



تأثیر نسبت طول اندام تحتانی بر چرخه‌ی کشش - انقباض در اجرای پرش ضد حرکت در بین دانشجویان تربیت‌بدنی دختر دانشگاه شهید باهنر کرمان

فائزه پاکروان^۱، محمدتقی امیری خراسانی^{۲*}، محمدرضا امیر سیف‌الدینی^۳

۱. کارشناس ارشد بیومکانیک ورزشی دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲ و ۳. استادیار بیومکانیک ورزشی دانشگاه شهید باهنر کرمان

دریافت ۸ دی ۱۳۹۳؛ پذیرش ۲۰ تیر ۱۳۹۴

چکیده

زمینه و هدف: از جمله دلایلی که موجب شده است تا ورزشکاران نتوانند در رشته‌های ورزشی خاص به حداکثر قابلیت خود در پرش عمودی برسند، می‌توان به عدم توجه به عوامل تأثیرگذار بر پرش عمودی یا توجه بیش از حد بر جنبه‌های خاصی از مهارت اشاره کرد (حسینی و کاماسی، ۱۳۷۴: ۱۳، هی^۱، ۱۹۷۵: ۶۸). هدف از اجرای این پژوهش بررسی اثر نسبت طول اندام تحتانی بر چرخه‌ی کشش-انقباض در اجرای پرش عمودی ضد حرکت بود.

روش بررسی: ۱۵ دانشجوی با نسبت طول قد نشسته‌ی کمتر از ۵۲ درصد (گروه ۱) و ۱۷ دانشجو با نسبت طول قد نشسته‌ی بیشتر از ۵۵ درصد (گروه ۲) در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند. پای غالب همه‌ی آزمودنی‌ها پای راست بود و همه‌ی آنها از لحاظ قدرت عضلات بازکننده‌ی زانو و سابقه‌ی ورزشی همسان شدند. این افراد فاقد هرگونه آسیب یا بیماری در ناحیه‌ی اندام تحتانی بودند. ابتدا اندام‌های لگن، ران، ساق و مچ پا در سمت راست بدن با استفاده از مارکرهای کروی منعکس‌کننده‌ی نور علامت‌گذاری شدند. سپس با استفاده از سیستم MOTION ANALYSIS 3D شش دوربین متغیرهای کینماتیکی پرش ضد حرکت (تغییرات زاویه و سرعت و زمان‌بندی پرش) آزمودنی‌ها اندازه‌گیری و ثبت گردید. برای تحلیل آماری از آزمون Independent Sample T-test با سطح معنی‌داری $\alpha = 0.05$ استفاده شد.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان دادند که سرعت انقباض اکسنتریک عضلات بازکننده‌ی زانو در گروه ۱ و ۲ به ترتیب برابر با $118/68 \pm 127/01$ و $119/64 \pm 23/77$ بود که اختلاف بین آنها معنی‌دار نبود ($P = 0/281$). همچنین سرعت انقباض کانسنتریک عضلات بازکننده‌ی زانو در گروه ۱ و ۲ به ترتیب برابر با $35/36 \pm 266/37$ و $255/94 \pm 26/89$ بود که اختلاف بین آنها نیز معنی‌دار نبود ($P = 0/280$).

نتیجه‌گیری: بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که نسبت طول اندام تحتانی بر چرخه‌ی کشش-انقباض اثر چندانی ندارد و عاملی تعیین‌کننده در به‌کارگیری کارآمدتر چرخه‌ی کشش-انقباض نیست.

واژگان کلیدی

طول قد نشسته

چرخه کشش - انقباض

طول اندام تحتانی

پرش ضد حرکت

قدرت عضلانی

1. Hay, James (1975)

* اطلاعات نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۳۱۹۹۹۱۴۳

✉ پست الکترونیکی: uk.ac.irAmirikhorasanian@

مقدمه

در ۵۰ سال گذشته، افزایش قدرت عضلانی برای اجرای بهتر مهارت‌های ورزشی موضوعی مورد توجه بوده که در خصوص آن تحقیقات بسیاری به عمل آمده است، اما در زمینه‌ی توسعه‌ی توان انفجاری و تأثیر آن در عملکرد ورزشی اطلاعات کمتری در دست است. با توجه به اهمیت دستیابی به حداکثر ارتفاع در مهارت پرش عمودی به‌عنوان تست توان انفجاری و مکانیزم تداوم در دستیابی و نگهداری حداکثر ارتفاع در طول فعالیت‌های ورزشی همچون والیبال، بسکتبال و هندبال، توجه محققان از جنبه‌های متفاوتی به شناسایی و مطالعه‌ی متغیرهای تأثیرگذار بر ارتفاع پرش عمودی، معطوف شده است (هی، ۱۹۷۵: ۶۸، کلین^۱، ۱۹۸۸: ۴۲، رابرتی و اسکوت^۲، ۱۹۹۹: ۹۰).

از آنجایی که ارتفاع پرش عمودی به فرایندهای فیزیولوژیکی سیستم‌های عصبی-عضلانی و پارامترهای کینماتیکی و کینماتیکی وابسته است (هاگوناور، لیگنر^۳، ۲۰۰۵: ۲۳۶، کووالسکی^۴، ۲۰۰۳: ۵۱، پاسوک، ارلین^۵، ۲۰۰۱: ۳۵۴) بررسی عوامل تأثیرگذار در اجرای بهینه‌ی پرش عمودی و در اجرای مهارت‌هایی چون والیبال و بسکتبال که دستیابی به ارتفاع بیشتر بر میزان موفقیت تأثیرگذار است، مورد توجه محققان قرار گرفته است (کومی^۶، ۱۹۸۴: ۸۹، ورل، اسمیت^۷، ۱۹۹۴: ۱۵۴، پاسوک، ارلین، ۲۰۰۱: ۳۵۴).

با توجه به اینکه ویژگی‌های جسمانی بدن یکی از عوامل تعیین‌کننده و مؤثر در رسیدن ورزشکاران به نقطه اوج در اجرای مهارت‌های ورزشی به شمار می‌رود، شناسایی میزان تأثیر آن مورد توجه استعدادیاب‌ها، محققان، مربیان، ورزشکاران و دست‌اندرکاران امور ورزش حرفه‌ای می‌باشد. در حقیقت اگرچه ابعاد و فیزیک بدنی تنها جزء لازم و ضروری برای بهبود و افزایش سطح مهارت بازیکنان نیست، ولی به‌عنوان پیش‌نیازی برای موفقیت شرکت‌کنندگان در ورزش محسوب می‌شود و می‌توان گفت که خصوصیات و ابعاد فیزیکی ورزشکاران از جمله فاکتورهای تأثیرگذار بر سطح عملکردی بازیکنان بوده و به‌عنوان یکی از عوامل برتری یک ورزشکار نسبت به ورزشکار دیگر شناخته شده است (نیگ،

هرزوینگ^۸، ۱۹۹۴: ۵۴). طول اندام تحتانی ورزشکاران را می‌توان یکی از این فاکتورها دانست، اما متأسفانه مطالعات در زمینه‌ی، تأثیر طول اندام بر عوامل زمینه‌ساز عملکرد بهینه ورزشی بسیار محدودند.

یکی دیگر از عوامل مؤثر بر اکثر مهارت‌ها و اجراهای ورزشی، به‌ویژه عملکرد پرش عمودی، چرخه کشش-انقباض^۹ است. این چرخه شامل سه مرحله است: (الف) مرحله انقباض برون‌گرا یا انقباض اکسنتریک^{۱۰} (فاز منفی)^{۱۱}،

(ب) مرحله استراحت (استهلاک) که به آن زمان مکث^{۱۲} هم گفته می‌شود،

(ج) مرحله انقباض درون‌گرا یا انقباض کانسنتریک^{۱۳} (فاز مثبت)^{۱۴}؛ مرحله‌ی سوم به‌طور خاص در پرش‌ها تیک آف^{۱۵} نام دارد (رابرگز^{۱۶}، ۱۹۹۹: ۱۴۰۲).

الگوی انقباض اکسنتریکی را که بدون وقفه به‌وسیله انقباض کانسنتریکی ادامه می‌یابد، چرخه کشش-انقباض می‌گویند (کومی، ۱۹۸۶: ۶۳). در اجرای اکثر فعالیت‌ها و حرکات کل بدن، از جمله راه رفتن نسبتاً آهسته، از چرخه‌ی کشش-انقباض استفاده می‌گردد. با وجود این، استفاده از چرخه‌ی کشش-انقباض در حرکاتی که مستلزم انجام حرکت نوسانی رو به عقب می‌باشد، مشهودتر است. برای مثال، هنگام تاب دادن چوب گلف، حرکت نوسانی رو به عقب چوب گلف با انقباض اکسنتریک همان عضلاتی که به دنبال آن برای ایجاد حرکت نوسانی رو به پایین به‌صورت درون‌گرا منقبض می‌شوند، متوقف می‌شود. مرحله برون‌گرایی حرکت نوسانی به‌طرف عقب معمولاً با آغاز چرخش تنه به سمت عقب و قبل از کامل شدن حرکت نوسانی به‌طرف عقب تشدید می‌شود (کومی^{۱۷}، ۱۹۹۲: ۱۰۲).

در این تحقیق تلاش شد تا با بررسی عوامل دخیل در بهبود چرخه کشش-انقباض، موجب بهبود عملکرد و رسیدن به موفقیت ورزشی در بسیاری از رشته‌های ورزشی

8. Nigg, B. and W. Herzog (1994)

9. Stretch-Shortening Cycle (SSC)

10. Eccentric Contraction

11. Negative Phase

12. Pause Time

13. Concentric Contraction

14. Positive Phase

15. Takeoff

16. Rabrgz , Rabrtv and Roberts , Scott (1999)

17. Komi, P. (1992)

1. Klein, Jensen (1988)

2. Rabrgz , Rabrtv and Roberts , Scott (1999)

3. Haguenaer, M. Legreneur, P. (2005)

4. Kowalski, C.A. (2003)

5. Paasuke, M. Ereline, J. Gapeyeva, H. (2001)

6. Komi P.V. (1984)

7. Worrell, TW. Smith, TL. (1994)

(رابطه ۱)

$$Power\ normalized = \frac{Power}{Weight}$$

سپس از طریق رابطه‌ی ذیل نسبت قد نشسته هر شخص را به دست آوردیم (بوگین و وارلاسیلوا، ۲۰۱۰: ۱۰۵۰)

(رابطه ۲)

$$SHR (Sitting\ Height\ Ratio) =$$

$$\frac{Sitting\ Height}{Total\ Height} * 100$$

سپس آزمودنی‌ها را به سه گروه بالاتنه بلند ($SHR \geq 55$)، بالاتنه کوتاه ($SHR < 50$)، و دارای نسبت مناسب طول اندام تحتانی به فوقانی ($50 < SHR < 55$) تقسیم کردیم (بوگین و وارلاسیلوا^۳، ۲۰۱۰: ۱۰۴۷). افرادی که از نسبت مناسب اندام تحتانی به فوقانی برخوردار بودند را از تحقیق حذف کرده و گروه بالاتنه بلند و بالاتنه کوتاه را برای بررسی‌های بعدی انتخاب کردیم.

معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از: (۱) جنسیت دختر. (۲) دانشجویی در حال تحصیل در رشته‌ی تربیت‌بدنی دانشگاه شهید باهنر کرمان.

معیارهای خروج از تحقیق به این صورت بود: (۱) نداشتن شاخص نسبت طول اندام تحتانی کمتر از ۵۰ سانتی‌متر برای گروه بالاتنه کوتاه و بیشتر از ۵۵ سانتی‌متر برای گروه بالاتنه بلند (بوگین و وارلاسیلوا، ۲۰۱۰: ۱۰۴۷)؛ (۲) نداشتن میانگین قدرت نرمالیز شده‌ی عضلات اندام تحتانی $1/33 \pm 0/34$ کیلوگرم، تا توانایی استفاده از چرخه‌ی کشش-انقباض تحت تأثیر قدرت عضلات پا قرار نگیرد (کومی، ۱۹۸۴: ۱۲۰)؛ (۳) نداشتن میانگین سابقه‌ی ورزشی برابر با $14/29 \pm$ ماه $38/72$ برای گروه بالاتنه کوتاه و $27/27 \pm 46/43$ ماه برای گروه بالاتنه بلند، چرا که مهارت در رشته‌های ورزشی مختلف، می‌تواند انجام پرش ضد حرکت^۴ را بهبود بخشد (کومی، ۱۹۸۴: ۸۱) (حرفه‌ای‌ها و آماتورها حذف شدند)؛ (۴) داشتن سابقه‌ی عمل جراحی، دردهای حاد یا مزمن در اندام تحتانی و بیماری‌های عصبی، عضلانی و اسکلتی در اندام تحتانی؛ (۵) ابتلا به آسیب‌دیدگی در اندام تحتانی در طول دوره‌ی انجام تست گیری؛ (۶) عدم ادامه تحقیق از سوی آزمودنی به هر دلیلی.

شویم و به این سؤال پاسخ دهیم که آیا نسبت طول اندام تحتانی^۱ (SHR) بر عملکرد چرخه کشش-انقباض تأثیری دارد؟ تا با فرض وجود این اثر، معیاری برای انتخاب افراد در رشته‌های ورزشی که چرخه‌ی کشش-انقباض از عوامل اصلی آن به شمار می‌رود، در نظر بگیریم و همچنین با انجام حرکات کارآمدتر و سریع‌تر به بهبود تکنیک چنین حرکاتی کمک کنیم.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی و از لحاظ هدف، کاربردی است. جامعه آماری این تحقیق را کلیه‌ی دانشجویان تربیت‌بدنی دختر دانشگاه شهید باهنر کرمان تشکیل دادند. نمونه آماری شامل دو گروه بودند. گروه اول شامل ۱۵ دانشجوی دختر سالم با میانگین جرم بدن $57/00 \pm 10/14$ کیلوگرم و نسبت طول اندام تحتانی $49/87 \pm 0/28$ سانتی‌متر و گروه ۲ شامل ۱۷ دانشجوی دختر سالم با میانگین جرم بدن $59/51 \pm 11/86$ کیلوگرم و نسبت طول اندام تحتانی $55/64 \pm 0/67$ سانتی‌متر بودند. کلیه‌ی افراد به‌صورت نمونه‌گیری هدف‌دار از بین ۸۶ نفر دانشجوی دختر تربیت‌بدنی دانشگاه شهید باهنر کرمان انتخاب شدند.

برای انتخاب آزمودنی‌های مورد نظر، پس از اندازه‌گیری طول قد نشسته، طول قد ایستاده، جرم بدن و قدرت عضلات بازکننده‌ی زانو، داده‌ها برای مقایسه و همسان‌سازی به نرم‌افزار SPSS 21 منتقل شدند. از آنجا که قدرت عضلات اندام تحتانی و سابقه‌ی ورزشی افراد می‌تواند در چرخه‌ی کشش-انقباض اندام تحتانی آنها اثرگذار باشد (کومی، ۱۹۸۴: ۱۲۰، کومی، ۱۹۸۴: ۸۱)، با استفاده از آزمون کلموگروف-اسپیرنف و شاپیروویلیک و سپس آزمون Independent Sample T-test نرمالیتی آنها را بررسی کردیم. ابتدا آنها را از لحاظ سابقه‌ی ورزشی همسان کردیم به‌طوری‌که افراد آماتور و حرفه‌ای را از نمونه‌ی خود حذف کردیم. سپس برای نرمالیزه کردن قدرت و مقایسه‌ی صحیح قدرت بین گروه‌ها، قدرت عضلات را به وزن بدن تقسیم (رابطه‌ی ۱) (روبینسون و نی^۲، ۲۰۰۷: ۲۳۲) و آزمودنی‌های باقیمانده را از لحاظ قدرت نرمالیز شده‌ی اندام تحتانی نیز همسان کردیم.

³. Bogin, Barry. Varela-Silva, Maria Inês (2010)

⁴. Counter Movement Jump (CMJ)

¹. Sitting Height Ratio (SHR)

². Robinson, R. and R. Nee (2007)



تصویر ۱: محل قرارگیری مارکرهای انعکاسی

دوره‌ی زمانی انقباض کانسنتریک عضلات قدامی ران پا در طول پرش عمودی ضد حرکت، از لحظه‌ای که زاویه‌ی زانو در حال افزایش بود تا حداکثر اکستنشن کامل مفصل زانو تعریف شد (سیمونسن و همکاران، ۱۹۹۵: ۲۹۳) و برای اندازه‌گیری سرعت زاویه‌ای انقباض کانسنتریک، اختلاف‌زمان و زاویه‌ی مفصل زانو در لحظه‌ی شروع صعودی زاویه‌ی زانو تا لحظه‌ی رسیدن زانو به حداکثر ممکن را محاسبه کرده و به‌طور مشابه در رابطه‌ی (۳) قرار دادیم.

تصویر نشان‌گرها هنگام پرش با استفاده از سیستم سه بُعدی Motion Analysis به همراه ۶ دوربین اپتوالکترونیک ضبط شد. این سیستم قادر به فیلم‌برداری سه بُعدی تا ۹۰۰ فریم در ثانیه می‌باشد. برای این تحقیق فرکانس دوربین‌ها ۱۲۰ هرتز در نظر گرفته شد (رودن بوسچ و همکاران^۵، ۲۰۱۳: ۲۱۸۵) (مورنو، مندس^۶، ۲۰۱۱: ۱۶۷۵) (تولچین، اورندورف^۷، ۲۰۱۰: ۴۴۶). چیدمان دوربین‌ها به نحوی بود که هر مارکر در هر لحظه حداقل توسط دو دوربین رؤیت می‌شد (تصویر ۲). داده‌های ضبط‌شده در محیط نرم‌افزار CORTEX نسخه ۲/۵ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

قبل از شروع تحقیق، روش و هدف برای آزمودنی‌ها شرح داده شد و رضایت‌نامه‌ی کتبی از آنها اخذ گردید. برای اندازه‌گیری متغیرهای کینماتیکی پرش ضد حرکت، مارکرهای کروی انعکاسی پسیو بر روی نقاط خار خاره قدامی فوقانی (ASIS)، بخش خارجی مفصل زانو و قوزک خارجی مفصل مچ پا در سمت پای برتر آزمودنی‌ها با استفاده از چسب دوطرفه فیکس شدند (بوبرت^۱، ۱۹۸۶: ۵۶۶) (تصویر ۱). آزمودنی‌ها در منطقه‌ی مشخص شده قرار می‌گرفتند و در حالی که دست‌هایشان به کمر بود (همت‌فر، بهپور، حسونند، ۱۳۹۰: ۱۲)، پرش ضد حرکت را انجام می‌دادند. متغیرهای کینماتیکی پرش در طول مدت شروع حرکت تا ادامه حرکت پس از پرش ثبت شد. برای هر نفر ۳ تکرار اجرا شد که بین هر تکرار ۵ ثانیه استراحت داده می‌شد (هارمان^۲، ۱۹۹۰: ۸۲۵). بهترین پرش از لحاظ بیشترین سرعت انقباض اکسنتریک برای تحلیل‌های بعدی انتخاب می‌شد.

دوره‌ی زمانی انقباض اکسنتریک عضلات قدامی ران پا در طول پرش عمودی ضد حرکت، از ابتدای حرکت تا حداکثر فلکشن مفصل زانو (حداقل زاویه‌ی بین ران و ساق پا) تعریف شد (سیمونسن، پولسن^۳، ۱۹۹۵: ۲۹۳) و برای اندازه‌گیری سرعت زاویه‌ای انقباض اکسنتریک، اختلاف‌زمان و زاویه‌ی مفصل زانو در لحظه‌ی شروع حرکت و در لحظه‌ی رسیدن زانو به حداقل زاویه‌ی ممکن را محاسبه کرده و در رابطه‌ی ذیل قرار دادیم:

$$\text{Angular Velocity} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad (\text{رابطه ۳})$$

(لینترون^۴، ۲۰۰۱: ۱۷)

^۱. Bobbert, M. F. Mackay, M. D. Huijing, Schinkelshoek, P. A. and Schenau, G. J. van Ingen (1986)

^۲. Harman, Everett A. Rosenstein, Michael T. Frykman, Peter N. Rosenstein, Richard M. (1990)

^۳. Simonsen, Voigt. poulsen, Dyhre. Klausen (1995)

^۴. Linthron, Nicholas (2001)

^۵. Rodenbusch, T.L.M (2013)

^۶. Moreno, C.C. Mendes, L.A. Lindquist, A.R. (2011)

^۷. Tulchin, K., M. Orendurff, and L. Karol (2010)



تصویر ۲: وضعیت قرارگیری ۶ دوربین اپتوالکترونیک

نتایج

ویژگی‌های آزمودنی‌ها شامل سن، قد، جرم بدن، قدرت نرمالیز شده‌ی اندام تحتانی، شاخص SHR و سابقه ورزشی در جدول ۱ نمایش داده شده‌اند. برای همسان‌سازی دو گروه از آزمون تی مستقل استفاده شد که نتایج تفاوت معنی‌داری را بین پارامترهای اندازه‌گیری شده (به‌استثناء سابقه‌ی ورزشی) نشان نداد (جدول ۱) که بعد از همسان‌سازی آزمودنی‌ها از لحاظ سابقه ورزشی، آزمودنی‌های خارج از دامنه موردنظر، از مطالعه حذف شدند.

برای کاهش نویز داده‌ها از فیلتر پایین گذر Butterworth با فرکانس ۶ هرتز استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون T-test Independent Sample و Multivariate در محیط نرم‌افزاری Spss-19 و سطح معنی‌داری $\alpha = 0.05$ استفاده شد.

جدول ۱: ویژگی‌های بالینی و دموگرافیکی آزمودنی‌ها

| شاخص | گروه | میانگین | انحراف استاندارد |
|------------------------------|---------------|---------|------------------|
| سن | بالاتنه بلند | ۲۲/۴ | ۲/۵۷ |
| (سال) | بالاتنه کوتاه | ۲۱/۸ | ۱/۳۸ |
| قد | بالاتنه بلند | ۱۶۲/۵۴ | ۵/۵۱ |
| (سانتی‌متر) | بالاتنه کوتاه | ۱۶۵/۳۸ | ۶/۰۳ |
| جرم بدن | بالاتنه بلند | ۵۷/۰۰ | ۱۰/۱۴ |
| (کیلوگرم) | بالاتنه کوتاه | ۵۹/۵۱ | ۱۱/۸۶ |
| قدرت نرمالیز اندام تحتانی | بالاتنه بلند | ۱/۲۷ | ۰/۳۳ |
| | بالاتنه کوتاه | ۱/۴۰ | ۰/۳۵ |
| نسبت طول اندام تحتانی (درصد) | بالاتنه بلند | ۴۹/۸۷ | ۰/۲۸ |
| | بالاتنه کوتاه | ۵۵/۶۴ | ۰/۶۷ |
| سابقه ورزشی (ماه) | بالاتنه بلند | ۴۳/۴۶ | ۲۷/۲۷ |
| | بالاتنه کوتاه | ۳۸/۷۲ | ۱۴/۲۹ |

جدول ۲: متغیرهای زاویه‌ای زانو در صفحه فرونتال در حین اجرای پرش ضد حرکت

| متغیر | گروه بالاتنه بلند | گروه بالاتنه کوتاه | P |
|--|-------------------|--------------------|-------|
| زاویه در لحظه شروع حرکت (درجه) | ۱۷۴/۴۱±۲/۳۳ | ۱۷۶/۰۳±۱/۹۴ | ۰/۰۴* |
| زاویه در لحظه پایانی انقباض اکسنتریک (درجه) | ۱۰۴/۱۷±۱۵/۱۶ | ۹۹/۵۸±۱۳/۵۸ | ۰/۳۷ |
| زاویه واروس در لحظه پایانی انقباض کانسنتریک (درجه) | ۱۷۴/۱۸±۲/۰۱ | ۱۷۴/۲۷±۱/۴۳ | ۰/۸۷ |

افزایش مقادیر نشان‌دهنده اکستنشن زانو و کاهش مقادیر نشان‌دهنده فلکشن زانو
*اختلاف آماری معنادار ($P \leq 0/05$)

در جدول ۳ مشاهده می‌کنید که سرعت انقباض اکسنتریک و سرعت انقباض کانسنتریک به یکدیگر وابسته نیستند.

جدول ۳: آزمون همبستگی سرعت انقباض اکسنتریک و سرعت انقباض کانسنتریک

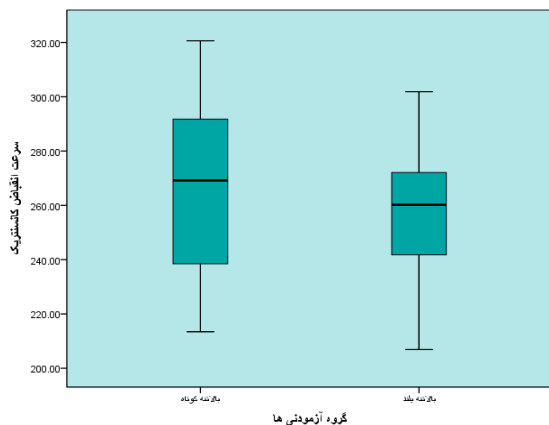
| ضریب همبستگی پیرسون | سرعت انقباض اکسنتریک | سرعت انقباض کانسنتریک | Sig |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|------|
| سرعت انقباض اکسنتریک | ۱ | ۰/۲۳ | ۰/۱۹ |
| سرعت انقباض کانسنتریک | ۰/۲۳ | ۱ | ۰/۱۹ |

بنابر یافته‌های آزمون آماری، سرعت انقباض کانسنتریک در دو گروه بالاتنه بلند و بالاتنه کوتاه برابر است ($Sig=0.352$) و همچنین واریانس، سرعت انقباض کانسنتریک در دو گروه بالاتنه بلند و بالاتنه کوتاه یکسان است ($Sig=0.280$).

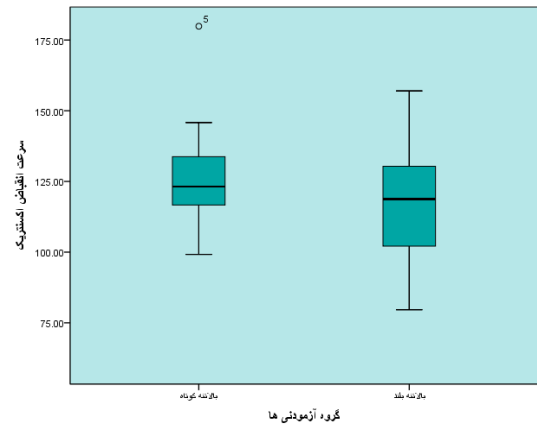
نمودار ۱ و ۲ سرعت انقباض اکسنتریک و کانسنتریک عضلات بازکننده‌ی زانو را برای هر دو گروه نشان می‌دهد. همان‌گونه که در نمودارها مشاهده می‌شود، اختلاف بین سرعت‌ها در دو گروه معنادار نیست.

با توجه به جدول ۳، عدم همبستگی بین سرعت انقباض اکسنتریک و سرعت انقباض کانسنتریک تأیید می‌شود، بنابراین نیازی به استفاده از آزمون‌های چند متغیره نمی‌باشد.

بر اساس یافته‌های آزمون آماری، سرعت انقباض اکسنتریک در دو گروه بالاتنه بلند و بالاتنه کوتاه برابر است ($Sig=0.342$) و همچنین واریانس، سرعت انقباض اکسنتریک در دو گروه بالاتنه بلند و بالاتنه کوتاه یکسان است ($Sig=0.281$).



نمودار ۲: میانگین و انحراف معیار سرعت انقباض اکسنتریک عضلات بازکننده‌ی زانو



نمودار ۱: میانگین و انحراف معیار سرعت انقباض کانسنتریک عضلات بازکننده‌ی زانو

بحث

۲- تأثیر نسبت طول اندام تحتانی بر مفصل زانو در ایجاد

گشتاور

نیروی تولید شده توسط عضله در مفاصل به دو مؤلفه گشتاوری و تثبیت کننده‌گی تجزیه می‌گردد. این مؤلفه‌ها با تغییر زاویه مفصل تغییر می‌کنند. از ضرب مؤلفه گشتاوری در طول بازوی گشتاور می‌توان گشتاور عضله در زوایای مختلف از مفصل را محاسبه نمود. با توجه به میزان گشتاور عضله، میزان مقاومت موجود در مفصل سه نوع انقباض با ویژگی‌های متفاوت به وجود می‌آید. در زمان حرکت مرکز ثقل پرش کننده به سمت بالا زمانی که سرعت زاویه‌ای و گشتاور عضله در یک جهت باشند انقباض از نوع کانسنتریک است. انقباض اکسنتریک هم وقتی به وجود می‌آید که پرش کننده مرکز ثقل خود را به سمت زمین آورده حالتی که در آن گشتاور عضله و سرعت زاویه‌ای مختلف جهت باشد. در عضلات زانو که دو مفصله‌اند، گشتاور تولیدی توسط عضله در دو انتها به گونه‌های متفاوت تقسیم می‌گردد و در یک انتها انقباض کانسنتریک و در انتهای دیگر انقباض از نوع اکسنتریک رخ دهد. فواید و مزایای اصلی عضلات دو مفصله در انجام این گونه حرکات این است که به جای این که تنش در دو عضله تولید شود ترجیحاً در یک عضله تولید می‌گردد که با انجام این کار از هدر رفتن انرژی جلوگیری می‌شود. همچنین دامنه طبیعی عملکردی تقریباً ۱۰ تا ۱۳۰ درصد از طول استراحتی در عضله دو مفصلی باعث می‌شود که انعطاف بیشینه‌ای در تولید تنش داشته باشد (سیمونسن و همکاران، ۱۹۹۵: ۲۹۳) (آندرسون، پاندی^۳ ۱۹۹۳: ۱۴۱۳).
حال با توجه به توضیحات بالا می‌توان نتیجه گرفت که ممکن است نسبت طول اندام تحتانی روی چرخه‌ی کشش- انقباض در مفصل بالاتر یعنی مفصل ران اثرگذار باشد.

بوبرت و همکاران (۱۹۹۶: ۵۷۰) ارتفاع پرش را در دو نوع پرش ضد حرکت و پرش اسکوات مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که پرش ضد حرکت نسبت به پرش اسکوات، ارتفاع پرش بیشتری را سبب می‌شود. که این نتیجه خود گواهی بر اهمیت چرخه‌ی کشش- انقباض در اجرای مهارت‌های مختلف است. خوشبختانه توانایی استفاده از چرخه‌ی کشش- انقباض با تمرین بهبود پیدا می‌کند، همان‌طور که ولف گانگ تاوب^۴ (۲۰۱۲: ۶۷۱) گزارش کرد

برای انجام هر کار معین، حرکاتی که از چرخه کشش- انقباض استفاده می‌کنند، ممکن است نسبت به حرکاتی که فقط از انقباضات کانسنتریک استفاده می‌کنند مؤثرتر (از نظر اجرا) و کارآمدتر (از نظر مصرف انرژی) باشند. (دایمون، جان^۱، ۲۰۱۰: ۴).

در این تحقیق، متغیرهای دو پارامتر حداکثر سرعت انقباض اکسنتریک و حداکثر سرعت انقباض کانسنتریک شامل زمان و مقدار حداکثر فلکشن زانو و حداکثر اکستنشن زانو در انقباضات به ترتیب اکسنتریک و کانسنتریک در اجرای پرش ضد حرکت دانشجویان تربیت‌بدنی مورد بررسی قرار گرفت. بحث این موضوع در دو حیطه‌ی مجزا قابل تأمل است که شامل:

۱- تأثیر نسبت طول اندام تحتانی بر زاویه مفصل در

پرش

در ابتدای شروع پرش ضد حرکت مفصل زانو تقریباً در وضعیت باز شده کامل قرار دارد. در این وضعیت مؤلفه تثبیتی بزرگ‌تر از مؤلفه دورانی است. همان‌طور که مفصل زانو از وضعیت باز شده خم می‌شود، مؤلفه تثبیتی به‌طور پیش رونده‌ای کاهش یافته و مؤلفه دورانی به‌طور پیش رونده‌ای افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که در نقطه انتهایی و زمانی که زاویه زانو تقریباً ۹۰ درجه است، مؤلفه تثبیتی نیز صفر می‌باشد. خم کردن بیشتر مفصل زانو (بیش از ۹۰ درجه) باعث می‌شود که مؤلفه نیروی عضله که در راستای محور چرخش قرار دارد، به دور از محور چرخش هدایت شود. به‌عبارت دیگر، این عمل منجر به دررفتگی ناقص مفصل و کاهش تقارن و انطباق مفصل می‌شود. در شرایط طبیعی، این حالت احتمالاً مشکلی را ایجاد نمی‌کند، زیرا مؤلفه تثبیتی به خاطر نارسایی یا ناکارآمدی فعال عضلات مربوط نسبتاً کوچک است و سایر عضلات درگیر در کنترل حرکت مفصل احتمالاً مؤلفه دررفتگی ناقص را خنثی می‌کنند (سلبی، کالدول^۲، ۱۹۹۶: ۱۱۳۷). این در حالی است که بنابر نتایج حاصل از این تحقیق، طول اهرم مفصلی اثری بر زاویه‌ی زانو و سرعت زاویه‌ای آن در طول اجرای پرش ضد حرکت نداشت.

³. Anderson, Frank., & Pandy, Marcus (1993)

⁴. Wolfgang Taube, C. Leukel, B. Lauber, A. Gollhofer (2012)

¹. Damon, P.S., John, E., Robert, J. (2010)

². Selbie, scott., & Caldwell, Graham (1996)

پرش عمودی و توان بی‌هوای است. بازیکنان با اندام تحتانی بلند عملکرد پرش عمودی بهتر و توان بی‌هوای بالاتری داشتند. که این تحقیق با نتایج ما در تضاد است چرا که طول اندام تحتانی اثری بر کینماتیک پرش آزمودنی‌ها نداشت و شاید دلیل آن می‌تواند این باشد که در تحقیق ذکر شده معیار پرش مطلوب ارتفاع پرش بوده است در حالی که در تحقیق ما پرش مطلوب دارای انقباض کانسنتریک قوی و سریعی است که موجب افزایش سرعت انقباض کانسنتریک و البته به دنبال آن انقباض اکسنتریکی سریع‌تر می‌شود.

ابراهیمی (۱۳۹۱: ۲۱) نشان داد که در دختران نوجوان مدارس فوتبال مشهد، متغیرهای طول اندام تحتانی، محیط اندام و پهنای اندام تحتانی با دامنه حرکتی ناشدن مفصل ران رابطه معنی‌داری ندارد. این نتایج با یافته‌های هیو (۱۹۹۹)، پیستوتنیک (۲۰۰۳) مطابقت دارد. همچنین متغیرهای طول اندام تحتانی و محیط اندام، با دامنه حرکتی باز شدن مفصل ران رابطه معنی‌داری ندارد، که این با یافته‌های ماتیسوس (۱۹۵۹) و پیستوتنیک (۲۰۰۳) همخوانی دارد و با نتایج تحقیق حاضر نیز هم‌راستا می‌باشد؛ چرا که طول اندام تحتانی آزمودنی‌ها روی کینماتیک چرخه‌ی کشش- انقباض آنها اثری نداشته و حداکثر فلکشن و حداکثر اکستنشن زانو را تحت تأثیر قرار نداده است و موجب شده است که سرعت انقباض اکسنتریک و کانسنتریک زانو بین دو گروه بالاتنه بلند و بالاتنه کوتاه تفاوت معناداری دیده نشود. عواملی که میزان انرژی جذب شده توسط عضلات را تعیین می‌کنند، سرعت انقباض اکسنتریک و طول عضله است. بنابراین اگر طول عضله افزایش یابد، نیروی بیشتری در طول انقباض اکسنتریک جذب می‌شود و در نتیجه نیروی بیشتری در طول انقباض اکسنتریک تولید می‌شود. از نظر تئوری، عملکرد عضله در فعالیت‌های روزانه‌ی زندگی یا فعالیت‌های ورزشی، به‌وسیله‌ی افزایش انرژی پتانسیل موجود برای انقباض کانسنتریک افزایش می‌یابد (اشمیت، وریسبرگ^۴، ۲۰۰۰: ۹۵). همچنین بیان شده است که کاهش رفلکس کششی در انقباضات چرخه‌ی کشش- انقباض به کاهش نیروی عضلانی تولید شده در پرش‌های عمودی که مؤلفه‌ی پیش کشش دارند، خواه مداوم و خواه مرحله‌ای، کمک می‌کند (کیلانی و همکاران^۵ ۱۹۸۹: ۲۶۲).

که تفاوت‌ها در ارتفاع فرود بکار برده شده در طول تمرین چرخه‌ی کشش- انقباض، بین گروه تمرینی و گروه کنترل، سازگاری عصبی- عضلانی را نشان می‌دهد.

کیاران ای موران^۱ (۲۰۰۷: ۸۲۴) در بررسی اثر چرخه‌ی کشش- انقباض بر ارتفاع پرش در سه نوع پرش اسکوات، پرش ضد حرکت و فرود پرش نشان داد که افزایش مقدار بار اکسنتریک در چرخه‌ی کشش- انقباض منجر به افزایش معناداری در ارتفاع پرش می‌شود (پرش اسکوات < پرش ضد حرکت < فرود پرش از ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری از سطح زمین).

مارکوویک^۲ (۲۰۰۷: ۳۴۹) بیان کرد که آثار تمرین پلیومتریک در پرش‌های عمودی چرخه‌ی کشش- انقباض آهسته (پرش ضد حرکت بدون تاب دست‌ها و پرش ضد حرکت همراه با تاب دست‌ها) نسبت به پرش‌های کانسنتریک (پرش اسکوات) یا پرش‌های چرخه‌ی کشش- انقباض سریع (فرود پرش) آشکارتر است.

امیری خراسانی و همکاران (۲۰۱۱: ۳۰۱۰) در تحقیقی مشخصه‌های کینماتیکی مربوط به چرخه‌ی کشش- انقباض را در طول اجرای شوت روی پای فوتبال بعد از انواع مختلف کشش‌های شدید، مورد بررسی قرار دادند و بیان کردند که کشش پویا در طول گرم کردن در مقایسه با کشش ایستا، مؤثرترین روش برای آماده سازی مشخصه‌های کینماتیکی مربوط به چرخه‌ی کشش- انقباض شوت روی پای فوتبال است.

ریس^۳ (۲۰۱۰: ۱۱۲) به این نتیجه رسید که عملکرد پرش سارجنت با تمام پارامترهای دامنه حرکتی اندام تحتانی ارتباط معناداری دارد. که در تحقیق ما نیز مشخص شده است چرا که تغییرات زاویه‌ی حرکتی مفصل زانوی آزمودنی‌ها در واحد زمان تفاوت معناداری در دو گروه را نشان نداد و بنابراین بین عملکرد پرش آنها نیز تفاوتی مشاهده نشد. حال آنکه با تغییر دامنه حرکتی اندام تحتانی آنها می‌توانستیم نتیجه‌ی متفاوتی را شاهد باشیم.

پرویزی (۱۳۹۱: ۴۰) نشان داد بین ارتفاع پرش عمودی با طول اندام تحتانی، قد ایستاده و بین توان بی‌هوای با طول اندام تحتانی و شاخص توده بدنی ارتباط معناداری وجود دارد، و طول اندام تحتانی بهترین پیشگو کننده ارتفاع

4. Schmidt, R. A., C. A. Wrisberg (2000)

5. Kilani, H. A, Palmer S. S., Adrian, M. J., Gapsis J. J. (1989)

1. Kieran A. Moran, Eric S. Wallace (2007)

2. Markovic Goran (2007)

3. Reese, N. Bandy, W. (2010)

مقاوم را در پرش‌ها تحت تأثیر قرار داده و موجب تفاوت‌هایی در کینماتیک چرخه‌ی کشش-انقباض افراد شود.

محدودیت‌ها و پیشنهادات

توصیه می‌شود این تحقیق در گروه ورزشکاران رشته‌های مختلف تکرار شود و ماهیت ورزش نیز مورد توجه قرار گیرد و نیز نسبت طول ران به ساق پا نیز در چرخه‌ی کشش-انقباض اندام تحتانی لحاظ شود.

نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر با بررسی کینماتیک پرش ضد حرکت نشان داد که نسبت طول اندام تحتانی اثری بر متغیرهای چرخه‌ی کشش-انقباض اندام تحتانی افراد ندارد؛ چراکه در این تحقیق بین پارامترهای سرعت انقباض اکسنتریک و سرعت انقباض کانسنتریک عضلات اندام تحتانی آزمودنی‌ها هیچ همبستگی آماری مشاهده نشد؛ و از طرفی با مقایسه‌ی پارامترهای مذکور، در چرخه‌ی کشش-انقباض بین دو گروه افراد بالاتنه بلند و بالاتنه کوتاه اختلاف معنی‌دار آماری یافت نشد.

از این‌رو در اجرای پرش ضد حرکت سرعت انقباض کانسنتریک معیار انتخاب پرش مطلوب بود چرا که با افزایش سرعت کشش عضله، در مرحله‌ی بعدی چرخه‌ی کشش-انقباض، انقباضی قوی‌تر و سریع‌تر را شاهد خواهیم بود.

از آنجایی که عملکرد و وضعیت عملکردی، یک مقوله‌ی چندعاملی (multifactorial) می‌باشد، می‌تواند تحت تأثیر عوامل متفاوتی باشد، از جمله: انعطاف‌پذیری عضلات، قدرت عضله، عدم تعادل عصبی-عضلانی و زمان پاسخگویی به آن، راستای آناتومیکی و شکل (مورفولوژی) پا (اسدی، آذری، و همکاران، ۲۰۱۴: ۱۷).

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که نسبت طول اندام تحتانی به تنهایی نمی‌تواند عملکرد فرد را تحت تأثیر قرار دهد. شاید به این علت که شاخص طول ران به طول ساق در بررسی نسبت طول اندام پایین‌تنه از اهمیت بالاتری برخوردار بوده است.

به‌بیان دیگر، ممکن است تغییر در اندازه‌های شاخص رانی-ساقی اهرم‌بندی و نسبت طول بازوی محرک به بازوی

Reference

- Amiri-Khorasani, Mohammadtaghi. Mohammadkazemi, Reza. Sarafrazi, Soodeh. Riyahi-Malayeri, Shahin. Sotoodeh, Vahid. (2011). "Kinematics Analyses Related to Stretch-Shortening Cycle during Soccer Instep Kicking After Different Acute Stretching". *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 26(11): 3010-3017.
- Anderson, Frank., & Pandy, Marcus (1993). Storage and utilization of elastic strain energy during jumping. *Sport Biomechanics*, Vol. 26, No. 12, PP. 1413-1427.
- Arazi, H., A. Asadi. (2014). "enhancing muscular performance in women: compound versus complex, traditional resistance and plyometric training alone." *Journal of Musculoskeletal Research*. 17(2), Pp: 17-29.
- Bobbert, M. F. Mackay, M. D. Huijing, Schinkelshoek, P. A. and Schenau, G. J. van Ingen (1986). "Biomechanical analysis of drop and countermovement jumps". *Eur J Appl Physiol*. 54:566—573.
- Bobbert, Maarten F. Gerritsen, Karin G. M. Litjens, Maria C. A. Van Soest, Arthur J (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Med. Sci. Sports Exerc*. Vol. 28, No. 11, PP. 1402-1412.
- Bogin, Barry. Varela-Silva, Maria Inês (2010). "Leg Length, Body Proportion, and Health: A Review with a Note on Beauty". *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 7, 1047-1075;
- Damon, P.S., John, E., Robert, J. (2010). "Effects of Three Modified Plyometric Depth Jumps and Periodized Weight Training on Lower Extremity Power". *Sport J*. 13(1): 4.
- Ebrahimi Atri, Ahmad. Hashemi Javaheril AliAkbar. Taghizadeh Maede, Farahty Samane. Mahali Zohre. Noori Narges. (2012). "The relationship between anthropometric characteristics and flexibility in the hips school girls soccer". *National Conference athletic talent*. 21-35.
- Goran Markovic (2007). "Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review". *Journal sports medicine*. 41: 349-355.
- Hosseini, Z. Kmasy, Parviz (1995). *Body fitness (functional exercises in sports)*. The publisher sport science. 13-26. (in Persian)
- Haguenaer, M. Legreneur, P. (2005). "Vertical jump reorganization with aging: a kinematic comparison between young and elderly men". *J Appl Biomech*. 21:236-246.
- Harman, Everett A. Rosenstein, Michael T. Frykman, Peter N. Rosenstein, Richard M. (1990). "The effects of arms and countermovement on vertical jumping". *Research Institute of Environmental Medicine*. 22(8). 825-833.

- Hay, James G. Biomechanics of sports techniques (1975). Translated by Jamil Aryan (1996). Majed SID publications. 68 -50. (in Persian)
- Hematfar, Ahmad, Behpoor, Naser, Hasanvand, Raziye (2011). "Comparison of kinetic and kinematics parameters of both vertical jump and countermovement jump". *Journal of Sports Sciences*. 1(2): 12. (in Persian)
- Kieran A. Moran, Eric S. Wallace (2007). "Eccentric loading and rang of knee joint motion effects on performance enhancement in vertical jumping". *Human movement science*. 26. 824- 840.
- Kilani, H. A, Palmer S. S., Adrian, M. J., Gapsis J. J. (1989). "Block of the stretch reflex of vastus lateralis during vertical jumps". *Human movement science*. 8: 247- 269.
- Klein, Jensen (1988). *Applied Kinesiology and Biomechanics in Sport*. Translated by Lyjanyan (1998). Physical Education Department. 42 55. (in Persian)
- Komi P.V. (1984). "Physiological and biomechanical correlates of muscle function: Effects of muscle structure and stretch shortening cycle on force and speed". *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 12, 81-121.
- Komi, P. (1986). *The stretch-shortening cycle and human power output*. Champaign: Human Kinetics, Human muscle power. Pp: 63-73.
- Komi, P. (1992). *The stretch-shortening cycle*. Boston: Blackwell Scientific, strength and power in sport. 101-102.
- Kowalski, C.A. (2003). "Correlation between time to peak torque and peak torque to vertical jump in college age athletes". Master of Science Thesis. Marshall University.
- Linthrone, Nicholas (2001). "Analysis of standing vertical jumps using a force plateform". *Hum Move J*. 11: 17-22
- Moreno, C.C. Mendes, L.A. Lindquist, A.R. (2011). "Effects of Treadmill Inclination on the Gait of Individuals With Chronic Hemiparesis". *Arch Phys Med Rehabil*. 92(10). 1675-1680.
- Nigg, B. and W. Herzog (1994). *Biomechanics of the musculo-skeletal systems*. New York: John Wiley. pp: 54-60.
- Paasuke, M. Erelina, J. Gapeyeva, H. (2001). "Knee extension strength and vertical jumping performance in Nordic combined athletes". *J Sports Med and Physical Fit*. 41, 354-361.
- Parvizi, S., Optical, P., Aqdasi, MT. (2012). "Anthropometric characteristics associated with the vertical jump performance and anaerobic power in elite male volleyball players". National Conference athletic talent 40-53. (in Persian)
- Rabrgz, Rabrtv and Roberts, Scott (1999). *Fundamental Principles of Exercise Physiology*. Vol 1. 90-97.
- Reese, N. Bandy, W. (2010). *Joint Range of Motion and Muscle Length Testing*. Second Edition. 112-115.
- Robinson, R. and R. Nee (2007). "Analysis of hip strength in females seeking physical therapy for unilateral Patellofemoral Pain Syndrome". *J Orthop Sports Phys Ther* 37: 232-238.
- Rodenbusch, T. L. M (2013). "Effects of treadmill inclination on the gait of children with Down syndrome". *Res Dev Disabil*. 34 (7). 2185-2190.
- Schmidt, R. A., C. A. Wrisberg (2000). *Motor learning and performance*, Human kinetics publisher. Pp: 95-101.
- Selbie, scott., & Caldwell, Graham (1996). *Assimilation study of vertical jumping from different starting postures*. *Biomechanics*, Vol. 29, No. 9, pp.1137-1146.
- Simonsen, Voigt. poulsen, Dyhre. Klausen (1995). *Mechanical and muscular factors influencing the performance in maximal vertical jumping after different pre-stretch load*. *Biomechanics*, Vol. 28, No. 3, PP. 293-307.
- Tulchin, K., M. Orendurff, and L. Karol (2010). "The effects of surface slope on multi-segment foot kinematics in healthy adults". *Gait Posture*. 32(4): p. 446-450.
- Wolfgang Taube, C. Leukel, B. Lauber, A. Gollhofer (2012). "The drop height determines neuromuscular adaptations and changes in jump performance in stretch- shortening cycle training". *Journal of medicine and science in sport*. 22:671- 683.
- Worrell, TW. Smith, TL. (1994). Winegardner, J. "Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance". *J Orthop Sports Phys Ther*; 20: 154-159.