مطالعات طب ورزشی دوره۱۱، شماره ۲۶، پاییز و زمستان ۱۳۹۸. صص ۱۶۲-۱۴۷

مقالهٔ پژوهشی

مقایسهٔ نیمرخ عملکرد ایزوکینتیکی عضلات مفصل زانو و مچ پا در اسکیت‌بازان مرد سرعتی حرفه‌ای و مبتدی

مهدی خالقی تازجی[۱]، فرزانه فاضل‌زاده [۲]، حمیدرضا ناصرپور[۳]، علی عباسی[۴]

۱. استادیار بیومکانیک ورزش، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی تهران (نویسندهٔ مسئول)
۲. کارشناسی‌ارشد بیومکانیک ورزش، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
۳. دانشجوی دکتری بیومکانیک ورزش، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی تهران
۴. استادیار بیومکانیک ورزش، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی تهران

تاریخ ارسال۱۳۹۸/۱۱/۲۸ تاریخ پذیرش ۱۳۹۹/۰۸/۱۱

چکیده

مطالعهٔ حاضر با هدف مقایسهٔ نیمرخ عملکرد ایزوکینتیکی عضلات مفصل زانو و مچ پا در اسکیت‌بازان مرد سرعتی حرفه‌ای و مبتدی انجام شد. ۱۶ اسکیت‌باز سرعتی در گروه مبتدی و گروه حرفه‌ای در این مطالعه شرکت کردند. اندازه‌گیری پارامترهای ایزوکینتیکی مفاصل مچ پا و زانو با استفاده از دایناموتر ایزوکینتیک بایودکس انجام شد. از آزمون‌های آماری شاپیرو-ویلک و تی مستقل برای تجزیه‌وتحلیل آماری در سطح معناداری ۰/۰۵ ≥ δ استفاده شد. نتایج آزمون تی مستقل تفاوت معناداری را در پارامترهای ایزوکینتیکی توان عضلات بازکننده‌های زانو (P=۰/۰۳۶) و توان (P=۰/۰۰۱) و زمان کاهش شتاب (P=۰/۰۰۰) در حرکت اینورژن و اورژن مچ پا بین افراد مبتدی و حرفه‌ای نشان داد. به‌نظر می‌رسد تفاوت آشکار بین اسکیت‌بازان سرعت حرفه‌ای و مبتدی در پارامترهای ایزوکینتیکی مرتبط با قابلیت عصبی-عضلانی مفصل مچ پا (توان و زمان کاهش عضلات اینورتور و اورتور) وجود داشته باشد. پیشنهاد می‌شود در تمرین‌های این گروه از ورزشکاران به این پارامترها توجه شود.

واژگان کلیدی: ایزوکنتیک، زانو، مچ پا، اسکیت.

1. Email: mehdikhaleghi60@yahoo.com
2. Email: farzane_fazelzadeh@yahoo.com
3. Email: hamidreza.naserpour@gmail.com
4. Email: abbasi.bio@gmail.com

مقدمه

ورزشکاران همیشه درصدد بهبود مهارت‌ها و توانایی‌های حرکتی‌شان برای کسب رکوردها و موفقیت‌های بیشتر هستند. اجرای بهینه و مطلوب مهارت‌های ورزشی ناشی از تعامل پیچیدهٔ عوامل بیومکانیکی، فیزیولوژیک، روان‌شناختی و زیست حرکتی است. لازمهٔ دستیابی به موفقیت‌های ورزشی برخورداری از این قابلیت‌های جسمانی است (۱). آمادگی جسمانی مطلوب، کلید موفقیت در بسیاری از رشته‌های ورزشی است و ورزش اسکیت نیز نیازمند ترکیب بهینهٔ توان متابولیک، قدرت عضلانی و تکنیک است (۲). مهارت اسکیت سرعت مستلزم اجرای تکنیک با شدت زیاد در حداقل زمان ممکن است (۳). اجرای تکنیک اسکیت سرعت نیازمند تولید نیروی محرکه توسط ورزشکار به‌وسیلهٔ استارت و استفاده از حداکثر نیروی عضلات بازکننده برای پیشروی روبه‌جلو است (۴-۷). اکتساب بیشینهٔ سرعت نیازمند کاهش گشتاور اینرسی اندام‌هاست و اندام تحتانی برای افزایش شتاب نیازمند به‌کارگیری حجم بیشتری از عضلات است (۸). پژوهشگران نشان داده‌اند که عملکرد ورزشکاران نخبهٔ اسکیت سرعت به‌وسیلهٔ کارایی عضلانی در سرعت زیاد تعیین می‌شود که شامل ظرفیت تولید نیرو، قدرت بیشینه و توان عضلانی است. آن‌ها قدرت همراه با تکنیک را عامل اصلی کسب نتیجهٔ مطلوب معرفی کرده‌اند (۹). قدرت عضلانی یکی از عوامل اصلی دستیابی به موفقیت ورزشی و پیشگیری از آسیب ورزشی است (۱۰). عضلات به‌عنوان ثبات‌دهنده‌های دینامیک هر مفصل به‌شمار می‌آیند (۱۱) و عملکرد بهینهٔ عضلات در ورزشکاران می‌تواند موجب اجرای مطلوب فعالیت‌های حرکتی در سطوح بالاتر همراه با صرف حداقل انرژی در مدت زمان کمتر شود (۱۳، ۱۲). اگر تکنیک اسکیت‌بازان سرعتی در وضعیتی مطلوب باشد، توان و قدرت عضلانی می‌تواند به‌صورت بیشینه استفاده شود (۵). اهداف تمرینی مربیان در این رشته به‌دست‌آوردن بیشترین سرعت و کاهش زمان اجراست که لازمهٔ آن اجرای تمرین‌های تخصصی و رشد همه‌جانبهٔ ورزشکار است (۱۴). حرکت پوش‌آف[1] به‌عنوان یک حرکت توانی مهم‌ترین بخش عملکرد اسکیت‌باز است که تحت‌تأثیر پارامترهای اوج گشتاور و زمان رسیدن به اوج گشتاور است (۱۵).

بررسی پارامترهای ایزوکینتیکی مفاصل درگیر در اسکیت می‌تواند عوامل تأثیرگذار بر عملکرد اسکیت‌باز را مشخص کند. فلسر[2] و همکاران (۱۵) گزارش کردند زمان و سرعت اسکیت تحت‌تأثیر انقباض ارادی اکسنتریک[3] بازکننده‌های زانو است که قادر است قدرت عضلانی را روی یخ در مسیر مناسب انتقال دهد و برای ثبات مفاصل زانو و مچ پا ضروری است. در اسکیت سرعت، حرکات مورد

1. Push Off
2. Felser et all
3. Eccentric

نیاز خاصی مربوط به پایداری مفصل زانو و مچ پا و همچنین توسعهٔ نیرو در هنگام تماس پا با زمین وجود دارد. ژانگ و شیا[1](۱۶) در مطالعهٔ خود میزان قدرت انفجاری و بیشینهٔ اسکیت‌بازان اعزامی به المپیک را در مقایسه با سایر ورزشکاران رویدادهای ملی، بیشتر گزارش کردند. همچنین ژانگ و شیااو (۱۷) در یک مطالعهٔ مقایسه‌ای تفاوت معناداری را در برخی از عضلات زانو و مچ در دو گروه اسکیت‌بازان بین‌المللی در مقایسه با اسکیت‌بازان ملی گزارش کردند. وانگ[2](۱۸) نشان دادند در سرعت‌های زیاد، گشتاورهای پایین‌تری از طریق عضلات ران، زانو و مچ تولید می‌شوند که موجب تأثیر منفی بر توان خروجی می‌شوند. این اجرای ضعیف را می‌توان ناشی از اختلال، ضعف و نبود هماهنگی بین پارامترهای ایزوکینتیکی عضلات درگیر دانست.

ازآنجاکه سنجش متغیر اوج گشتاور (قدرت) به‌تنهایی نشان‌دهندهٔ عملکرد عضله نیست (۱۴)، پارامترهایی همچون نرخ توسعهٔ اوج گشتاور، زمان رسیدن به اوج گشتاور، توان متوسط عضلانی و زمان شتاب‌گیری نیز در پژوهش‌های پیشین به‌عنوان میزان آمادگی عصبی-عضلانی به‌منظور تولید انقباض بیشینه معرفی‌شده‌اند (۸، ۳). این پارامترها به درک بهتر چگونگی فراخوان عضلات و جزئیات بیشتر آن در طراحی برنامه‌های توانبخشی و تمرین‌های ورزشی کمک می‌کنند (۱۹). قدرت، تحت‌تأثیر سرعت انقباض عضلانی قرار دارد؛ بنابراین، بررسی پارامترهای ایزوکنیتکی در سرعت‌های متفاوت اطلاعات مفیدی را در اختیار ورزشکاران و مربیان قرار می‌دهد. با توجه به اهمیت موضوع پژوهش، تاکنون پژوهش‌های بسیار اندکی در حوزهٔ ورزش اسکیت انجام شده است تا بتوان به مربیان این رشتهٔ ورزشی بازخوردهای لازم را ارائه کرد و نتایج پژوهش حاضر را با آن پژوهش‌ها مقایسه کرد. نتایج حاصل از پژوهش حاضر موجب شناسایی نقاط ضعف و قوت و تفاوت سطح بین ورزشکاران حرفه‌ای و مبتدی می شود که بازخوردی مهم در جهت برنامه‌ریزی‌های لازم با هدف رفع ضعف‌ها و کمبودها می باشد. همچنین ارزیابی وضعیت جسمانی ورزشکار می‌تواند مبنایی برای توسعهٔ برنامهٔ تمرینی مطلوب باشد؛ ازاین‌رو، هدف از انجام‌شدن مطالعهٔ حاضر، مقایسهٔ نیمرخ عملکرد ایزوکینتیکی عضلات مفصل زانو و مچ پا در اسکیت‌بازان مرد سرعتی حرفه‌ای و مبتدی بود.

1. Zhang & Xia
2. Wang et all

روش پژوهش

هشت اسکیت‌باز سرعتی حرفه‌ای با حداقل پنج سال سابقهٔ اسکیت‌بازی و دارای عناوین قهرمانی استانی (با میانگین سن: ۳ ± ۲۵ سال، وزن: ۷/۲۱ ± ۶۶/۱۲ کیلوگرم، قد: ۵/۳۴ ± ۱۷۷/۵ سانتی‌متر) و هشت اسکیت‌باز مبتدی (سن: ۳ ± ۲۴ سال، وزن: ۱۳/۱۵ ± ۷۸/۲۵ کیلوگرم، قد: ۷/۰۱ ± ۱۷۶ سانتی‌متر) به‌صورت نمونهٔ دردسترس در این مطالعه شرکت کردند. قبل از شروع آزمون‌ها، تمام مراحل انجام‌شدن آزمون‌ها برای همهٔ آزمودنی‌ها شرح داده شد و آن‌ها فرم رضایت‌نامهٔ عمومی را خواندند و امضا کردند. آزمودنی‌ها بعد از هماهنگی با هیئت اسکیت استان البرز وارد پژوهش شدند. آن‌ها فاقد آسیب‌دیدگی در شش ماه پیشینهٔ ورزشی خود بودند. از دستگاه دایناموتر ایزوکینتیک مارک تجاری بایودکس[1] ساخت کشور آمریکا برای جمع‌آوری داده‌های مربوط به پارامترهای ایزوکینتیکی مفاصل زانو و مچ پا، در سرعت‌های زاویه‌ای ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه استفاده شد (۲۲-۲۰).

در این پژوهش، هر آزمودنی روی صندلی مخصوص دستگاه بایودکس قرار می‌گرفت و اندام از بالای مفصل مورد مطالعه توسط نوارهای مخصوص ثابت می‌شد؛ به‌طوری‌که هنگام اجرای حرکت از عضلات عمل‌کننده در مفاصل دیگر استفاده نشود. برای اندازه‌گیری پارامترهای ایزوکینتیکی عضلات اکستنسور و فلکسور زانو، زاویهٔ پشتی صندلی ۹۰ درجه، زاویهٔ زانو در هنگام شروع ۹۰ درجه و دینامومتر در حالت بدون تیلت تنظیم شد (۲۴، ۲۳). دربارهٔ عضلات پلانتارفلکسور[2] و دورسی فلکسور[3] مچ پا، پشتی صندلی در زاویهٔ ۱۱۰ درجه تنظیم و پد مخصوص زیر مفصل زانو قرار گرفت؛ به‌طوری‌که از ناحیهٔ زانو به بالا ثابت و بدون حرکت شد. مفصل زانو در وضعیت ۲۰ درجهٔ فلکشن، دینامومتر بدون تیلت و مچ پا در پد مخصوص قرار گرفت؛ به‌طوری‌که قوزک خارجی دقیقاً روبه‌روی مرکز شافت دینامومتر قرار بگیرد (۲۵). همان‌طورکه دربارهٔ عضلات پلانتارفلکسور و دورسی فلکسور توضیح داده شد، برای عضلات اینورتور و اورتور مچ پا، آزمودنی روی دستگاه قرار گرفت؛ با این تفاوت که دینامومتر[4] دقیقاً روبه‌روی آزمودنی و در وضعیت تیلت ۵۰ درجه قرار گرفت و پد مخصوص مچ پا در وضعیت مخصوص تنظیم شد (۲۶) (شکل شمارهٔ یک). برای جلوگیری از آسیب و آمادگی آزمودنی‌ها قبل از اجرای هر آزمون، آزمودنی‌ها به‌مدت پنج دقیقه از دوچرخهٔ ثابت به‌منظور گرم‌کردن استفاده کردند. به آزمودنی‌ها آموزش داده شد که می‌باید حداکثر تلاش خود را در هنگام آزمون انجام دهند و از آن‌ها خواسته شد حرکت را چندین بار تکرار کنند. مدت زمان لازم در هر مرحلهٔ آزمون‌گیری با احتساب

1. Isokinetic Dynamometer (Biodex Model, System 3)
2. Plantar Flexor
3. Dorsi Flexor
4. Dynamometer

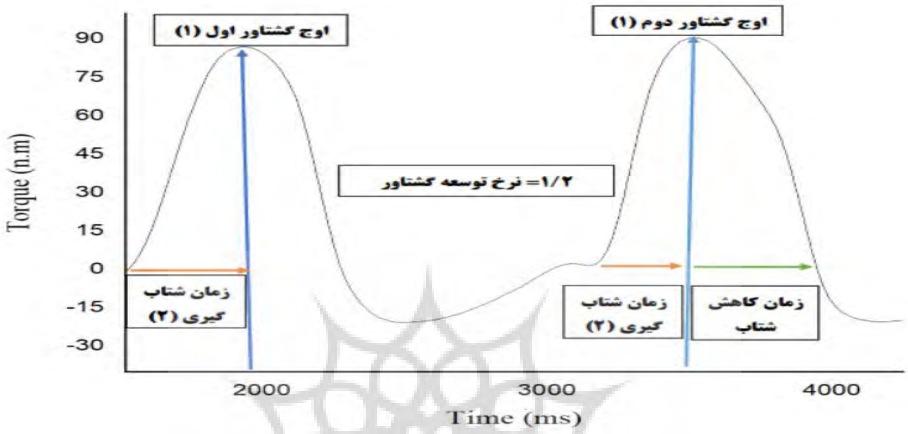
زمان گرم‌کردن، قرارگیری آزمودنی روی صندلی دستگاه و انجام‌دادن آزمون، بین ۱۰ تا ۱۵ دقیقه بود. برای جلوگیری از اثرهای خستگی بر گروه‌های عضلانی متفاوت بررسی‌شده، آزمون‌ها در سه زمان مختلف انجام گرفت.

شکل ۱- وضعیت آزمودنی‌ها حین آزمون‌گیری از مفاصل زانو و مچ پا

آزمودنی هر آزمون را با پنج تکرار انقباض بیشینهٔ درون‌گرا انجام می‌داد و در پایان آزمون درصورتی‌که شاخص ضریب تغییرات خروجی دستگاه کمتر از ۱۵ درصد بود، آزمون پذیرفته می‌شد؛ در غیر این صورت پس از استراحت، آزمون تکرار می‌شد. فاصلهٔ بین آزمون هر گروه عضلانی حداقل ۱۵ دقیقه درنظر گرفته شد تا اثر خستگی بر آزمون‌های بعدی کاهش یابد. آزمون‌ها در دو سرعت ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه برای هر گروه عضلانی انجام شد. از تشویق کلامی برای اجرای حداکثر تلاش آزمودنی در حین اجرای آزمون استفاده شد. پارامترهای ایزوکینتیکی منتخب شامل اوج نسبی گشتاور زمان شتاب‌گیری[1] زمان کاهش شتاب[2] توان متوسط و نرخ توسعهٔ اوج گشتاور (نسبت حداکثر گشتاور عضلانی تولیدی به مدت زمان رسیدن به اوج گشتاور) در مفاصل زانو و مچ پا استخراج و ثبت شدند (۲۷) (شکل شمارهٔ دو) . برای نرمال‌کردن حداکثر میزان گشتاور عضلانی، این مقادیر بر وزن آزمودنی تقسیم شد و نتایج در عدد ۱۰۰ ضرب شد. داده‌ها با استفاده از نسخهٔ ۲۵ نرم‌افزار اس.پی.اس.اس.[3]

1. Acceleration Time
2. Deceleration Time
3. SPSS

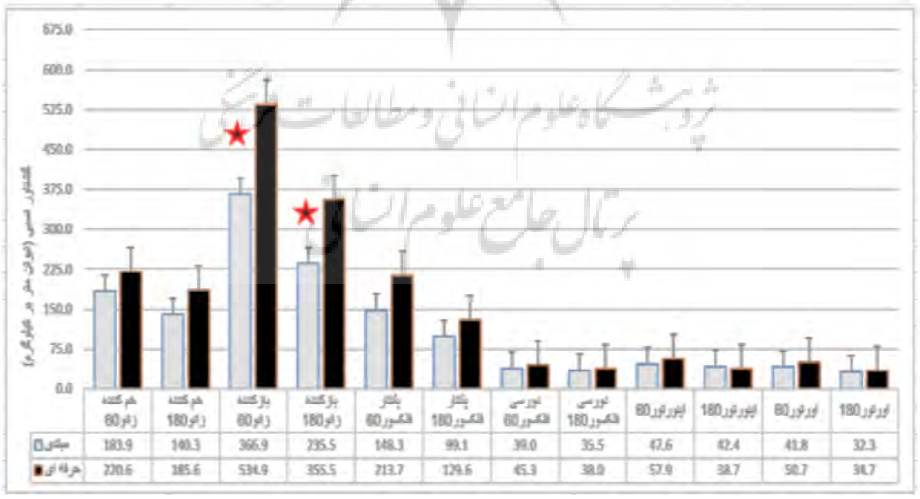
تجزیه و تحلیل شدند. از آزمون شاپیرو-ویلک[1]برای بررسی نرمال‌بودن داده‌ها و از آزمون تی مستقل[2] برای مقایسهٔ نتایج بین‌گروهی در سطح معناداری ۰/۰۵ ≥ P استفاده شد.



شکل ۲- منحنی تغییرات گشتاور فلکشن-اکستنشن زانو

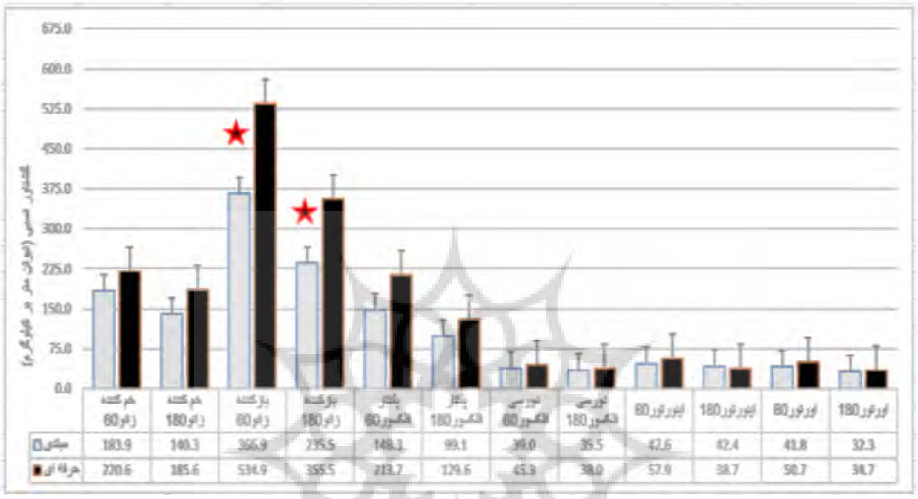
نتایج

نتایج آزمون شاپیرو-ویلک برای هیچ از متغیرهای پژوهش حاضر معنادار نبود. میانگین و انحراف معیار نتایج آزمون تی مستقل متغیر اوج نسبی گشتاور گروه‌های عضلانی در شکل شمارهٔ سه ارائه شده



1. Shapiro–Wilk Test
2. Independent Sample T-Test

است. نتایج این آزمون تفاوت معناداری را در متغیر اوج نسبی گشتاور گروه عضلات بازکنندهٔ زانو در سرعت ۶۰ (P = ۰/۰۰۸) و ۱۸۰ (P = ۰/۰۰۶) درجه بر ثانیه بین آزمودنی‌های مبتدی و حرفه‌ای نشان داد.



معناداری در سطح ۰/۰۵

شکل ۳- مقایسهٔ اوج نسبی گشتاور گروه‌های مختلف عضلانی اسکیت‌بازان نخبه و مبتدی

در جدول شمارهٔ یک نتایج مربوط به میانگین و انحراف استاندارد و همچنین آزمون آماری متغیرهای توان، زمان شتاب‌گیری، زمان کاهش شتاب و نرخ توسعهٔ اوج گشتاور گروه عضلانی مفصل زانو ارائه شده است. توان متوسط عضلات بازکنندهٔ زانوی افراد حرفه‌ای در سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه به‌طور معناداری از گروه مبتدی بیشتر بود. در سایر متغیرها تفاوت معناداری مشاهده نشد.

پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۱- مقایسهٔ متغیرهای توان متوسط عضلات، زمان شتاب‌گیری، زمان کاهش شتاب و نرخ توسعهٔ اوج گشتاور عضلات عمل‌کننده بر مفصل زانو در گروه‌های مبتدی و نخبه

گروه‌های عضلانی	نام متغیر	سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه			سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه		
		انحراف استاندارد ± میانگین حرفه‌ای مبتدی	t(۱۴)	سطح معناداری	انحراف استاندارد ± میانگین حرفه‌ای مبتدی	t(۱۴)	سطح معناداری
خم‌کنندهٔ زانو	توان متوسط عضلات (وات)	۱۳±/۵۶ ۷۱/۷۰ ۱۶±/۴۱ ۷۹/۳۲	۱/۰۱	۰/۳۲۸	۱۳±/۱۱ ۱۵۱/۵۵ ۳۴±/۶۷ ۱۴۳/۰۶	-۰/۶۴	۰/۵۳۴
	زمان شتاب‌گیری عضلات (میلی‌ثانیه)	۵۳/۷±۷۵/۴۴ ۴۸/۷۵ ± ۱۳/۵۶	-۰/۹۱۴	۰/۳۷۶	۱۵±/۱۱ ۶۰/۰۰ ۲۱±/۰۰ ۶۱/۲۵	-۰/۱۲۲	۰/۹۰۴
	زمان کاهش شتاب (میلی‌ثانیه)	۱۱۸/۵۵±۷۵/۰۹ ۱۳۲/۹۳±۵۰/۷۷	۰/۳۵۹	۰/۷۲۵	۹۶/۳۵±۲۵/۴۳ ۱۱۶/۵۷±۲۵/۸۰	۰/۸۳۴	۰/۴۲۱
	نرخ توسعهٔ اوج گشتاور (نیوتن متر بر میلی‌ثانیه)	۰/۰±۳۰/۱۰ ۰/۰±۲۸/۰۵	-۰/۴۳۲	۰/۶۷۲	۰/۰±۶۱/۲۹ ۰/۰±۴۱/۱۵۰	-۱/۷۳	۰/۱۰۵

*: معناداری در سطح P ≤ ۰/۰۵

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

ادامهٔ جدول ۱- مقایسهٔ متغیرهای توان متوسط عضلات، زمان شتاب‌گیری، زمان کاهش شتاب و نرخ توسعهٔ اوج گشتاور عضلات عمل‌کننده بر مفصل زانو در گروه‌های مبتدی و نخبه

گروه‌های عضلانی	نام متغیر	سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه			سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه		
		انحراف استاندارد ± میانگین حرفه‌ای مبتدی	t(۱۴)	سطح معناداری	انحراف استاندارد ± میانگین حرفه‌ای مبتدی	t(۱۴)	سطح معناداری
بازکنندهٔ زانو	توان متوسط عضلات (وات)	۲۰±/۳۵ ۱۵۹/۸۲ ۲۷±/۱۳ ۱۵۱/۳۰	-۰/۷۱۱	۰/۴۸۹	۲۷±/۲۷ ۲۹۹/۸۹ ۴۳±/۲۴ ۲۵۸/۰۶	-۲/۳۱	٭۰/۰۳۶
	زمان شتاب‌گیری عضلات (میلی‌ثانیه)	۵۰/۰۰ ۵۰±/۴۲ ۴۳/۷۵ ۱۶±/۸۵	-۰/۳۳۲	۰/۷۴۴	۳۳/۷۵ ۱۵±/۰۵ ۴۳/۷۵ ۱۸±/۴۶	۱/۱۸	۰/۲۵۶
	زمان کاهش شتاب (میلی‌ثانیه)	۷۷/۴۷±۵۰/۷۳ ۶۸/۴۲±۷۵/۵۷	-۰/۳۸۷	۰/۷۰۵	۸۳/۱۹±۷۵/۹۵ ۱۰۲/۴۴±۵۰/۳۲	۱/۰۹	۰/۲۹۴
	نرخ توسعهٔ اوج گشتاور (نیوتن متر بر میلی‌ثانیه)	۰/۰±۸۱/۲۱ ۰/۰±۷۳/۲۸	-۰/۶۲۴	۰/۵۴۳	۱/۰±۳۹/۳۶ ۱/۰±۱۴/۵۹	-۱/۰۰	۰/۳۳۷

*: معناداری در سطح P ≤ ۰/۰۵

در جدول شمارهٔ دو نتایج مربوط به میانگین و انحراف معیار و آزمون آماری متغیرهای توان متوسط عضلات، زمان شتاب‌گیری، زمان کاهش شتاب و نرخ توسعهٔ اوج گشتاور عضلات دورسی و پلنتار فلکسور ارائه شده است. نتایج آزمون آماری تفاوت معناداری را بین گروه‌های مبتدی و حرفه‌ای در متغیر زمان کاهش شتاب عضلات پلنتار فلکسوری در سرعت ۶۰ درجه نشان داد.

جدول ۲- مقایسهٔ متغیرهای توان متوسط عضلات، زمان شتاب‌گیری، زمان کاهش شتاب و نرخ توسعهٔ اوج گشتاور عضلات دورسی و پلنتار فلکسوری در گروه‌های مبتدی و نخبه

گروه‌های عضلانی	نام متغیر	سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه			سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه		
		انحراف استاندارد ± میانگین حرفه‌ای مبتدی	t(۱۴)	سطح معناداری	انحراف استاندارد ± میانگین حرفه‌ای مبتدی	t(۱۴)	سطح معناداری
دورسی فلکسور	توان متوسط عضلات (وات)	۱۱/۵۰ ۳±/۶۸ ۱۰/۳۸ ۲±/۳۲	-۰/۷۲۲	۰/۴۸۲	۱۳/۳±۹۴/۰۴ ۱۳/۳±۲۵/۵۴	-۰/۴۰۳	۰/۶۹۴
	زمان شتاب‌گیری عضلات (میلی‌ثانیه)	۵۷/۵۰ ۸±/۸۶ ۵۸/۷۵ ۱۳±/۵۶	۰/۲۱۸	۰/۸۳۰	۷۶±/۱۵ ۱۰۰/۰۰ ۹۳±/۱۹ ۱۴۰/۰۰	۰/۹۰	۰/۳۸۴
	زمان کاهش شتاب (میلی‌ثانیه)	۵۷/۲۱±۵۰/۲۱ ۸۲/۷۴±۵۰/۹۷	۰/۹۰۷	۰/۳۸۰	۸۰/۱۶±۰۰/۹۰ ۱۲۰/۵۸±۰۰/۷۹	۱/۸۴	۰/۰۸
	نرخ توسعه اوج گشتاور(نیوتن متر بر میلی ثانیه)	۰/۲۱ ۰±/۲۷ ۰/۱۰ ۰±/۰۳	-۱/۲۱۵	۰/۲۴۴	۰/۲۰ ۰±/۳۵ ۱/۱۸ ۱±/۸۲	۱/۳۹	۰/۱۸۷
پلنتار فلکسور	توان متوسط عضلات (وات)	۵۷/۷۰ ۸±/۸۵ ۵۳/۸۱ ۱۰±/۱۰	-۰/۸۱۸	۰/۴۲۷	۸۰/۳۸ ۱۷±/۹۱ ۸۰/۸۱ ۱۱±/۵۱	۰/۰۵۶	۰/۹۵۸
	زمان شتاب گیری عضلات (میلی‌ثانیه)	۵۳/۷۵ ۳۹±/۲۵ ۳۸/۷۵ ۱۴±/۵۷	-۱/۰۱	۰/۳۲۸	۴۲/۷±۸۵/۵۵ ۱۶۱±/۱۹ ۱۰۱/۲۵	۰/۹۵۳	۰/۳۵۸
	زمان کاهش شتاب (میلی‌ثانیه)	۵۰/۱۴±۰۰/۱۴ ۱۱۸/۵۳±۷۵/۳۰	۳/۵۲۶	*۰/۰۰۳	۱۰۳/۳۰±۷۵/۲۰ ۱۳۶/۳۸±۲۵/۸۹	۱/۸۶	۰/۰۸
	نرخ توسعه اوج گشتاور (نیوتن متر بر میلی ثانیه)	۰/۴۷ ۰±/۱۳ ۰/۴۴ ۰±/۱۵	-۰/۳۷۴	۰/۷۱۴	۰/۰±۶۱/۱۵ ۰/۶۸ ۰±/۱۹	۰/۷۲۱	۰/۴۸۴

*: معناداری در سطح P ≤ ۰/۰۵

در جدول شمارهٔ سه نتایج مربوط به میانگین و انحراف معیار و آزمون آماری متغیرهای توان متوسط عضلات، زمان شتاب‌گیری، زمان کاهش شتاب و نرخ توسعهٔ اوج گشتاور عضلات اینورتور و اورتور ارائه

شده است. نتایج آزمون آماری تفاوت معناداری را بین گروه‌های مبتدی و حرفه‌ای در متغیر زمان کاهش شتاب در هر دو سرعت ۶۰ و ۱۸۰ نشان داد. متغیر توان متوسط آزمودنی‌ها نیز در هر دو گروه عضلانی در سرعت ۱۸۰ معنادار بود.

جدول ۳- مقایسهٔ متغیرهای توان متوسط عضلات، زمان شتاب‌گیری، زمان کاهش شتاب و نرخ توسعهٔ اوج گشتاور عضلات اینورتور و اورتوری در گروه‌های مبتدی و نخبه

گروه‌های عضلانی	نام متغیر	سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه			سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه		
		انحراف استاندارد ± میانگین حرفه‌ای مبتدی	t(۱۴)	سطح معناداری	انحراف استاندارد ± میانگین حرفه‌ای مبتدی	t(۱۴)	سطح معناداری
اینورتور	توان متوسط عضلات (وات)	۱۶/۰۸ ۳±/۱۴ ۱۷/۶±۵۸/۵۵	۰/۵۸۴	۰/۵۶۹	۳۷/۱۰±۱۳/۷۰ ۱۹/۳±۹۶/۶۱	۴/۳	۰/۰۰۱*
	زمان شتاب‌گیری عضلات (میلی‌ثانیه)	۵۷/۱۰±۵۰/۳۵ ۵۲/۸±۵۰/۸۶	-۱/۰۳	۰/۳۱۷	۹۰/۴۵±۰۰/۶۶ ۸۷/۴۸±۵۰/۰۳	-۰/۱۰	۰/۹۱۷
	زمان کاهش شتاب (میلی‌ثانیه)	۱۱۰/۴۴±۰۰/۰۷ ۱۹۸/۹۰±۷۵/۷۸	۲/۴۸	۰/۰۲۶*	۲۱۱/۲۹±۲۵/۰۰ ۸۰/۱۸±۰۰/۵۱	-۱۰/۷۸	۰,۰۰۰*
	نرخ توسعهٔ اوج گشتاور (نیوتن متر بر میلی‌ثانیه)	۰/۰±۱۸/۰۳ ۰/۰±۱۶/۰۷	-۰/۶۰۱	۰/۵۵۸	۰/۰±۱۳/۰۳ ۰/۱۸ ۰±/۱۰	۱/۴۲	۰/۱۷۶
اورتور	توان متوسط عضلات (وات)	۱۳/۱±۵۸/۸۶ ۱۲/۲±۷۰/۳۹	-۰/۸۲۶	۰/۴۲۲	۲۳/۶±۳۱/۱۶ ۱۵/۲±۴۶/۲۵	۳/۳۸	۰/۰۰۴*
	زمان شتاب‌گیری عضلات (میلی‌ثانیه)	۸۵/۴۹±۴۹/۸۵ ۷۲/۳۶±۵۰/۱۵	-۰/۵۷۴	۰/۵۷۵	۹۱/۴۲±۲۵/۹۰ ۷۰/۱۸±۰۰/۵۱	-۱/۲۸	۰/۲۱۹
	زمان کاهش شتاب (میلی‌ثانیه)	۱۲۳/۵۹±۷۵/۷۴ ۲۱۷/۸۶±۵۰/۶۴	۲/۵۱	۰/۰۲۵*	۲۴۰/۵۰±۰۰/۹۹ ۱۳۳/۵۴±۷۵/۴۹	-۴/۲۰	۰/۰۰۱*
	نرخ توسعهٔ اوج گشتاور (نیوتن متر بر میلی‌ثانیه)	۰/۰±۱۵/۰۸ ۰/۰±۰۹/۰۳	-۱/۷۴۲	۰/۱۰۳	۰/۰±۰۹/۰۱ ۰/۱۲ ۰±/۰۵	۱/۱۲	۰/۲۷۸

*: معناداری در سطح $P \leq ۰/۰۵$

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف مقایسهٔ نیمرخ عملکرد ایزوکینتیکی عضلات مفصل زانو و مچ پا در اسکیت‌بازان مرد سرعتی حرفه‌ای و مبتدی انجام شد. نبود مطالعات مشخص دربارهٔ اسکیت‌بازان رده‌ها و سبک‌های گوناگون در ایران و سایر کشورها و همچنین یکسان‌نبودن پروتکل آزمون، نحوهٔ اجرا و نوع آزمون به‌کار گرفته‌شده، موجب شده است امکان مقایسه و بررسی مستقیم تأثیر نتایج با مطالعات مشابه فراهم نباشد؛ بنابراین، در این پژوهش سعی شده است نتایج مطالعاتی که به مقایسهٔ پارامترهای ایزوکینتیکی افراد حرفه‌ای و مبتدی پرداخته‌اند، با مطالعهٔ حاضر مقایسه شود.

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، به لحاظ اوج نسبی گشتاور عضلات بازکنندهٔ زانو در سرعت زاویه‌ای ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه بین دو گروه اسکیت‌بازان سرعتی مبتدی و حرفه‌ای تفاوت معنادار وجود داشت. اوج نسبی گشتاور اسکیت‌بازان حرفه‌ای در مقایسه با اسکیت‌بازان مبتدی بیشتر بود که نشان‌دهندهٔ اهمیت قدرت این عضلات در ورزش اسکیت سرعت است (۲۸، ۶). نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش فلسر و همکاران (۱۵) که قدرت عضلات بازکننده و خم‌کنندهٔ زانو را بر زمان و سرعت اسکیت مؤثر گزارش کرده بودند، همسوست، اما با نتایج پژوهش‌های وانگ و همکاران (۲۹) و لیو[1] و همکاران (۳۰) که نبود تفاوت میان گشتاورهای اوج و اوج نسبی قدرت بازکننده‌ها و خم‌کننده‌های زانوی اسکیت‌بازان نمایشی در سرعت زاویه‌ای ۶۰ و ۱۸۰ را گزارش کرده بودند، همخوانی ندارد. این نبود همخوانی احتمالاً به‌دلیل تفاوت در سبک و سطح آزمودنی‌های مطالعات ذکرشده با مطالعهٔ حاضر است؛ البته در پارامتر اوج نسبی گشتاور گروه عضلات اینورتور، اورتور، پلانتارفلکسور و دورسی فلکسور مچ پا بین اسکیت‌بازان سرعت مبتدی و حرفه‌ای در دو سرعت زاویه‌ای ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه تفاوت معنادار مشاهده نشد. به‌نظر می‌رسد نقش فاکتور قدرت عضلات مفصل زانو در اسکیت‌بازان بررسی‌شده در این مطالعه از بقیهٔ عضلات مهم‌تر باشد. با توجه به تعداد نمونه‌های بررسی‌شده در این مطالعه، انجام‌دادن پژوهشی با نمونهٔ زیاد می‌تواند به رد یا تأیید این فرضیه کمک کند.

نتایج آزمون آماری تفاوت معناداری را در متغیر توان متوسط بازکننده‌های زانو در گروه حرفه‌ای در سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه در مقایسه با گروه مبتدی نشان داد. این مقادیر در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه و در گروه‌های عضلانی اینورتور و اورتور نیز معنادار نبود، ولی در سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه عملکرد اسکیت‌بازان حرفه‌ای به‌طور معناداری از گروه مبتدی بهتر بود. توان متوسط عضلانی به‌عنوان یک شاخص میزان آمادگی عصبی-عضلانی برای تولید انقباض در سرعت‌های متفاوت است (۸، ۶، ۳).

1. Liu et all

نتایج این پژوهش با گزارش‌های چن[1] و همکاران (۳)، میلر[2] و همکاران (۱۴) و فلسر و همکاران (۱۵) که تفاوت در سرعت‌های زیاد را مبنی‌بر نیازمندی‌های ورزش اسکیت سرعت گزارش کرده بودند، همخوانی دارد، اما با پژوهش وانگ[3](۱۸) که کاهش توان خروجی در سرعت زیاد را گزارش دادند، همخوانی ندارد که می‌توان آن را ناشی از تفاوت در سرعت انتخابی، پروتکل و سطح فعالیت آزمودنی‌های مطالعهٔ حاضر با مطالعهٔ وانگ دانست.

در متغیر زمان کاهش شتاب در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه در گروه‌های عضلانی پلنتار فلکسور، اینورتور و اورتور، افراد مبتدی به‌طور معناداری دارای رکورد بیشتری بودند، اما با تغییر سرعت به ۱۸۰ درجه بر ثانیه رکوردهای گروه حرفه‌ای در گروه عضلانی اینورتور و اورتور به‌طور معناداری از گروه مبتدی بیشتر بود. در بیشتر پژوهش‌های پیشین به بررسی نقش پارامتر اوج گشتاور مفصل زانو و مچ پا پرداخته شده است و نقش پارامترهای دیگری همچون توان متوسط، زمان شتاب‌گیری مفصل، زمان کاهش گشتاور در رابطه با اسکیت سرعت بررسی نشده است؛ بنابراین، به تحلیل پژوهشگر مطالعهٔ حاضر بر نتایج فاکتور یادشده اکتفا می‌شود. ازآنجاکه بافت‌های بدن از نوع ویسکوالاستیک‌اند، پاسخ به بارگذاری آن‌ها به زمان وابسته است و در بارگذاری پایین‌تر به این دلیل که نیروی معینی طی مدت زمان طولانی‌تر روی بافت‌ها اعمال می‌شود، احتمال آسیب بافت کاهش می‌یابد (۳۱-۳۳). در مقایسهٔ پارامترهای ایزوکینتیکی بین دو سرعت انتخابی ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه در بین دو گروه مطالعه‌شده، نتایج تفاوت معناداری را در پارامترهای ایزوکینتیکی بین دو گروه بیشتر در سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه نشان داد. این یافته پیشنهاد طراحی تمرین‌های اسکیت‌بازان را در سرعت‌های زیاد در مقایسه با تمرین‌های با سرعت کم تأیید می‌کند. به‌نظر می‌رسد اختلاف در پارامترهای ایزوکینتیکی بین دو گروه مبتدی و نخبه در عضلات مفصل زانو، بیشتر با فاکتور قدرت و در عضلات ناحیهٔ مچ پا بیشتر با فاکتورهای مرتبط با قابلیت عصبی-عضلانی مرتبط باشد؛ بنابراین، به ورزشکاران و مربیان پیشنهاد می‌شود بر توسعه و بهبود فاکتورهای آمادگی عصبی-عضلانی عضلات مچ پا در مقایسه با زانو تأکید بیشتری داشته باشند. فاکتورهای عصبی-عضلانی زمان شتاب‌گیری، زمان کاهش شتاب و توان متوسط در مقایسه با اوج گشتاور گروه‌های عضلانی به هماهنگی عصبی-عضلانی بیشتری نیاز

1. Chen et all
2. Miller et all
3. Wang

دارند؛ بنابراین، می‌باید توجه به این فاکتورها به‌دلیل جلوگیری از آسیب و بهبود عملکرد در آماده‌سازی ورزشکاران مدنظر مربیان قرار گیرد.

از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به تعداد کم آزمودنی‌ها و اجرای آزمون تنها با دو سرعت زاویه‌ای ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه اشاره کرد. ازآنجاکه پروتکل‌های ارزیابی ایزوکینتیکی در دامنهٔ سرعت بسیار متفاوتی طراحی می شوند، براساس این نتایج نمی‌توان به‌طور قطع آن را به سرعت‌های متفاوت تعمیم داد؛ بنابراین، پیشنهاد می‌شود برای به‌دست‌آوردن نتایجی با توان آماری قوی‌تر، پژوهش‌های بعدی با تعداد آزمودنی و در دامنهٔ سرعتی متغیر بیشتری در این حوزه انجام شوند.

منابع

1. Naserpour H, Habibi H, Sadeghi H. The Effect of eight weeks of high intensive special preparation on selected biomechanical and anthropometrical parameters in young elite wrestlers. Journal of Sport Biomechanics. 2015; 1(1):35–44. (In Persian).
2. Allinger TL, van den Bogert AJ. Skating technique for the straights, based on the optimization of a simulation model. Medicine &amp Science in Sports &amp Exercise. 1997;29(2):279–86.
3. Chen WL, Su FC, Chou YL. Significance of acceleration period in a dynamic strength testing study. J Orthop Sports Phys Ther. 1994;19(6):324–30.
4. van Ingen Schenau GJ, Cavanagh PR. Power equations in endurance sports. J Biomech. 1990;23(9):865–81.
5. Koning JJ de, van Ingen Schenau GJ. Performance-determining factors in speed skating. In: Zatsiorsky VM. editor. Biomechanics in sport: Performance enhancement and injury prevention. Oxford, Malden, MA: Blackwell Science; 2000. p. 232–46 (Volume IX of the Encyclopaedia of sports medicine).
6. Quinn A, Lun V, McCall J, Overend T. Injuries in short track speed skating. Am J Sports Med. 2003;31(4):507–10.
7. Koning JJ de, Thomas R, Berger M, Groot G de, van Ingen Schenau GJ. The start in speed skating: From running to gliding. Medicine &amp Science in Sports &amp Exercise. 1995;27(12):1703–8.
8. Scattone-Silva R, Lessi GC, Lobato DFM, Serrão FV Acceleration time, peak torque and time to peak torque in elite karate athletes. Science & Sports. 2012;27(4):e31-e37.
9. Wang X. The lower muscles force features of elite short track athletes and regression analysis of their 500m results. Mechanical, Materials and Manufacturing Engineering. 2011;66-68:1574–8.
10. Rochcongar P. Evaluation isocinétique des extenseurs et fléchisseurs du genou en médecine du sport: revue de la littérature. Ann Readapt Med Phys. 2004;47(6):274–81.
11. Kraus JF, Conroy C. Mortality and morbidity from injuries in sports and recreation. Annu Rev Public Health. 1984; 5:163–92.
12. Zachazewski JE, Magee DJ, Quillen WS. Athletic injuries and rehabilitation. Philadelphia, Pa., London: Saunders; 1996. p. 12.

13. Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, Noyes FR. Plyometric training in female athletes. Decreased impact forces and increased hamstring torques. Am J Sports Med. 1996; 24(6):765–73.
14. Miller LE, Pierson LM, Nickols-Richardson SM, Wootten DF, Selmon SE, Ramp WK et al. Knee extensor and flexor torque development with concentric and eccentric isokinetic training. Res Q Exerc Sport. 2006;77(1):58–63.
15. Felser S, Behrens M, Fischer S, Heise S, Bäumler M, Salomon R et al. Relationship between strength qualities and short track speed skating performance in young athletes. Scand J Med Sci Sports. 2016;26(2):165–71.
16. Zhang XM, Xia JY. A Study on Strength and Training Characteristics of Elite Female Skaters. Paper presented at: international conference on applied mechanics and materials (ICAMM 2013); 2013 November 23-24; Zhuhai, China.
17. Zhang XM, Xia JY. The Comparative Study on Lower Limb Muscles between International and National Master Skating Athletes. Paper presented at: international conference on applied mechanics, materials and manufacturing (ICAMMM 2011); 2011 November 18-20; Shenzen, China.
18. Wang X. Research on Lower Muscle Strength Feature for Elite Speed Skaters in High Speed Gliding. Paper presented at: international conference on applied mechanics, materials and manufacturing (ICAMMM 2011); 2011 November 18-20; Shenzen, China.
19. MacWilliams BA, Wilson DR, DesJardins JD, Romero J, Chao EY. Hamstrings cocontraction reduces internal rotation, anterior translation, and anterior cruciate ligament load in weight-bearing flexion. J Orthop Res. 1999;17(6):817–22.
20. Siqueira CM, Pelegrini FRMM, Fontana MF, Greve JMD. Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors: comparative study among non-athletes, jumper athletes and runner athletes. Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo. 2002;57(1):19–24.
21. Magalhaes J, Oliveira J, Ascensao A, Soares J. Concentric quadriceps and hamstrings isokinetic strength in volleyball and soccer players. J Sports Med Phys Fitness. 2004; 44(2):119–25.
22. Weir JP, Evans SA, Housh ML. The effect of extraneous movements on peak torque and constant joint angle torque-velocity curves. J Orthop Sports Phys Ther. 1996; 23(5):302–8.
23. Bohannon RW, Gajdosik RL, LeVeau BF. Isokinetic knee flexion and extension torque in the upright sitting and semireclined sitting positions. Phys Ther. 1986; 66(7):1083–6.
24. Burnfield JM, Josephson KR, Powers CM, Rubenstein LZ. The influence of lower extremity joint torque on gait characteristics in elderly men. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2000;81(9):1153–7.
25. Calmels PM, Nellen M, van der Borne I, Jourdin P, Minaire P. Concentric and eccentric isokinetic assessment of flexorextensor torque ratios at the hip, knee, and ankle in a sample population of healthy subjects. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 1997;78(11):1224–30.

26. Ece Aydoğ, Sedat Tolga Aydoğ, Aytül Çakci, Mahmut Nedim Doral. Reliability of isokinetic ankle inversion- and eversion-strength measurement in neutral foot position, using the Biodex dynamometer. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2004; 12(5):478–81.
27. Brown LE. Isokinetics in Human Performance. : Human Kinetics; 2000. p. 11-25.
28. Wang X, editor. The lower muscles force features of elite short track athletes and regression analysis of their 500m results. Vol 66. : Trans Tech Publ; 2011. p. 47-56.
29. Wang X, Zhao J-p, Hual J, Li Y, Yang L-X. Research on the knee joint flexors and extensors strength characteristics of the male skaters of Chinese figure skating pairs mixed. China Winter Sports. 2012;6:10.
30. Liu W, LIU D-s, LIU F. Research on the knee joint strength of Chinese excellent figure skaters. China Winter Sports. 2011; 33:40.
31. Kulin RM, Jiang F, Vecchio KS. Effects of age and loading rate on equine cortical bone failure. J Mech Behav Biomed Mater. 2011;4(1):57–75.
32. Schaffler MB, Radin EL, Burr DB. Long-term fatigue behavior of compact bone at low strain magnitude and rate. Bone. 1990;11(5):321–6.
33. Brughelli M, Cronin J. Influence of running velocity on vertical, leg and joint stiffness: modelling and recommendations for future research. Sports Med. 2008;38(8):647–57.

ارجاع‌دهی

خالقی تازجی مهدی، فاضل‌زاده فرزانه، ناصرپور حمیدرضا، عباسی علی. مقایسهٔ نیمرخ عملکرد ایزوکینتیکی عضلات مفصل زانو و مچ پا در اسکیت‌بازان مرد سرعتی حرفه‌ای و مبتدی. مطالعات طب ورزشی. پاییز و زمستان ۱۳۹۸؛ ۱۱(۲۶)، ۶۲-۱۴۷.
شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/smj.2020.8383.1416

Khaleghi Tazji M, Fazelzadeh F, Naserpour H. R. Abbasi A. The Comparison of Isokinetic Performance Profile of Knee and Ankle Joint Muscles in Professional and Amateur Speed Skaters. Sport Medicine Studies. Fall & Winter 2020; 11 (26): 147-62. (Persian).
Doi: 10.22089/smj.2020.8383.1416

The Comparison of Isokinetic Performance Profile of Knee and Ankle Joint Muscles in Professional and Amateur Speed Skaters

M. Khaleghi Tazji[1], F. Fazelzadeh[2], H. R. Naserpour[3], A. Abbasi[4]

1. Assistant Professor, Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Iran (Corresponding Author)
2. Master of Science, Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Azad University, Karaj. Iran.
3.Ph.D. Student of Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Iran.
4. Assistant Professor, Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Iran.

Received Date:2020/02/17 Accepted Date: 2020/11/01

Abstract

This study proposed to compare the isokinetic performance profile of knee and ankle joint muscles in professional and amateur speed skaters. Sixteen speed skaters divided into two groups of amateurs and professionals were included in this survey. Isokinetic parameters of ankle and knee joints evaluated by using the Biodex isokinetic dynamometer. Shapiro-Wilk and independent t-test were applied for statistical analysis at the significant level of $\delta \leq 0.05$. Independent sample t-test results showed a significant difference in isokinetic parameters such as the power of knee extensor muscle (P=0.036), power (P=0.001) and deceleration time (P=0.000) in inversion and eversion movement between amateur and professionals. It seems that the significant difference between professional and amateur speed skaters in isokinetic parameters is related to neuromuscular ability (power and deceleration time of invertor and evertor muscles groups). It is suggested that these parameters be considered in the training of this group of athletes.

Key words: Isokinetic, Knee, Ankle, Skate.

1. Email: mehdikhaleghi60@yahoo.com
2. Email: farzane_fazelzadeh@yahoo.com
3. Email: hamidreza.naserpour@gmail.com
4. Email: abbasi.bio@gmail.com