبک پومسه ضربات پرشی نداشته و حریفی وجود ندارد که ضربات به حریف نشان‌دهنده برتری باشد. عامل مهم بعدی تعادل است که در تکواندو به تعادل پویا نیاز است (۱۶، ۱۷) تا موقع اجرای ضربات و حرکات همزمان با اجرای درست و زیبا و بدون هیچ گونه لغزشی کار خود را به

بهترین شکل انجام دهند. سرعت عمل (۹) و عکس‌العمل دیداری (۱۸) از دیگر عوامل مورد نیاز و مهم ورزشکاران تکواندو است، زیرا باید در کوتاه‌ترین زمان به حمله طرف مقابل پاسخ دهند تا امتیاز را از آن خود کنند که این عامل اغلب مورد نیاز سبک کیوروگی است و در سبک پومسه به دلیل اینکه حرکات از قبل تعیین‌شده است کاربرد خاصی ندارد. فاکتور بعدی چابکی (۱۹) است که باید در سبک کیوروگی سریع‌ترین حالت ممکن جابه‌جایی پاها و تغییر وضعیت بدن و تغییر مسیر را داشته باشند تا از حمله و ضدحمله به‌موقع باز نمانند، اما در سبک پومسه چابکی به اندازه سبک کیوروگی مشهود نیست، زیرا جابه‌جایی پاها و تغییر مسیر ناگهانی در پومسه نداشته و فقط یک سری حرکات متوالی و از قبل پیش‌بینی‌شده است، در حالی که در کیوروگی حرکات از قبل پیش‌بینی نشده است و با توجه به حرکات حریف باید جابه‌جایی و تغییر مسیر داشته باشیم. با توجه به مطالب گفته‌شده به دلیل اینکه نحوه اجرا، اهداف، سطح استرس و شدت فعالیت و زمانبندی مسابقات در دو سبک کیوروگی و پومسه با یکدیگر متفاوت است، به نظر می‌رسد این تفاوت‌ها در بلندمدت منجر به سازگاری بیشتر برخی از قابلیت‌های فیزیولوژیکی با توجه به نیازهای هر سبک شود که احتمالاً ریشه در تفاوت‌های احتمالی آنتروپومتریکی و تیپ بدنی ورزشکاران آن سبک داشته باشد که با شناخت این تفاوت‌ها برنامه‌های تمرینی خاصی برای هر گروه پیش‌بینی و تدوین شود، لذا با توجه به اهمیت این موضوع برای برنامه‌ریزی‌های تمرینی آتی و نیز به‌کارگیری در برنامه‌های استعدادیابی این سبک‌ها و اینکه بر اساس جستجوی‌های انجام‌شده، تاکنون تحقیقی در این زمینه انجام نشده، تحقیق حاضر انجام شد تا ضمن ارزیابی ویژگی‌های آمادگی جسمانی و فیزیولوژیکی ورزشکاران تکواندو در دو سبک کیوروگی و پومسه، تفاوت احتمالی این فاکتورها را مورد بررسی قرار دهد.

## روش پژوهش

نمونه‌های پژوهش

جامعه آماری این تحقیق شامل ورزشکاران دختر جوان تکواندو تهران بود که در سطح حرفه‌ای در دو بخش کیوروگی و پومسه کار می‌کردند. پس از پخش اطلاعیه انجام تحقیق و اطلاع‌رسانی به همه افراد، از بین ورزشکارانی که مایل به مشارکت در تحقیق بودند تعداد ۲۴ نفر به صورت تصادفی انتخاب شدند؛ در همین راستا ابتدا دو گروه ۱۲ نفری از ورزشکاران سطح بالای تکواندو (قهرمانان در سطح لیگ کشور و قهرمانان ملی) از دو سبک کیوروگی و پومسه در دامنه سنی ۲۵ الی ۳۰ سال شهر تهران را انتخاب کرده و پس از اخذ موافقت از آزمودنی‌ها و پیش از انجام آزمون‌ها و سنجش عوامل، آزمودنی‌ها با اهداف این تحقیق آشنا شدند و فرم رضایت‌نامه شرکت در تحقیق به وسیله ورزشکاران تکمیل گردید.

## پروتکل پژوهش

با توجه به اینکه در این تحقیق ویژگی‌های جسمانی ورزشکاران تکواندو مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت، لذا ورزشکاران حداقل از ۲۴ ساعت قبل از آزمون‌ها از انجام فعالیت شدید بدنی و مصرف هر گونه دارویی منع شدند. حداقل مدت زمان در نظر گرفته شده بین آخرین وعده غذایی تا زمان انجام اندازه‌گیری‌ها ۲ ساعت بود. آزمون‌ها در دو روز جداگانه در محل آکادمی ملی المپیک انجام شد. در اولین جلسه، شاخص‌های آنتروپومتریک و همه شاخص‌های آمادگی جسمانی غیر از ظرفیت هوازی اندازه‌گیری شد. در جلسه دوم با فاصله سه روز بعد آزمودنی‌ها برای اندازه‌گیری ظرفیت هوازی به آکادمی ملی المپیک مراجعه کردند.

در جلسه اول اندازه‌گیری‌های پیکرسنجی بر اساس روش‌های آنتروپومتری تجویز شده از سوی انجمن بین‌المللی پیشبرد آنتروپومتری (ایساک)<sup>۲</sup> انجام شد و در نهایت محاسبه سوماتوتایپ از روش هیث کارتر<sup>۳</sup> استفاده شد. برای برآورد درصد چربی به وسیله فرمول تعیین شده (۲۰) از روش چین پوستی هشت نقطه استفاده شد. این اندازه‌گیری‌ها

شامل ۸ چین پوستی (پشت بازو، جلو بازو، پهلو، شکم، زیر کتف، ران، بالای سستبغ خاصره، ساق پا (و دو پهنا) پهناهای استخوان بازو، پهناهای استخوان ران بود (۲۱). اندازه‌گیری دور بازو در دو حالت شل و منقبض انجام شد. همچنین اندازه‌گیری وزن (سکا با دقت ۱۰۰ گرم)، قد (سکا با دقت ۰/۱ سانتیمتر) در حالت ایستاده و نشسته انجام شد. در نهایت بعد از ۱۰ تا ۱۵ دقیقه گرم کردن یکسان و عمومی با توجه به رشته تکواندو، سنجش عوامل آمادگی جسمانی صورت پذیرفت. روز انجام آزمون، آزمودنی‌ها ساعت ۸ صبح در آکادمی المپیک حضور پیدا کردند و پس از تکمیل فرم مشخصات فردی و رضایت‌نامه، ویژگی‌های جسمانی آن‌ها شامل قد، وزن، طول تنه و اندام تحتانی با حداقل لباس و بدون کفش اندازه‌گیری شد. سپس چین پوستی ۸ نقطه از پشت بازو، جلو بازو، خاصره، شکم، پهلو، جلوی ران، زیر کتف، قسمت داخلی ساق پای آزمودنی‌ها با کالیپر (اسلیم گاید)<sup>۴</sup> و پهناهای استخوان‌ها (آرنج و زانو) با کولیس و محیط‌ها شامل دور ساق پا، دور بازو در حالت شل و منقبض با متر نواری (لوفکین<sup>۵</sup>، مدل PM۶۰۶W، آمریکا) توسط فرد متخصص انجام شد. سپس به آزمودنی‌ها اجازه داده شد تا ۱۰ تا ۱۵ دقیقه گرم کنند و بعد از آن آزمون‌های نشستن و رساندن دست‌ها به جلو<sup>۶</sup> جهت اندازه‌گیری انعطاف‌پذیری (۲۲)، پرش سارجنت<sup>۷</sup> جهت اندازه‌گیری توان انفجاری اندام تحتانی به این صورت که از آزمودنی خواسته شد تا به پهلو در کنار دیواری که با استفاده از متر و برحسب سانتیمتر مشخص شده است قرار گرفته و با پرش دست خود را تا حد ممکن بالا برده و دستگاه عدد را ثبت می‌کند (۲۳). آزمون تی جهت اندازه‌گیری چابکی به این صورت است که این آزمون دو مسیر موازی ۱۰ متری است که به صورت دو خط افقی و عمودی است و خط افقی به دو قسمت ۵ متری تقسیم شده است و در این آزمون آزمودنی ۱۰ متر به حالت دویدن به جلو رفته و سپس حرکت تی به صورت پای پهلو ۵ متر به راست و سپس ۱۰ متر به چپ و مجدداً ۵ متر به راست و در انتها با دویدن به پشت از نقطه شروع می‌گذرد (۲۴). عکس‌العمل دیداری با استفاده از دستگاه ساتراپ جهت

داده‌ها از آمار استنباطی تی-مستقل<sup>۱۳</sup> در سطح معنی‌داری  $P < 0/05$  برای مقایسه داده‌های دو گروه استفاده شد.

### نتایج

ویژگی‌ها و مشخصات توصیفی تیپ و ترکیب بدن (میانگین  $\pm$  انحراف استاندارد) به تفکیک سبک‌های کیوروگی و پومسه در جدول ۱ مشخص شده است. ویژگی‌های تیپ و ترکیب بدن در دو گروه تحقیق با روش‌های آماری مقایسه و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. پس از اطمینان از طبیعی بودن داده‌ها، نتایج آزمون t مستقل نشان داد که بین متغیرهای مورد نظر تیپ و ترکیب بدنی در دو گروه کیوروگی و پومسه تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود.

ویژگی‌های آمادگی جسمانی و فیزیولوژیکی (میانگین  $\pm$  انحراف استاندارد) به تفکیک کیوروگی و پومسه در جدول ۲ مشخص شده است. بر اساس این نتایج گروه پومسه وضعیت بهتری در انعطاف‌پذیری نسبت به گروه کیوروگی داشتند، ولی این برتری از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد ( $p=0/29$ )، اما از نظر چابکی گروه کیوروگی نتایج بهتری به دست آوردند که این اختلاف بین دو گروه از نظر آماری معنی‌دار بود ( $p=0/01$ ). برتری گروه کیوروگی در عامل عکس‌العمل نیز جزو نتایج تحقیق حاضر بود، ولی تفاوت زمانی دو گروه از نظر آماری معنی‌دار نبود ( $p=0/68$ ). بقیه نتایج در جدول ۲ ارائه شده است.

اندازه‌گیری زمان عکس‌العمل به این صورت انجام شد که آزمودنی‌ها روی صفحه وسط دستگاه عکس‌العمل و روبه‌روی نمایشگر ایستاده و با روشن و خاموش شدن چراغ روی خانه مورد نظر پریدند و نتایج آن توسط دستگاه به ثبت رسید (۲۵) و آزمون تعدیل‌شده بس<sup>۸</sup> جهت اندازه تعادل پویا انجام شد که در ابتدا آزمودنی روی پای راست در محل شروع ایستاد و با یک جهش با پای چپ روی اولین مربعی که روی زمین مشخص شده بود پرید و در حالت تعادل ایستا به مدت پنج ثانیه در همان حالت ثابت باقی ماند و با یک جهش با پای راست روی مربع دوم پرید و مجدداً مراحل قبل تکرار شد و پاهای به تناوب تعویض شد تا به خانه دهم برسد (۲۶). آزمودنی‌ها بعد از انجام آزمون‌های قبلاً گفته‌شده ۲۰ تا ۳۰ دقیقه استراحت داشتند. از آزمون شاتل ران<sup>۹</sup> یا همان بیپ تست<sup>۱۰</sup> به منظور اندازه‌گیری ظرفیت هوازی به صورت میدانی استفاده شد. برای اجرای این آزمون یک مسیر ۲۰ متری مستقیم در نظر گرفته شد و ابتدا و انتهای مسیر با مخروط علامت‌گذاری شد و آزمودنی‌ها در نقطه شروع ایستاده و مسافت ۲۰ متر را با سرعت پایین طی کرده و با شنیدن صدای بیپ مسیر برگشت را طی کرده و به طور تدریجی سرعت را بالا برده تا جایی که از رسیدن به موقع از خط بازماندند. توان بی‌هوازی ورزشکاران در هر دو سبک تکواندو نیز با استفاده از آزمون ۳۰ ثانیه‌ای چرخ کارسنج وینگیت<sup>۱۱</sup> (۲۷) اندازه‌گیری شد. برای انجام این آزمون، آزمودنی‌ها روی چرخ کارسنج نشسته و با توجه به سن و وزن آن‌ها روی دستگاه وزنه گذاشته شد و ۳۰ ثانیه رکاب زدند و نتایج توان بی‌هوازی آن‌ها توسط دستگاه ثبت گردید.

### تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. با توجه به اینکه این تحقیق از نوع توصیفی بود داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از روش آماری توصیفی و با ارائه میانگین، انحراف استاندارد و رسم جداول تحلیل شد. طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف<sup>۱۲</sup> ارزیابی شد. در صورت طبیعی بودن

جدول ۱. میانگین±انحراف معیار ویژگی‌های، آنتروپومتریک و ترکیب بدن

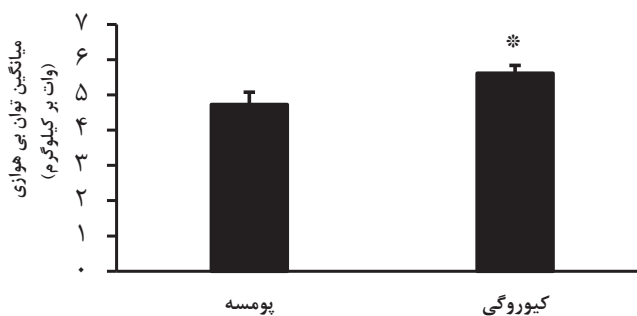
مشخصات	گروه پومسه	گروه کیوروگی	t	P
قد (سانتیمتر)	۱۶۵/۸±۱/۵۵	۱۶۵/۲۵±۱/۳	- ۰/۸۹	۰/۹۳۰
وزن بدن (کیلوگرم)	۵۷/۵۸±۲/۴۷	۵۹/۲۵±۲/۲۴	- ۰/۵۰۰	۰/۶۲۲
(کیلوگرم بر توان دوم قد به متر) شاخص توده بدن	۲۱/۷±۰/۷۰	۲۱/۷۳±۰/۸۴	- ۰/۶۱۰	۰/۵۴۸
درصد چربی بدن	۱۶/۶۳±۱/۲۴	۱۷/۸±۱/۳۹	- ۰/۲۳۷	۰/۸۱۵
قد در حالت نشسته (سانتیمتر)	۸۹/۱۷±۰/۴۹	۸۹/۴±۰/۹۶	۰/۱۱۶	۰/۹۰۹
طول اندام تحتانی (سانتیمتر)	۷۶/۴۶±۱/۱	۷۶/۸۷±۰/۶۸	- ۰/۳۴۲	۰/۷۳۶
اندومورف	۳/۲±۰/۳۵	۳/۱۲±۰/۲۰	- ۰/۲۶۶	۰/۷۹۳
مزومورف	۳/۶۴±۰/۳۸	۳/۲۷±۰/۲۵	۰/۸۳۳	۰/۴۱۴
اکتومورف	۲/۸۸±۰/۳۵	۲/۶۳±۰/۳۷	۰/۴۳۹	۰/۶۲۷

جدول ۲. میانگین±انحراف معیار ویژگی‌های آمادگی جسمانی و فیزیولوژیکی

مشخصات	گروه پومسه	گروه کیوروگی	t	P
انعطاف پذیری (سانتیمتر)	۳۷/۷±۱/۳	۳۵/۸±۱/۶	- ۱/۹	۰/۲۸۹
میزان پرش درجا (سانتیمتر)	۲۸/۰±۱/۷	۳۴/۲±۱/۷	- ۲/۲۵	۰/۰۱۸
توان بی‌هوازی (وات)	۶۵۷/۵±۳۵	۷۵۱/۱±۳۴/۱	- ۱/۹۲	۰/۰۶۹
چابکی (ثانیه)	۱۵/۱±۰/۵	۱۳/۶±۰/۳	۲/۶۵	۰/۰۱۵
عکس‌العمل (میلی ثانیه)	۶۳۷/۸±۳۵/۵	۶۱۷/۷±۳۰/۲	۰/۴۲	۰/۶۷۹
تعادل (ثانیه)	۳۰/۵±۱/۸	۲۷/۸±۱/۸	۱/۳۳	۰/۱۹۶
اوج توان (وات/کیلوگرم/وزن بدن)	۸/۱±۰/۵۹	۹/۳±۰/۳۰	- ۱/۷۳	۰/۱۰۲



شکل ۱. میانگین ظرفیت هوازی در گروه‌های کیوروگی و پومسه



شکل ۲. میانگین توان بی‌هوازی گروه‌های کیوروگی و پومسه. \* نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین دو گروه است

### بحث و نتیجه‌گیری

هدف از مطالعه حاضر توصیف و مقایسه منتخبی از ویژگی‌های آمادگی جسمانی و فیزیولوژیکی ورزشکاران تکواندو دختر در دو سبک کیوروگی و پومسه بود. یافته‌ها نشان داد که بین دو گروه کیوروگی و پومسه در هیچ کدام از متغیرهای تیپ و ترکیب بدنی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد؛ همچنین در متغیرهای انعطاف‌پذیری، ظرفیت هوازی، عکس‌العمل دیداری، تعادل پویا، توان انفجاری پاها و اوج توان بی‌هوازی نیز تفاوت معنی‌داری وجود ندارد؛ اما در متغیرهای پرش درجا، چابکی و میانگین توان بی‌هوازی تفاوت معنی‌داری بین تکواندوکاران در سبک کیوروگی و پومسه مشاهده شد.

تیپ بدنی که در تحقیق حاضر با استفاده از روش هیث-کارتز اندازه‌گیری شد، عامل بسیار مهمی در استعدادیابی و برنامه‌ریزی تمرینی در ورزش می‌باشد (۲۸)؛ بر همین اساس ارزیابی وضعیت تیپ بدنی تکواندوکاران زن تحقیق حاضر نیز نشان داد که تمایل کلی تیپ بدنی در بین ورزشکاران هر دو سبک اکتومورف است که از این حیث بین دو گروه تفاوت معنی‌داری از نظر آماری وجود ندارد. در همین راستا چن و همکاران (۲۰۰۳) وضعیت تیپ بدنی تکواندوکاران مرد و زن انگلیسی را بررسی کردند و مشاهده کردند که تیپ بدنی غالب اکتومورف می‌باشد که وضعیت اکتومورف در زنان (امتیاز ۶/۳) بسیار بالاتر از مردان می‌باشد (۲۹). کاتیکاش و همکاران (۲۰۱۳) نیز همسو با نتیجه تحقیق حاضر اکتومورف را تیپ غالب تکواندوکاران ترکیه‌ای اعلام کرد (۲۸). رابطه

نزدیکی بین نوع تیپ بدنی شامل اکتومورف، موزومورف و اندومورف با ویژگی‌های روان‌شناختی و توانایی‌های تکنیکی ورزشکاران وجود دارد (۲۸). برخی محققین معتقدند که در ورزش‌هایی که نیازمند تکنیک خوب می‌باشند افراد دارای تیپ‌های بدنی موزومورف و اکتومورف موفق‌تر می‌باشند (۲۸، ۳۰). به نظر می‌رسد آزمودنی‌های تحقیق حاضر نیز از لحاظ تیپ بدنی در وضعیت مطلوب برای این رشته قرار دارند، ولی احتمالاً به دلیل نداشتن آمادگی بدنی کافی و بالا بودن نسبی درصد چربی بدن امتیازهای موزومورفی و اکتومورفی آنان تقریباً در یک سطح قرار گرفته است؛ در حالی که به نظر می‌رسد برای داشتن عملکرد بالاتر در این رشته داشتن درصد چربی کمتر و در نتیجه، تمایل بیشتر به تیپ اکتومورف در اولویت باشد. گرچه تفاوت موجود در بین دو سبک از نظر تیپ بدنی بسیار کم می‌باشد، ولی سبک پومسه در تیپ اکتومورف امتیاز بیشتر دارد و این امر دارای الگوی مشابهی با درصد چربی بدن در آنان می‌باشد.

بررسی یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که درصد چربی در نمونه گرفته شده از زنان تکواندوکار حرفه‌ای تهران حدود ۱۶/۵ درصد است. بر اساس نتایج گزارش شده در تحقیقات دیگر، درصد چربی به دست آمده در این تحقیق بسیار بالاتر از درصد چربی مردان تکواندوکار می‌باشد به طوری که آرابچی و همکاران (۲۰۱۱) درصد چربی تکواندوکاران مرد حرفه‌ای را در حدود ۷ درصد گزارش کرده است (۳۱). با توجه به ویژگی‌های جسمانی متفاوت مردان و زنان و نیاز بیشتر بدن زنان از نظر فیزیولوژیکی به درصد چربی بالاتر وجود این تفاوت

کیوروگی، داشتن ظرفیت هوازی بالاتر دور از انتظار نباشد؛ هرچند که این نتایج با یافته‌های درصد چربی این گروه‌ها در یک راستا نیست.

یافته‌های تحقیق حاضر تفاوت معنی‌داری در متغیرهای انعطاف، عکس‌العمل، تعادل، توان انفجاری پاها و اوج توان بی‌هوازی نشان نداد. احتمالاً معنی‌دار نبودن این عوامل در دو سبک می‌تواند به این دلیل باشد که تقریباً هر دو سبک به سطح قابل توجهی از انعطاف‌پذیری برای اجرای درست ضربات به هدف مشخص‌شده نیاز دارند تا امتیاز مورد نظر را کسب کنند و حتی ممکن است در سبک پومسه این ویژگی بیشتر مورد نیاز باشد، زیرا در سبک کیوروگی وقتی ضربات پا به هدف حتی به میزان کمی برخورد کند برای ثبت امتیاز کافی است، اما در سبک پومسه حتماً ضربات باید در جای مشخص‌شده انجام شود و هر چه بالاتر باشد از امتیاز بیشتری برخوردار است، چون به زیبایی حرکت می‌افزاید. اوج توان بی‌هوازی نیز تفاوت معنی‌داری را بین دو سبک نشان نداد. دلیل آن را احتمالاً می‌توان به خاطر تأثیر سودمندی قدرت و سرعت تکنیک‌های پا در طول راند مسابقه دانست (۵). در این توانایی اوج توان بی‌هوازی بالا از اندام تحتانی استفاده می‌شود که ممکن است برای دستیابی به موفقیت در رقابت مناسب و مطلوب باشد در سبک پومسه نیز ممکن است به خاطر قدرت و سرعت پا در یک سری ضربات اوج توان بی‌هوازی نه به اندازه سبک کیوروگی، تفاوت معناداری نداشته باشد. عکس‌العمل و تعادل و توان انفجاری پاها تفاوت معنی‌داری بین دو سبک کیوروگی و پومسه نشان نداد. است؛ در صورتی که نقش عکس‌العمل در رقابت‌های کیوروگی بسیار زیاد و مشهود است، اما در سبک پومسه نقش زیادی در عملکرد بازیکنان ندارد و احتمالاً ممکن است دلیل معنی‌دار نشدن آن تعداد یا سطح عملکرد آزمودنی‌ها باشد. تعادل نیز برخلاف عکس‌العمل از عوامل است که بیشتر مورد نیاز سبک پومسه است و نقش مهمی در آن ایفا می‌کند و احتمالاً می‌توان دلیل معنادار نشدن آن را به دلیل تعداد و سطح عملکرد آزمودنی‌ها نسبت داد.

در متغیرهای پرش درجا، چابکی و میانگین توان بی‌هوازی تفاوت معنی‌داری بین دو گروه کیوروگی و پومسه

غیرمنطقی به نظر نمی‌رسد، اما مقادیر گزارش‌شده در تحقیق حاضر از میانگین درصد چربی اعلام‌شده توسط مارکوچ و همکاران (۲۰۰۸) که درصد چربی حدود ۱۴ درصد را در زنان تکواندوکار حرفه‌ای را مشاهده کردند نیز بالاتر می‌باشد (۳۲) که به نظر می‌رسد نشانگر آمادگی بدنی پایین‌تر دختران تکواندوکار حرفه‌ای در تحقیق حاضر نسبت به هم‌تایان خارجی خود باشد. بین دو سبک کیوروگی و پومسه نیز در تحقیق حاضر تفاوت معنی‌داری در درصد چربی بدنی مشاهده نشد؛ هرچند درصد چربی در گروه پومسه کمتر از یک درصد پایین‌تر بود، ولی این تفاوت اندک، فاصله زیادی با معنی‌داری آماری داشت؛ البته با وجود مشابهت نسبتاً زیاد قد آزمودنی‌ها در دو سبک، گروه کیوروگی میانگین وزنی بالاتری داشتند که احتمالاً در بالاتر بودن درصد چربی آنان نیز مؤثر بوده باشد. کاظمی و همکاران (۲۰۰۶) و قربانزاده و همکاران (۲۰۱۱) معتقدند که تکواندوکاران حرفه‌ای برای عملکرد بهتر و ظرفیت بالاتر جهت استفاده از اکسیژن و تأمین انرژی در زمان فعالیت باید درصد چربی پایین‌تر و بافت بدون چربی بالاتری داشته باشند (۱۰، ۳۳). به نظر می‌رسد این سازوکار اشاره‌شده در نتایج تحقیق حاضر مؤثر بوده باشد، چرا که مقادیر ظرفیت هوازی به‌دست‌آمده در تحقیق حاضر به‌صورت میانگین ۲۹ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه بود که از مقادیر گزارش‌شده توسط مارکوچ و همکاران (۲۰۰۵) که حدود ۴۸ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه (۵) و نیز مارکوچ و همکاران (۲۰۰۸) که حدود ۴۹ میلی‌لیتر بود به میزان قابل توجهی پایین‌تر بود (۳۲). شاید بتوان چنین استنباط نمود که ظرفیت هوازی نسبتاً پایین تکواندوکاران دختر در این تحقیق که به نوعی نشان‌دهنده آمادگی قلبی عروقی پایین این افراد می‌باشد، احتمالاً تحت تأثیر درصد چربی نسبتاً بالای آنان بوده باشد. در تحقیق حاضر با وجود اینکه اکسیژن مصرفی بیشینه آزمودنی‌های گروه کیوروگی حدود ۱۴/۸ درصد بالاتر از سبک پومسه بود، ولی این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. با وجود اینکه در هر دو سبک ظرفیت هوازی به عنوان دستگاه پایه نیاز است تا کار ریکاوری عضلات را بر عهده داشته باشد، ولی به نظر می‌رسد با توجه به ماهیت رقابت در مسابقات در این دو سبک و فشار و استرس بالاتر در زمان رقابت در سبک



گزارش شد که نتایج میزان پرش درجا، چابکی و میانگین توان بی‌هوازی را در کسانی که سبک کیوروگی کار می‌کردند بیشتر نشان داد. می‌توان چنین استنباط کرد که کسانی که در سبک پومسه کار می‌کنند نسبت به کسانی که در سبک کیوروگی هستند نیاز به پرش بالایی ندارند، زیرا سبک پومسه دارای حرکات و مسیرهای ازپیش‌تعیین‌شده و تکراری است که ضربات پای چرخشی و پرشی در آن وجود ندارد و بیشتر از عضلات بالاتنه برای اجرای ضربات استفاده می‌شود (۲۹) و همچنین حریفی وجود ندارد که بخواهد بر اساس حمله‌های او برنامه‌ریزی برای ضدحمله یا ضربات چرخش و پرشی خاصی انجام بدهد، اما در سبک کیوروگی ضربات چرخش و پرشی زیادی بین بازیکنان رد و بدل می‌شود؛ به علاوه اگر ضربات چرخشی و پرشی به بهترین نحو صورت گیرد باعث برتری بازیکن می‌شود و این حالت از امتیاز فنی بالایی برخوردار است و باعث شناخت وی به عنوان بازیکن فنی می‌شود که معیاری برای مراحل بعدی موفقیت محسوب می‌شود. سرعت و قدرت عوامل مهمی در بسیاری از ورزش‌ها محسوب می‌شوند، ولی با توجه به ماهیت بی‌هوازی ورزش تکواندو، استفاده از این دو عامل در واحد زمان عامل مهم‌تری را به نام توان بی‌هوازی مطرح می‌نماید که در این تحقیق با استفاده از آزمون بی‌هوازی وینگیت اندازه‌گیری شد. بررسی نتایج نشان داد که بین توان بی‌هوازی در دو سبک تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، ولی تکواندوکاران سبک کیوروگی دارای حدود ۱۴ درصد توان بی‌هوازی بالاتری می‌باشند؛ در همین راستا اوج توان و میانگین توان در هر کیلوگرم از وزن بدن و نیز توان انفجاری پاها نیز در بین گروه کیوروگی بهتر و بالاتر بود. احتمالاً به دلیل اینکه درگیری سیستم‌های انرژی و نیز شدت مسابقه در کیوروگی بسیار بالاتر از پومسه است ورزشکاران تکواندو در سبک کیوروگی به توان بی‌هوازی بالاتری نسبت به سبک پومسه نیاز دارند (۳۴).

آزمودنی‌های گروه کیوروگی دارای چابکی بالاتری نسبت به سبک پومسه بودند؛ در همین راستا مارکویچ و همکاران (۲۰۰۵) نیز ضمن مقایسه تکواندوکاران نیمه‌حرفه‌ای با حرفه‌ای و موفق، تفاوت‌های آن‌ها را مورد بررسی قرار دادند و متوجه شدند تکواندوکاران موفق و حرفه‌ای دارای سرعت،

آستانه تهویه‌ای بی‌هوازی، توان انفجاری و چابکی جانبی بالاتری هستند و بر همین اساس، چابکی خوب را از عوامل مورد نیاز برای موفقیت اعلام کرده‌اند (۵). ورزشکاران تکواندو در سبک کیوروگی نیاز زیادی به چابکی دارند (۴)، زیرا جابه‌جایی‌های پا به پهلو و به عقب و تغییر مسیرها با سرعت زیاد در شرایط رقابت و مسابقه بسیار زیاد است تا بتواند نسبت به حریف برتری داشته باشد، اما در سبک پومسه به دلیل ماهیت آن که یک سری حرکات نمایشی با توالی و ترتیب خاصی است که چنان که اشاره شد فرم‌ها و نوع حرکات ازقبل‌تعیین‌شده می‌باشند در سبک پومسه جابه‌جایی‌های سریع و حرکاتی که شامل گام به جلو و عقب و زاویه رفتن با توجه به حمله حریف و تغییر مسیرهای سریع و ناگهانی وجود ندارد، چابکی بالایی نسبت به سبک کیوروگی احتمالاً مورد نیاز نیست.

در کل، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تیپ بدنی غالب در هر دو سبک تکواندو شامل کیوروگی و پومسه اکتومزومورف است. با وجود اینکه درصد چربی و وزن بدن در دو سبک تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند ولی مقادیر اندازه‌گیری شده در دختران تکواندوکار ایرانی نسبت به هم‌تایان خارجی خود بالاتر بود. مقادیر توان بی‌هوازی، انعطاف‌پذیری و چابکی که از عوامل اصلی موفقیت در تکواندو می‌باشند در گروه کیوروگی از وضعیت بهتری برخوردار بودند. بر اساس نتایج تحقیق حاضر چنین می‌توان استنباط نمود که ورزشکاران و مربیان تکواندو در هر دو سبک ضمن تمرکز برنامه‌های خود بر کاهش درصد چربی، در سبک پومسه بر تعادل و در سبک کیوروگی بر توان بی‌هوازی، انعطاف‌پذیری و چابکی بیشتر تأکید داشته باشند.

### تشکر و قدردانی

از کلیه آزمودنی‌های محترم حاضر در این پژوهش که با مهربانی و سعه صدر ما را در انجام این مطالعه یاری رساندند، کمال تقدیر و تشکر را داریم.

### پی‌نوشت‌ها

1. Interval
2. International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK)
3. J. E. Lindsay Carter, Barbara Honeyman Heath
4. Slim Guide
5. Lufkin Measuring Tape
6. Sit and reach
7. Sargent jump test
8. Modified Balance Error Scoring System test (BESS)
9. Shuttle run test
10. Beep test
11. Wingate anaerobic 30 cycle test
12. Kolmogorov-Smirnov test
13. Independent t-test

### منابع

1. Jafari A, Aghalinezhad H, Moradi M, Gharakhanluo R. Describe and relation determination between anthropometric and physiologic parameters with success in taekwondo athletes (in persian) Olympic. 1385;1(14):7-16.
2. Bridge CA, da Silva Santos JF, Chaabene H, Pieter W, Franchini E. Physical and physiological profiles of taekwondo athletes. Sports Medicine. 2014;44(6):713-33.
3. Sadowski J, Gierczuk D, Miller J, Cieśliński I, Buszta M. Success factors in male WTF taekwondo juniors. J Combat Sports Martial Arts. 2012;1:47-51.
4. Mortazavi S, Sadeghi H, Kamkari K. The relationship between anthropometric characteristics, body composition and body type of elite female gymnasts and specified – event performance. Modern olympic. 1393;1(1):15.
5. Marković G, Mišigoj-Duraković M, Trninić S. Fitness profile of elite Croatian female taekwondo athletes. Collegium antropologicum. 2005;29(1):93-9.
6. Zhihong HBG. A statistical analysis on the technique and tactic of 2008 National Taekwondo Championship Tournament and Olympics trials. Journal of Anhui Sports Sciences. 2009;3:31-5.
7. Matsushigue KA, Hartmann K, Franchini E. Taekwondo: Physiological responses and match analysis. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2009;23(4):1112-7.
8. Zar A, Gilani A, Ebrahim K, Gorbani M. A survey of the physical fitness of the male taekwondo athletes of the Iranian national team. Facta Universitatis-Series: Physical Education

- and Sport sciences. 2008;6(1):21-9.
9. Mohsen Kazemi R, Giovanni Perri BA D. A profile of 2008 Olympic Taekwondo competitors. The Journal of the Canadian Chiropractic Association. 2010;54(4):243.
10. Ghorbanzadeh B, Mündroğlu S, Akalan C, Khodadadi MR, Kdraczi S, Şahdn M. Determination of taekwondo national team selection criterions by measuring physical and physiological parameters. Ann Biol Res. 2011;2(6):184-97.
11. Pieter W, Falcó C. Skinfold patering in elite Spanish and American junior taekwondo-in. Journal of Martial Arts Anthropology, Rzeszów. 2011;11:47-51.
12. Heller J, Peric T, Dlouha R, Kohlikova E, Melichna J, Novakova H. Physiological profiles of male and female taekwon-do (ITF) black belts. Journal of sports sciences. 1998;16(3):243-9.
13. Noorul H, Pieter W, Erie Z. Physical fitness of recreational adolescent taekwondo athletes. Braz Journal of Biomotricity. 2008;2(4):230-40.
14. Fong SS, Ng GY. Does Taekwondo training improve physical fitness? Physical Therapy in Sport sciences. 2011;12(2):100-6.
15. Pieter F, Pieter W. Speed and force in selected taekwondo techniques. Biology of sport sciences. 1995;12:257-66.
16. Fong SS, Fu S-n, Ng GY. Taekwondo training speeds up the development of balance and sensory functions in young adolescents. Journal of Science and Medicine in Sport. 2012;15(1):64-8.
17. Pons Van Dijk G, Lenssen A, Leffers P, Kingma H, Lodder J. Taekwondo training improves balance in volunteers over 40. Frontiers in aging neuroscience. 2013;5:10.
18. Vieten M, Scholz M, Kilani H, Kohloeffel M, editors. Reaction time in taekwondo. Proceedings of the 25th International Symposium on Biomechanics in Sport Ouro Preto, Brazil; 2007.
19. Kim H-B, Stebbins CL, Chai J-H, Song J-K. Taekwondo training and fitness in female adolescents. Journal of sports sciences. 2011;29(2):133-8.
20. Warner ER, Fornetti WC, Jallo JJ, Pivarnik JM. A skinfold model to predict fat-free mass in female athletes. Journal of athletic training. 2004;39(3):259.
21. Müller W, Horn M, Fürhapter-Rieger A, Kainz P, Kröpfl JM, Maughan RJ, et al. Body composition in sport: a comparison of a novel ultrasound imaging technique to measure subcutaneous fat tissue compared with skinfold measurement. British journal of sports medicine.

- 2013;47(16):1028-35.
22. Wells KF, Dillon EK. The sit and reach—a test of back and leg flexibility. *Research Quarterly American Association for Health, Physical Education and Recreation*. 1952;23(1):115-8.
  23. Markovic G, Dizdar D, Jukic I, Cardinale M. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2004;18(3):551-5.
  24. Little T, Williams AG. Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2005;19(1):76-8.
  25. Mori S, Ohtani Y, Imanaka K. Reaction times and anticipatory skills of karate athletes. *Human movement science*. 2002;21(2):213-30.
  26. Hrysomallis C. Balance ability and athletic performance. *Sports Medicine*. 2011;41(3):221-32.
  27. Sands WA, McNeal JR, Ochi MT, Urbanek TL, Jemni M, Stone MH. Comparison of the Wingate and Bosco anaerobic tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2004;18(4):810-5.
  28. Catikkas F, Kurt C, Atalag O. Kinanthropometric attributes of young male combat sports athletes. *Collegium antropologicum*. 2013;37(4):1365-8.
  29. Chan K, Pieter W, Moloney K. Kinanthropometric profile of recreational taekwondo athletes. *Biology of sport*. 2003;20(3):175-80.
  30. Noh J-W, Kim J-H, Kim J. Somatotype analysis of elite taekwondo athletes compared to non-athletes for sports health sciences. *Toxicology and Environmental Health Sciences*. 2013;5(4):189-96.
  31. Arabacı R, Çatıkkaş F, Çankaya C, Şahin S. Assessment body composition and leg reaction time of elite taekwondo athletes. *New World Sciences Academy*. 2011;6(2):9.
  32. Markovic G, Vucetic V, Cardinale M. Heart rate and lactate responses to taekwondo fight in elite women performers. *Biology of sport sciences*. 2008;25(2):135.
  33. Kazemi M, Waalen J, Morgan C, White AR. A profile of olympic taekwondo competitors. *Journal of Sports Science Medicine*. 2006;5(CSSI):114-21.
  34. Lin W-L, Yen K-T, Lu C-YD, Huang Y-H, Chang C-K. Anaerobic capacity of elite Taiwanese Taekwondo athletes. *Science & sports*. 2006;21(5):291-3.