

طب ورزشی - بهار و تابستان ۱۳۹۲
شماره ۱۰- ص ص: ۴۰-۲۳
تاریخ دریافت: ۸۹ / ۰۷ / ۱۰
تاریخ تصویب: ۹۱ / ۰۶ / ۱۹

تأثیر برنامه تمرین قدرتی و سرعتی با وزنه بر قدرت انقباض کانسنتریک یکطرفه، دوطرفه و نقصان دوطرفه در فلکشن آرنج

۱. حیدرصادقی^۱ - ۲. سیدابراهیم کاظمی
۱. استاد دانشگاه تربیت معلم، ۲. کارشناس ارشد دانشگاه آزاد اسلامی (تهران)

چکیده

هنگام اعمال قدرت بیشینه، کل نیروهای اعمال شده از طریق عضلات مشابه به طور دوطرفه کمتر از کل نیروهای اعمال شده از طریق همان عضلات به طور یکطرفه است. این پدیده نقصان دوطرفه^۲ نام دارد. هدف از این تحقیق، تعیین تأثیر برنامه تمرین قدرتی و سرعتی با وزنه بر قدرت انقباض کانسنتریک یکطرفه، دوطرفه و نقصان در فلکشن آرنج بود. ۵۰ مرد غیرورزشکار با میانگین سنی $91/1 \pm 57/21$ ، وزن $31/14 \pm 22/72$ کیلوگرم و قد $31/3 \pm 61/175$ سانتی متر به طور داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. این آزمودنی ها به طور تصادفی در یک گروه کنترل (۱۰ نفری) و در یکی از چهار گروه تمرین با وزنه (۱۰ نفری) قرار گرفتند که تمرین جلو بازو را به صورت (۱) قدرتی یکطرفه، (۲) قدرتی دوطرفه، (۳) سرعتی یکطرفه یا (۴) سرعتی دوطرفه انجام دادند. دو تمرین در هفته به مدت هشت هفته انجام گرفت. گروه قدرتی با شدت ۸۰ تا ۱۰۰ درصد یک تکرار بیشینه در سه نوبت ۱ تا تکراری و گروه سرعتی با شدت ۵۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه در چهار نوبت ۱۰ تکراری تمرین کردند. گروه کنترل بدون تمرین در جلسات شرکت کردند. قبل و پس از اعمال برنامه های تمرینی، از گروه ها آزمون های قدرت کانسنتریک بیشینه فلکشن آرنج راست (RLIRM)^۲، آرنج چپ (LLIRM)^۲ و جفت آرنج (BLIRM)^۵ گرفته شد. تجزیه و تحلیل یافته ها با استفاده از آمار استنباطی MANOVA و آزمون تعقیبی LSD در سطح معناداری $P < 0/05$ نشان داد که بین تمرین قدرتی دوطرفه و یکطرفه، همچنین بین تمرین سرعتی دوطرفه و یکطرفه در متغیرهای قدرت عضلات فلکسور آرنج راست، چپ و جفت تفاوت معناداری وجود ندارد. دو گروه تمرین قدرتی در مقایسه با دو گروه تمرین سرعتی و هر چهار گروه تجربی نیز در مقایسه با گروه کنترل عملکرد بهتری داشتند. گروه های تمرینات دوطرفه در مقایسه با گروه های تمرینات یکطرفه و کنترل در تسهیل نقصان دوطرفه فلکشن آرنج عملکرد بهتری داشتند. بنابراین، برای جبران نقصان دوطرفه در ورزش هایی که با دو دست انجام می گیرد، اجرای تمرینات قدرتی و سرعتی با وزنه به صورت دوطرفه توصیه می شود.

واژه های کلیدی

تمرین با وزنه، قدرت انقباض کانسنتریک یکطرفه، قدرت انقباض کانسنتریک دوطرفه، نقصان دو طرفه .

Email :sadeghih@yahoo.com

۱ - نویسنده مسئول : تلفن: ۰۹۱۲۲۴۵۲۱۷۵

- 2 - Bilateral Deficit
- 3 - Right lateral 1 Repetition Maximum
- 4 - Left Lateral 1 Repetition Maximum
- 5 - Bilateral 1 Repetition Maximum

مقدمه

طی چند دهه گذشته، تمرینات قدرتی با وزنه، جهان ورزش را متحول کرده است که رکوردهای ثبت شده در رشته‌های مختلف ورزشی به‌ویژه قدرتی، گواه بارز این ادعاست. پایه و اساس بیشتر برنامه‌های تمرین با وزنه، بر محور چهار اصل کلی پی‌ریزی می‌شود: اصل سنگینی بار^۱، اصل افزایش مقاومت، اصل ترتیب اجرای برنامه و اصل ویژگی تأثیرات برنامه تمرینی که بدون رعایت این اصول، رسیدن به هدف دشوار خواهد بود. با در نظر گرفتن این اصول برنامه‌های تمرینی متنوعی مانند قدرتی با شدت ۸۰ تا ۱۰۰ درصد یک تکرار بیشینه و سرعتی با شدت ۵۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه با توجه به نوع رشته ورزشی طرح‌ریزی می‌شود. نیروی ماهیچه در صورتی افزایش می‌یابد که گروه‌های ماهیچه‌ای تحت مقاومتی بیشینه یا زیربیشینه قرار گیرد. افزایش اولیه قدرت بر اثر تمرین بیشتر بر اثر سازگاری در سیستم عصبی و در درازمدت بر اثر هیپرتروفی عضلات به وجود می‌آید (۱،۳۷). از بحث‌هایی که در مطالعات قدرت عضلانی، مطرح می‌شود، نقصان دوطرفه^۲ است. با این تعریف که مجموع نیروهای اختیاری عضلات به طور دوطرفه همزمان (دو اندام) کمتر از مجموع نیروهای اختیاری همان عضلات به طور یکطرفه (راست و چپ) است (۷،۱۰،۱۱،۲۵،۲۶). وجود نقصان دوطرفه در گروه عضلات کوچک و بزرگ با الگوهای حرکتی متفاوت، مردان و زنان، ورزشکاران و غیرورزشکاران، سالمندان و همچنین در افراد دچار اختلال حرکتی گزارش شده است (۲،۲۰،۲۱،۲۲،۱۷،۱۶،۱۵،۱۴،۱۳،۱۲). نقصان دوطرفه، احتمالاً پدیده عصبی است (۱۶،۲۱،۲۷). اگر چه این نظریه اثبات نشده است (۲۰). از طرفی مشاهده شده که میزان نقصان دوطرفه در ورزش‌ها، اندام‌ها و براساس طول دوره تمرین متغیر است (۳،۱۹،۳۱،۳۲،۴۲). تحقیقات نشان دادند که تمرینات قدرتی می‌تواند بر کاهش یا حذف نقصان دو طرفه مؤثر باشد (۴،۴۴،۴۵،۴۶،۴۰،۴۱،۱۵،۴۰). به نحوی که رجبی (۱۳۷۴) دلیل کاهش یا حذف نقصان دوطرفه را سازگاری سیستم عصبی با تمرینات قدرتی ویژه بیان کرد (۳). از طرفی، اوتسوک (۱۹۸۳) نشان داد که شروع فعالیت عضلان ران و شروع حرکت زانو به طور معناداری در حرکاتی که با دو اندام به صورت همزمان انجام می‌گیرد، نسبت به حرکاتی که با یک اندام انجام می‌گیرد، تأخیر دارد (۳۴). استدلال اوتسوک^۳ این بود که حرکات دوطرفه کل مغز را فعال می‌کند،

1 - Overload

2 - Bilateral Deficit

3 - Ohtsuki

درحالی که در حرکت یکطرفه، زانو به فعالیت یک نیمکره مغز نیاز دارد و تأخیرهای دوطرفه در زمان واکنش، می تواند به بازداری بین نیمکره ای در پردازش اطلاعات و تصمیم گیری و همچنین هماهنگی بین دو عضو در حرکات دوطرفه، نسبت داده شود (۳۴). واندرورت و همکاران^۱ (۱۹۸۴) نیز در تحقیقی نشان دادند که میزان فعال سازی واحد حرکتی در انقباض های بیشینه دوطرفه نسبت به یکطرفه کمتر است که با مقایسه خستگی پذیری و نمودار قدرت - سرعت نشان دادند که این کاهش ناشی از به کارگیری کمتر واحد حرکتی تندانقباض خستگی پذیر است (۴۲). از طرفی هاوارد و انوکا^۲ (۱۹۹۱) گزارش کردند که اثر متقابل بین عضوی^۳ طی انقباض های دوطرفه، با مکانیسم عصبی کنترل می شود (۱۹). همچنین، کاهش نسبی قدرت دوطرفه به ویژه برای واحدهای حرکتی تندانقباض عضلات اصلی را به طور یکسان وابسته به کاهش سیگنال های عصبی عضله و نزول متوسط فرکانس توان استناد کرده اند (۱۹). جکوبی و کافارلی^۴ (۱۹۹۸) نیز نشان دادند که محدودیت چشمگیری در کنترل عضلی - عضلانی بین انقباض های ایزومتریک یکطرفه دوطرفه عضلان بازکننده زانو وجود ندارد (۲۰). کرسول و اوندال^۵ (۲۰۰۲)، فعال سازی عضله و توسعه گشتاور را طی اکستنشن بیشینه یکطرفه و دوطرفه زانو به صورت ایزوکینتیک بررسی کردند. نتایج نشان داد، نقصان دوطرفه وقتی اتفاق می افتد که فعالیت بیشینه به طور همزمان در عضلات بازکننده دو زانو باشد. همچنین، فعالیت اکترومایوگرافی عضلات همسترینگ طی اکستنشن دوطرفه زانو زیاد نبود که این مطلب، این فرض را که فعالیت عضلات مخالف، به طور اولیه مسئول نقصان دوطرفه نیست، تایید می کند (۸). در تحقیقی نیز تولید نیرو و الکترومایوگرافی تلفیقی عضله چهار سر ران در هفده مرد بعد از آغاز رفلکس کششی مایوتاتیک در شرایط یکطرفه و دوطرفه اندازه گیری شد. نقصان دوطرفه زیادی برای نیروی خروجی و الکترومایوگرافی تلفیقی به دست آمد. با این حال به دلیل یافته های مشابه طی باز کردن بیشینه زانو به صورت ایزومتریک مشکل بود تا مشارکت مکانیسم نخاعی را در نقصان دوطرفه در شرایط حداکثر فعالیت ارادی پیش بینی کنند (۲۳). کوراگانتی و همکاران^۶ (۲۰۰۸) تحقیقی

1 - Vander Voort & et al

2 - Howard & Enoka

3 - Inter- limb

4 - Jakobi & Cafarelli

5 - Cresswell & Ovendal

6 - Kurugani & et al

با عنوان "تمرینات ایزوکنتیک^۱ دوطرفه، نقصان دوطرفه قدرت پا را در بزرگسالان جوان و پیر می‌کاهد"، انجام دادند (۲۵). آنان اظهار کردند، سختی فعال سازی کل واحدهای عضلانی در یک عمل دوطرفه با تمرین جبران می‌شود. هر چند این تأثیر به گروه عضلات درگیر وابسته است (۲۵). در تحقیق داخلی نیز گزارش کردند که در ورزش‌های قدرتی که با دو اندام به صورت همزمان انجام می‌گیرند، بهتر است تمرینات قدرتی نیز به شکل دوطرفه انجام گیرند. برعکس در ورزش‌های قدرتی که با یک اندام انجام می‌گیرد، بهتر است تمرینات قدرتی نیز به صورت یکطرفه صورت پذیرند (۴). در پژوهش‌های اخیر نیز نشان داده شد که تمرینات قدرتی بیشینه دست که متمرکز بر حداکثر به کارگیری نیرو است، سرعت توسعه نیرو و قدرت یک تکرار بیشینه را در دست تمرین نکرده مقابل می‌افزاید. این مطلب اشاره به آن دارد که افزایش در هدایت مرکزی به طرف مقابل انتقال می‌یابد (۶). در سال ۲۰۰۹ در تحقیقی مشابه گزارش شد که تمرینات قدرتی یکطرفه توانایی قشر حرکتی را در تحریک عضلات مشابه تمرین نکرده، افزایش می‌دهد (۳۱).

بیشتر تحقیقات نشان می‌دهند که نقصان دوطرفه در اندام فوقانی و تحتانی وجود دارد (۳۵، ۳۸، ۴۳). ولی تحقیقات محدودی نیز تسهیل دوطرفه را نشان داده‌اند (۲۰). مروری بر پژوهش‌ها و تحقیقات قبلی مؤید این نکته بود که نقصان دوطرفه تحت تأثیر نوع تمرین قرار می‌گیرد (۴۷، ۳۰، ۳۶-۲، ۲۸). ولی در تحقیقی اثر نوع برنامه تمرینی، یعنی اثر تعداد تکرار (تعداد حرکاتی که در یک نوبت انجام می‌گیرد)، مقدار بار (بیشینه و زیربیشینه) و نوع حرکت (با یک اندام یا دو اندام) در تمرین با وزنه بر نقصان دوطرفه فلکشن آرنج بررسی نشده بود. از طرفی، اهمیت و کاربرد مفصل آرنج در ورزش‌های قدرتی و سرعتی (مانند وزنه برداری، نقصان دوطرفه فلکشن آرنج بررسی نشده بود. از طرفی اهمیت و کاربرد مفصل آرنج در ورزش‌های قدرتی و سرعتی (مانند وزنه برداری، ورزش‌های راکتی و تیمی) موجب شده است که برنامه‌های تمرینی متنوعی برای حرکت فلکشن این مفصل طرح ریزی شود (۲). از نتایج پاسخ به این پرسش می‌توان برای استفاده مربیان بدنساز و ورزشکاران رشته‌های قدرتی که با یک یا دو اندام (دست) انجام می‌گیرد، استفاده کرد. از این رو هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر اعمال دو نوع برنامه تمرینی بر قدرت عضلات کانسنتریک یکطرفه، دوطرفه و نقصان دوطرفه در فلکشن آرنج بود.

1 - Isokinetic

2 - Cross- limb (Cross-transfer)

روش تحقیق

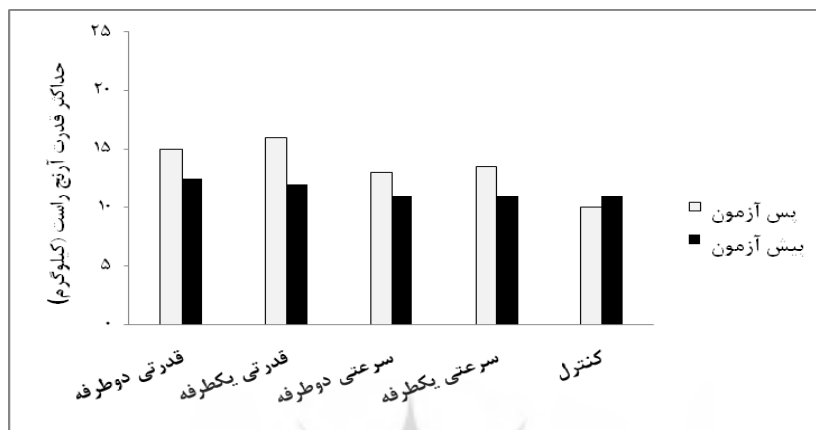
۵۰ مرد با میانگین سنی $91/1 \pm 57/21$ سال، وزن $22/72 \pm 31/4$ کیلوگرم و قد $61/175 \pm 31/3$ سانتی‌متر که حداقل پنج سال به‌طور منظم سابقه تمرین با وزنه نداشتند، به عنوان آزمودنی در این پژوهش شرکت کردند. این آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی در یک گروه کنترل یا در یکی از چهار گروه تمرین با وزنه قرار گرفتند که تمرین جلوپارو را به صورت (۱) قدرتی یکطرفه، (۲) قدرتی دوطرفه، (۳) سرعتی یکطرفه یا (۴) سرعتی دوطرفه انجام دادند. قبل از شروع برنامه‌های تمرینی، حداکثر قدرت کانسنتریک جفت آرنج، آرنج راست و آرنج چپ گرفت شد. آزمودنی‌ها با دو نوع برنامه تمرین با وزنه به صورت قدرتی یکطرفه و دوطرفه (با شدت ۸۰-۱۰۰ درصد یک تکرار بیشینه در سه نوبت ۶-۱ تکراری) و سرعتی یکطرفه و دوطرفه (با شدت ۸۰-۵۰ درصد یک تکرار بیشینه در چهار نوبت ۱۰ تکراری) به مدت هشت هفته (هر هفته دو جلسه) تمرین کردند. به هر کدام از آزمودنی‌ها با توجه به قدرت بیشینه و گروه تمرینی شان، برنامه ویژه داده شد. زمان استراحت بین نوبت‌ها برای گروه‌های قدرتی دو تا پنج دقیقه و برای گروه‌های سرعتی یک تا دو دقیقه بود (۲). در پایان هر سه هفته، از آزمودنی‌ها بار دیگر آزمون حداکثر وزنه گرفته شد و براساس آن مقدار وزنه برای چهار گروه تعیین شد. در پایان هفته هشتم از گروه‌های تجربی و کنترل پس‌آزمون گرفته شد. نمره‌های پیش‌آزمون در هر پنج گروه بررسی و تلاش شد. تأثیرات نمره‌های پیش‌آزمون بر پس‌آزمون کنترل شد تا از این طریق بتوان متغیرهای مزاحم و تفاوت‌های فردی را به حداقل رساند. برای شناسایی ارتباط بین متغیرهای وابسته از مدل آماری تحلیل واریانس چند متغیری^۱ و آزمون تعقیبی LSD استفاده شد.

نتایج و یافته‌های تحقیق

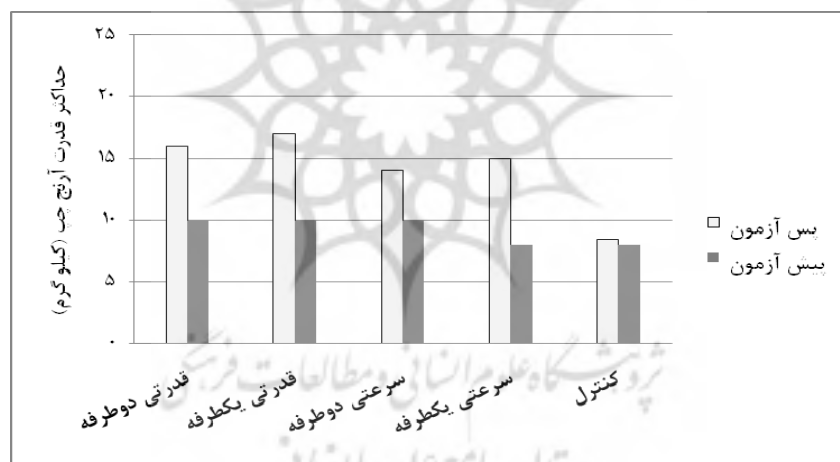
حداکثر قدرت عضلات فلکسور آرنج راست، چپ و جفت

میانگین و انحراف استاندارد حداکثر قدرت عضلات فلکسور آرنج (راست، چپ و جفت) و نقصان دوطرفه در پنج گروه، قبل و بعد از تمرین در شکل‌های ۳ نشان داده شده است.

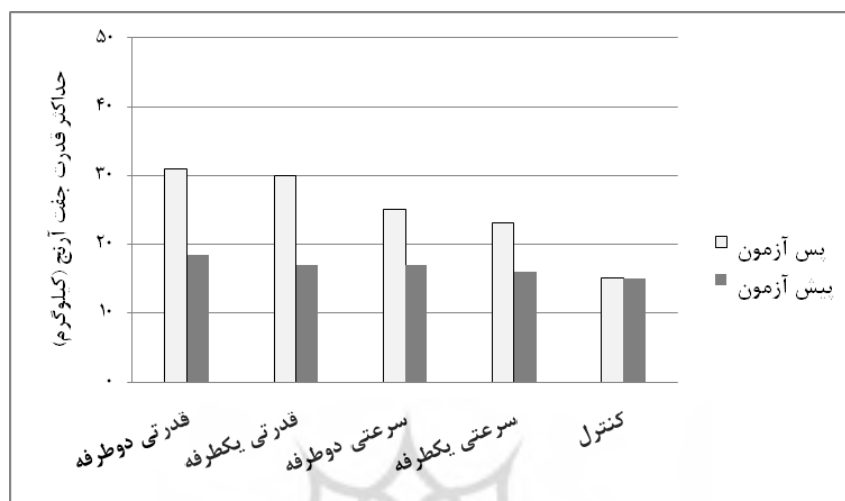
1 - MANOVA (Multivariate Analysis of Variance)



شکل ۱ - میانگین حداکثر قدرت عضلات فلکسور آرنج راست (کیلوگرم)، قبل و بعد از تمرین در پنج گروه



شکل ۲ - میانگین حداکثر قدرت عضلات فلکسور آرنج چپ (کیلوگرم)، قبل و بعد از تمرین در پنج گروه

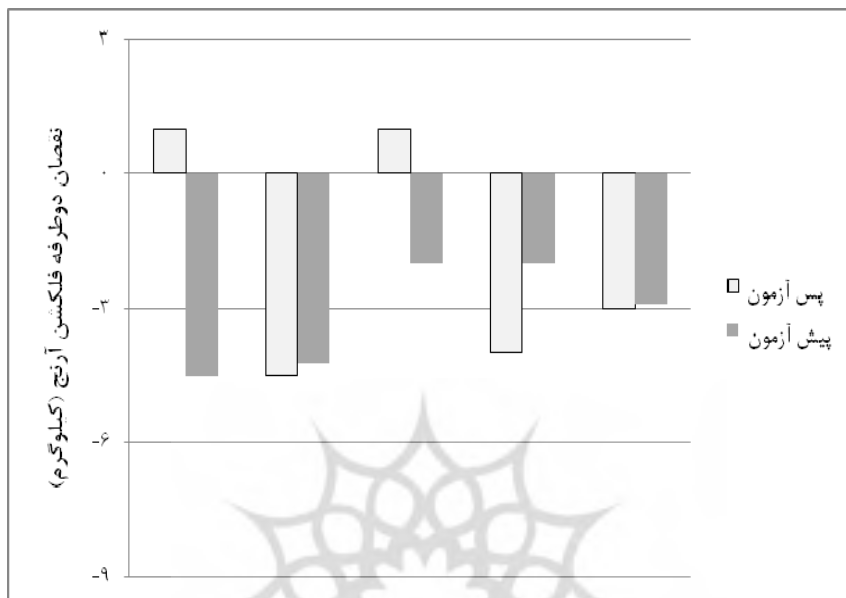


شکل ۳ - میانگین حداکثر قدرت عضلات فلکسور جفت آرنج (کیلوگرم)، قبل و بعد از تمرین در پنج گروه

با توجه به اینکه مقدار F به دست آمده برای متغیرهای قدرت عضلات فلکسور آرنج راست، چپ و جفت (به ترتیب ۶۱/۱۶، ۸۹/۲۴، ۵۰/۲۵) در سطح $\alpha = 0/05$ معنی دار بود. برای تحلیل‌های تکمیلی از آزمون تعقیبی استفاده شد. جدول ۲ اختلاف میانگین‌ها را برای هر جفت سطوح عامل نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، بین تمرین قدرتی دوطرفه و یکطرفه، همچنین بین تمرین سرعتی دوطرفه و یکطرفه در متغیرهای قدرت عضلات فلکسور آرنج راست، چپ و جفت تفاوت معناداری وجود ندارد، ولی هر دو گروه تمرین قدرتی با وزنه در مقایسه با دو گروه تمرین سرعتی با وزنه در متغیرهای قدرت عضلات فلکسور آرنج راست، چپ و جفت تفاوت معناداری را نشان دادند. هر چهار گروه نیز در مقایسه با گروه کنترل عملکرد بهتری در متغیرهای قدرت عضلات فلکسور آرنج راست، چپ و جفت داشتند.

نقصان دوطرفه فلکشن آرنج میانگین و انحراف استاندارد نقصان دوطرفه فلکشن آرنج در پنج گروه، قبل و

بعد از تمرین در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴ - میانگین نقصان دوطرفه (کیلوگرم) قبل و بعد از تمرین در پنج گروه

با توجه به اینکه مقدار F به دست آمده برای متغیر نقصان دوطرفه فلکشن آرنج (۸۷/۲۵) در سطح $\alpha = ۰/۰۵$ معنی دار بود، برای تحلیل های تکمیلی از آزمون تعقیبی استفاده شد. جدول ۲ اختلاف میانگین ها را برای هر جفت سطوح عامل نشان می دهد. همان گونه که مشاهده می شود، گروه های تمرینات دوطرفه در مقایسه با گروه های تمرینات در نقصان دوطرفه فلکشن آرنج تفاوت معناداری دارند، ولی بین دو گروه دوطرفه (قدرتی و سرعتی دوطرفه) و نیز بین دو گروه یکطرفه (قدرتی و سرعتی یکطرفه) در نقصان دوطرفه فلکشن آرنج تفاوت معنی داری مشاهده نشد. در ضمن تمرینات دوطرفه در مقایسه با گروه کنترل عملکرد بهتری داشتند.

جدول ۲ - مقایسه اختلاف میانگین های حداکثر قدرت عضلات فلکسور آرنج (راست، چپ و جفت) و نقصان دوطرفه

بر حسب کیلوگرم در پنج گروه با استفاده از آزمون تعقیبی LSD در سطح معنی داری $\alpha = 0.05$

فلکشن آرنج	سطوح	قدرتی دوطرفه	قدرتی یکطرفه	سرعتی دوطرفه	سرعتی یکطرفه	کنترل
راست	قدرتی دوطرفه	-	-۲۵/۱	۵۰/۳	۵۰/۲	۰۰/۷
	قدرتی یکطرفه	-	-	۷۵/۴	۷۵/۳	۲۵/۸
	سرعتی دوطرفه	۰۵/۰	۰۵/۰	-	-۰۰/۱	۵۰/۳
	سرعتی یکطرفه	۰۵/۰	۰۵/۰	-	-	۵۰/۴
	کنترل	۰۵/۰	۰۵/۰	۰۵/۰	۰۵/۰	-
چپ	قدرتی دوطرفه	-	-۷۵/۱	۲۵/۳	۲۵/۲	۸۰/۷
	قدرتی یکطرفه	-	-	۰۰/۵	۰۰/۴	۵۵/۹
	سرعتی دوطرفه	۰۵/۰	۰۵/۰	-	-۰۰/۱	۵۵/۴
	سرعتی یکطرفه	۰۵/۰	۰۵/۰	-	-	۵۵/۵
	کنترل	۰۵/۰	۰۵/۰	۰۵/۰	۰۵/۰	-
جفت	قدرتی دوطرفه	-	۰۰/۲	۵۰/۶	۲۵/۹	۰۰/۱۹
	قدرتی یکطرفه	-	-	۵۰/۴	۲۵/۷	۰۰/۱۷
	سرعتی دوطرفه	۰۵/۰	۰۵/۰	-	۷۵/۲	۵۰/۱۲
	سرعتی یکطرفه	۰۵/۰	۰۵/۰	-	-	۷۵/۹
	کنترل	۰۵/۰	۰۵/۰	۰۵/۰	۰۵/۰	-
نقصان دوطرفه	قدرتی دوطرفه	-	۵۰/۵	۵۰/۰	۰۰/۵	۵۰/۴
	قدرتی یکطرفه	۰۵/۰	-	-۰۰/۵	-۵۰/۰	-۰۰/۱
	سرعتی دوطرفه	-	۰۵/۰	-	۵۰/۴	۰۰/۴
	سرعتی یکطرفه	۰۵/۰	-	۰۵/۰	-	-۵۰/۰
	کنترل	۰۵/۰	-	۰۵/۰	-	-

بحث و نتیجه گیری

هدف از پژوهش حاضر، تعیین تأثیر برنامه تمرین با وزنه قدرتی و سرعتی بر قدرت انقباض کانسنتریک یکطرفه، دوطرفه و نقصان دوطرفه در فلکشن آرنج بود. نتایج نشان داد که بین تمرین قدرتی دوطرفه و یکطرفه و همچنین بین تمرین سرعتی دوطرفه و یکطرفه در قدرت عضلات فلکسور آرنج (دوطرفه و یکطرفه) تفاوت

معنی داری وجود ندارد. این نتایج با یافته‌های یوکو تانیگوچی^۱ (۱۹۹۸) که نشان داد تمرین‌های دوطرفه و یکطرفه در ایجاد سازگاری‌های عملکردی و ساختاری مؤثر است و امکان دارد افزایش عملکردی قدرت نسبت به نوع تمرین مورد استفاده ویژه باشد (۴۰) و هاکنین^۲ (۱۹۹۶) که گزارش کرد «ویژگی طرفی» در تمرین مقاومتی وجود دارد، همخوانی داشت (۱۴). اما با یافته کوین مک کوردی^۳ (۲۰۰۵) که نشان داد، تمرین یکطرفه همانند تمرین دوطرفه برای بهبود قدرت ساق پا مؤثر است (۳۰)، همخوانی نداشت. از این رو، می‌توان یکی از دلایل اختلاف مطالعات در زمینه ویژگی طرفی را به تفاوت در میزان جلسات تمرینی و نوع تمرین که موجب سازگاری عصبی-عضلانی و در ادامه هیپرتروفی می‌شود، نسبت داد. با توجه به اصل ویژگی تأثیر تمرین، برنامه‌های تمرین با وزنه از طریق توسعه نیروی ماهیچه‌ای مرتبط با گروه ماهیچه‌ای فعالیت‌کننده و الگوی حرکتی که این ماهیچه‌ها ایجاد می‌کنند، ویژگی پیدا می‌کنند. به عبارتی دیگر، برنامه تمرین با وزنه یا بدنسازی ظاهراً دارای ویژگی مهارتی حرکتی است (۱). بنابراین، گسترش و افزایش نیروی ماهیچه‌ای نه تنها دارای ویژگی مهارت حرکتی است، بلکه در دو مورد دیگر زاویه‌های حرکتی مفصلی گروه‌های ماهیچه‌ای و نوع انقباض ماهیچه‌ها نیز ویژگی عملی پیدا می‌کند (۱). از دیگر یافته‌های این تحقیق این بود که هر چهار گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل عملکرد بهتری در متغیر قدرت عضلات فلکسور آرنج (دوطرفه و یکطرفه) داشتند. این یافته با نتایج تحقیقات هاکنین و همکاران (۱۹۹۶)، تانیگوچی (۱۹۹۷)، مک لین و همکاران^۴ (۱۹۹۸)، شمس‌نیا و همکاران (۱۳۸۶)، کوراگانتی و همکاران^۵ (۲۰۰۸) و آدامسون و همکاران^۶ (۲۰۰۸) که نشان دادند تمرینات مقاومتی موجب افزایش قدرت می‌شود، همخوانی دارد (۴،۶،۱۴،۱۵،۲۹،۳۹). در نتیجه وقتی یک برنامه تمرین قدرتی برای ورزشکار پایه ریزی می‌شود، بخشی از افزایش اولیه در قدرت به سبب سازگاری در سیستم عصبی است (۵). بنابراین سازگاری عصبی قبل از تغییرات ساختمانی در عضله اتفاق می‌افتد، زیرا عضله نمی‌تواند نیروی کافی برای تحریک هایپرتروفی تا زمانی که مقداری هماهنگی ایجاد شود، تولید کند (۵). در

1 - Taniguchi , Y

2 - Hakkinen

3 - Mccurdy

4 - Mc Lean & et al

5 - Kuruganti & et al

6 - Adamson & et al

راستای تأیید این موضوع، سینس و همکاران^۱ (۲۰۰۶) تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی را بر قدرت عضلانی و شاخص‌های الکترومایوگرافی عضلات خم‌کننده آرنج بررسی کردند. نتایج نشان داد که قدرت ایزومتریک و ایزوکینتیک خم‌کننده‌های آرنج در گروه تمرین کرده به ترتیب به مقدار ۶/۲۲ و ۸/۲۷ درصد افزایش داشته است. همچنین IEMG^۲ عضلات تمرین کرده به مقدار ۸/۱۶ درصد بهبود یافته و این در حالی است که اختلاف معناداری در اندازه‌های محیط بازو و چربی زیرپوستی بین دو گروه تمرین و کنترل مشاهده نشد (۳۷). این نتایج نیز با یافته‌های هاکنین و کومی^۳ (۱۹۸۳) که بیان کردند، پیشرفت معناداری در مراحل اولیه تمرین در عملکرد عضله وجود دارد که این پیشرفت با افزایش فعالیت عصبی عضلات بازکننده زانو توأم است، همخوانی داشت (۱۵). در راستای همین تحقیق هاکنین و همکاران در سال ۱۹۹۹، سازگاری سیستم عصبی - عضلانی را طی تمرینات توانی - قدرتی در هفت زن بررسی کردند. تغییرات بسیاری طی هفته‌های اول از ۱۶ هفته تمرین، به ویژه در زمان تولید نیرو و به طور متقابل در میانگین نیروها در بخش‌های اولیه منحنی نیرو - زمان در عضلات بازکننده مفصل زانو اتفاق افتاد (۱۳). این تغییرات با افزایش معنی‌داری در IEMG عضلات تمرین کرده در مراحل اولیه منحنی نیرو - زمان همراه بود. تغییرات هایپرتروفی (افزایش حجم عضله) را از طریق داده‌های حاصل از سطح مقطع هر دو نوع تار عضلانی تندانقباض و کندانقباض تعیین کرده بودند که این تغییرات طی کل دوره تمرینی، جزئی و اندک بود. نتایج تحقیق نقش مهم سازگاری‌های سیستم عصبی برای توسعه قدرت عضلانی در زنان را نشان می‌دهد (۱۳). از دیگر یافته‌های این تحقیق این بود که هر دو گروه تمرین قدرتی با وزنه در مقایسه با دو گروه تمرین سرعتی با وزنه عملکرد بهتری در متغیر قدرت عضلات فلکسور آرنج (دوطرفه و یکطرفه) داشتند. تحقیق مرتبط با این یافته تحقیق حاضر یافت نشد، ولی می‌توان این گونه اظهار کرد که بسته به عادات تمرینی، سطح قدرت هنگام اجرای آزمون اولیه، گروه عضلات مورد ارزیابی، شدت برنامه تمرینی (بارها، تکرارها، نوبت‌ها، دوره‌های استراحت) مدت برنامه تمرینی (هفته‌ها، ماه‌ها، سال‌ها) و عوامل ژنتیکی، اغلب افزایش قدرت معادل ۸ تا ۵۰ درصد متغیر است. از این رو، بیشترین افزایش قدرت در افرادی دیده می‌شود که قبلاً با وزنه تمرین نکرده‌اند و در برنامه‌های تمرینی، عضلات بزرگ را با بارهای سنگین تر، نوبت‌های چندگانه و جلسات تمرینی بیشتر، به کار گیرند (۲).

1 - Synnes

2 - Integrated Electromyography

3 - Hakkinen & Komi

در زمینه نقصان دوطرفه، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هنگام اعمال قدرت بیشینه در فلکشن آرنج، نقصان دوطرفه وجود دارد، با این تفسیر که کل نیروهای اعمال شده از طریق عضلات مشابه به طور دوطرفه (دو آرنج) کمتر از کل نیروهای اعمال شده از طریق همان عضلات به طور یکطرفه (راست یا چپ) است. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات قبل در زمینه نقصان دوطرفه که معتقدند شروع فعالیت عضلات ران و شروع حرکت زانو به طور معناداری در حرکاتی که با دو اندام به صورت همزمان انجام می‌گیرد نسبت به حرکاتی که با یک اندام صورت می‌پذیرد، دارای تأخیر زمانی است (۳۴). با این استدلال که حرکات دوطرفه کل مغز را فعال می‌کند، درحالی که در حرکت یکطرفه زانو به فعالیت یک نیمکره مغز نیاز است (۳۴). واندرورت و همکاران^۱ (۱۹۸۴) که بیان کردند، میزان فعال سازی واحد حرکتی در انقباض‌های بیشینه دوطرفه نسبت به یکطرفه کمتر است و با مقایسه خستگی پذیری و نمودار قدرت - سرعت نشان دادند، این کاهش ناشی از به کارگیری کمتر واحد حرکتی تندانقباض خستگی پذیر است (۴۲)، همخوانی داشت. همچنین با یافته‌های جکوبی و کافارلی^۲ (۱۹۹۸) که بیان کردند، تفاوت معنی‌داری بین انقباض ایزومتریک یکطرفه و دوطرفه اکستنشن زانو در کنترل عصبی و عضلانی وجود ندارد، مغایر بود (۲۰). به نظر می‌رسد این تفاوت در نوع انقباض و اندام درگیر باشد. پژوهش‌های گذشته نشان دادند که اثر متقابل بین عضوی طی حداکثر انقباض‌های دوطرفه، با سازوکار عصبی کنترل می‌شود (۲۰). اودا و توشیو^۳ (۱۹۹۴) در تحقیقی کاهش نسبی قدرت دوطرفه به ویژه برای واحدهای حرکتی تندانقباض عضلات اصلی را به طور یکسان وابسته به کاهش سیگنال‌های عصبی عضله و نزول متوسط فرکانس توان استناد کرده‌اند (۳۳). شانتز و همکاران^۴ (۱۹۸۹) به این نتیجه رسیدند که دلیل نقصان دوطرفه در پا مربوط به عضلات بازکننده زانو نیست، زیرا فعالیت الکترومیوگرافی و میانگین تواتر بین بازکردن دوطرفه و یکطرفه با اختلافی نداشت (۳۵). دیگر نتایج پژوهش حاضر در زمینه نقصان دوطرفه نشان داد که گروه‌های تمرینات دوطرفه در مقایسه با گروه‌های تمرینات یکطرفه موجب کاهش معناداری در نقصان دوطرفه فلکشن آرنج می‌شوند، ولی بین دو گروه دوطرفه (قدرتی و سرعتی دوطرفه) و نیز بین دو گروه یکطرفه (قدرتی و سرعتی یکطرفه) در نقصان دوطرفه فلکشن آرنج تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج تحقیقات قبلی در همین

1 - Vander Voort & et al

2 - Jakobi & Cafarelli

3 - Oda & Toshio

4 - Schantz & et al

راستا استدلال کرده‌اند که هر چه طول دوره تمرین بیشتر باشد و حرکات به صورت دوطرفه انجام گیرند، نقصان دوطرفه کمتر خواهد بود (۳). برای مثال در تحقیق روی پارو زنان در سه گروه باشگاهی، ملی و بین المللی، مشاهده شد که پاروزنان ملی نقصان دوطرفه کمتری از پاروزنان باشگاهی و بین المللی نشان دادند (۳). بنابراین کاهش یا حذف کاهش دوطرفه را می‌توان به عنوان سازگاری عصبی با تمرینات قدرتی که موجب افزایش توانایی عضلات در حرکات دوطرفه می‌شود، در نظر گرفت. دال و همکاران^۱ (۲۰۰۱) در مورد اینکه تمرینات ایزوکتیک دوطرفه، نقصان دوطرفه قدرت پا را برای بزرگسالان جوان و پیر می‌کاهد، دریافتند که دشواری به کارگیری همه واحدهای عضلانی در طول فعالیت‌های دوطرفه از طریق تمرین بهبود می‌یابد (۹). شمس نیا و همکاران (۱۳۸۶) در پژوهشی نشان دادند که در ورزش‌های قدرتی که با دو اندام به صورت همزمان انجام می‌گیرند، بهتر است تمرینات قدرتی نیز به شکل دوطرفه انجام گیرند و برعکس در ورزش‌های قدرتی که با یک اندام انجام می‌گیرد، بهتر است تمرینات قدرتی نیز به صورت یکطرفه انجام گیرند (۴). در تحقیقی آدامسون و همکاران استدلال کردند که تمرینات قدرتی یکطرفه توانایی قشر حرکتی را در تحریک عضلات مشابه که تمرین داده نشده‌اند، افزایش می‌دهد (۶). بنابراین، نتایج نشان می‌دهد که تمرینات قدرتی با وزنه (دوطرفه و یکطرفه) نسبت به تمرینات سرعتی با وزنه موجب افزایش بیشتری در قدرت عضلات فلکسور آرنج (دوطرفه و یکطرفه) می‌شوند. در ضمن، تمرینات قدرتی و سرعتی دوطرفه با وزنه موجب کاهش نقصان دوطرفه می‌شود، درحالی که تمرینات یکطرفه موجب تسهیل نقصان دوطرفه نمی‌شود. بنابراین، پیشنهاد می‌شود برای جبران نقصان دوطرفه در ورزش‌هایی که با دو دست انجام می‌گیرد، تمرینات با وزنه به صورت دوطرفه با مقدار بار نزدیک به بیشینه انجام گیرد.

منابع و مآخذ

۱. ادینگتون، وادگرتون. (۱۳۷۲). "بیولوژی فعالیت بدنی". ترجمه حجت ا... نیکبخت، تهران، انتشارات سمت.
۲. توماس، آر، بیچل. بارنی، آ، گروفز. (۱۳۸۴). "تمرین با وزنه". ترجمه حمید اراضی. تهران، انتشارات لک.

۳. رجبی، حمید. (۱۳۷۴). "سازگاری عصبی با تمرینات قدرتی". فصلنامه المپیک، انتشارات کمیته ملی المپیک، شماره ۳ و ۴.

۴. شمس نیا، الهام. رجبی، حمید. صادقی، حیدر. (۱۳۸۶). "تاثیر تمرین قدرتی یکطرفه و دوطرفه بر کاهش دوطرفه قدرت عضلات بازکننده زانو، پرش جفت، پرش لی و زمان دویدن ۲۰ متر". پژوهش در علوم ورزشی، شماره پانزدهم، صص ۴۱-۵۶.

۵. مک آردل، کچ. (۱۳۷۲). "فیزیولوژی ورزشی (جلد اول)". ترجمه حسین سندگل. تهران، انتشارات سمت.

6. Adamson, M. Macquaide, N. Helgerud, J. Hoff, J. Kemi. *OJ. (2008). "Unilateral arm strength training improves contralateral peak force and rate of force development". Eur J Appl Physiol. 103(5); PP:553-9.*

7. Aimet, M. Pokan, R. Kotzian, S. Musil, U. Pelikan, J. Skopetz, R. Spiesberger, R. Brandl, J. Rupp, M. Von Duvillard, SP. Hofmann, P. Zifko, UA. (2003). "Comparison of combined unilateral and bilateral vs. An isolated unilateral strength training in stroke patients". *Medicine & Science in Sports & Exercise. 35(5); PP:232-14.*

8. Cresswell, AG. Ovendal, AH. (2002). "Muscle activation and torque development during maximal unilateral and bilateral isokinetic knee extension". *J of Sports Medicine & Physical Fitness. 42(1); PP:19-25.*

9. Dale, RB. Sirikul B. Bishop, PA. (2001). "Bilateral indices of knee flexors and extensor in male and females during 1 and 10 RM". *J Athl Train. Volume 36(2); PP:85-6.*

10. Gazzaniga, MS. Sperry RW. (1966). "Simultaneous double discrimination response following brain bisection". *Psychonomic Sci. 4(7); PP:261-262.*

11. Gleser, MA. (1973). "Effects of hypoxia and physical training on hemodynamic adjustments to one-legged exercise". *Medicine & Science in sports & Exercise. 34(5); PP:655-659.*

12. Hakkinen, K. (1994). "Neuromuscular adaptation during strength training, detraining and immobilization clinical reviews in physical and rehabilitation medicine". *Physical & Rehabilitation Medicine* 6(3); PP:161-198.
13. Hakkinen, K. Hakkinen, A. (1999). "Muscle cross-sectional area, force production and relaxation characteristics in women at different ages". *Eur J Appl Physiol.* 62(10); PP:410-414.
14. Hakkinen, K. Kallinen, M. Linnamo, V. Pastinen, U. M. Newton, R. U. Kraemer, W. J. (1996). "Neuromuscular adaptations during bilateral versus unilateral strength training in middle aged and elderly men and women". *Acta Physiol Scand.* 158(1); PP:77-88.
15. Hakkinen, K. Komi P. V. (1983). "Electromyographic changes during strength training and detraining". *Med Sci Sports Exerc.* 15(6); PP:455-60.
16. Hakkinen, K. Kraemer, W. J. Kallinen, M. Linnamo, V. Pastinen, U. M. Newton, R. U. (1994). "Bilateral and unilateral function and muscle cross – sectional area in middle-aged and elderly men and women". *J Gerontol Biol Sci.* 51A(1); B21-9.
17. Henry, F. M. Smith L. E. (1961). "Simultaneous VS. Separate bilateral muscular contractions in relation to neural overflow theory and neuromotor specificity". *Res Q Exerc Sport,* 32; PP:42-47.
18. Housh, D. J. Housh, T. J. Johnson, G. O. Chu, W. K. (1992). "Hypertrophic response to unilateral concentric isokinetic resistance training". *J Appl Physiol.* 73(1); PP:65-70.
19. Howard, J. D. Enoka, R. M. (1991). "Maximum bilateral contraction are modified by neutrally mediated interlimb effects". *J Appl Physiol.* 70(1); PP:306-16.
20. Jakobi, J. M. Cafarelli, E. (1998). "Neuromuscular drive and force production are not altered during bilateral contractions". *J appl Physiol* 84; PP:200-206.

21. Juliane, P. Hernandez, Nicolle L.Nelson-Whalen, W.Franke D, McLean SP. (2003). "Bilateral index expressions and IEMG activity in older versus young adults". *J Gerontoloty ; Med Sci.* 58(6); M539-41.

22. Khodiguian, NA.Cornwell, E.Lares, PA. Di-Caprio, S.Hawkins, A. (2003). "Expression of the bilateral deficit during reflexively evoked contractions". *J Appl Physiol.* 94(1); PP: 171-78.

23. Khodiguian, NA. Cornewell, E.Lares, PA. Di-Caprio, S. Hawkins, A. (2003). "Expression of the bilateral deficit reflexively wvoked contractions. Expression of the bilateral deficit during reflexively evoked contractions". *J Appl Physiol.* 94(1); PP:171-78.

24. Koh, TJ. Grabiner, M. Clough, DCA. (1993). "Bilateral deficit is larger for step than for ramp isometric contractions". *J Strength Cond Res.* 74(3); PP:1200-5.

25. Kuruganti, U.Murphy, T. (2008). "Bilateral deficit expressions and myoelectric signal activity during submaximal and maximal isometric knee extentions in young, athletic males". *Eur Appl Physiol.* 102(6); PP:721-726.

26. Lauder MA,Lake JP. (2008). "Biomechanical comparison of unilateral and bilateral power snatch lifts". *J Strength Cond Res.* 22(3); PP: 653-60.

27. Maarten, F.Bobbert-Wendy, W.De-Graaf, JN.Jonk, L. Richard Casius J. (2006). "Explanation of the bilateral deficit in human vertical squat jumping". *J Appl Physiol.* 100(2); PP:493-99.

28. Magnus, CR. Farthing, JP. (2008). "Greater bilateral deficit in leg press than in handgrip exercise might be linked to differences in postural stability requirements". *Appl Physiol Nutr Metab.* 33(6) ; PP:1132-9.

29. Mc Lean,SP.Bake, A. Stember, AJ. (1998). "Bilateral and unilateral strength of lower extremity muscles". *North Amerc Cong Bio.*

30. McCurdy, KW. Langford, GA. Doscher, MW. Wiley, LP. Mallard, KG. (2005). "The effects of short-term unilateral and bilateral lower-body resistance training on measures of strength and power". *J Strength Cond Res.* 19(1); PP:9-15.
31. Michael, L. Simon, CG. Timothy, JC. (2009). "Unilateral strength training increases voluntary activation of the opposite untrained limb". *J cli Neuroph.* 120(4); PP:802-8.
32. Munn, J. Herbert, RD. Hancock, MJ. Gandevia, SC. (2005). "Training with unilateral resistance exercise increases contralateral strength". *J Appl Physiol.* 99(5); PP:1880-4.
33. Oda, S. Toshio, M. (1994). "Maximal isometric force and neural activity during bilateral and unilateral elbow flexion in humans". *Eur J Appl Physiol.* 99(5); PP:240-3.
34. Ohtsuki, T. (1983). "Decrease in human voluntary isometric arm strength induced by simultaneous bilateral exertion". *Behave Brain Res.* 7(2); PP:165-78.
35. Schantz, PG. Moritani, T. Karlson, E. Johansson, E. Lundh, A. (1989). "Maximal voluntary force of bilateral and unilateral leg extension". *Acta Physiol Scand.* 136(2); PP:185-92.
36. Secher, NH. Rorsgaards, S. Secher O. (1978). "Contralateral influence on recruitment of curarized muscle fibres during maximal voluntary extension of the legs". *Acta Physiol Scand.* 103(4); PP:456-62.
37. Seynnes, Or. De-Boer, M. Narici, MV. (2006). "Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training". *Eur J Appl Physiol.* 109(6); PP:1974-1979.
38. Simon, AM. Ferris, DP. (2008). "Lower limb force production and bilateral force asymmetries are based on sense of effort". *Exp Brain Res.* 187(1); PP:129-38.

39. Taniguchi, Y. (1997). "Lateral specificity in resistance training : The effect of bilateral and unilateral training ". *Eur J Appl Physiol.* 75(2); PP:144-50.
40. Taniguchi, Y. (1998). "Relationship between the modifications of bilateral deficit in upper and lower limbs by resistance training in humans". *Eur J Appl Pysiol Occup Physiol.* 78(3); PP:226-30.
41. Van Soest, AJ. Roebroek, MJ. Bobbrert, P.Huijing, And G.J.Van Ingen Schenau. (1985). "A Comparison of one-legged and two-legged countermovement jumps ". *Med Sci Sports Exerc.* 17(6); PP:635-39.
42. Vandervoort, AA. Sale, DG. Moroz, JR. (1984). "Comparison of motor unit activation during unilateral and bilateral leg extension". *J Appl Physiol.* 56(1); PP:46-51.
43. Vint PF, Mclean SP. (1999). "Maximal and submaximal expressions of the bilateral deficit phenomenon ". *Amer Society Bio.*
44. Vint, P. Hinrichs, R. (1998). " The bilateral deficit is not solely responsible for the relative decrements in two-legged vertical jumping performances". *North Amerc Cong Bio.*
45. Weir, JP. Housh, DJ. Housh, TJ. Weir , LL. (1995). "The effect of unilateral eccentric weight training and detraining on joint angle specificity, cross-training, and the bilateral deficit ". *J Prthop Sports Phys Ther.* 22(5); PP:207-15.
46. Weir, JP. Housh, DJ. Housh, TJ. Weir, LL. (1997). "The effect of unilateral concentric weight training and detraining on joint angle specificity , cross-taining, and the bilateral deficit ". *J Orthop Sport Phys Ther.* 25(4); PP:264-70.
47. Weir , JP .Housh, TJ. Weir, LL. Johnson, GO. (1995). "Effects of unilateral isometric strength training on joint angle specificity and cross-training ". *Eur J Apple Physiol.* 70(4); PP:337-43.