

تأثیر و ماندگاری تمرین‌های اصلاحی بر لوردوز کمری افزایش یافته دختران پیش و پس از بلوغ

ندا رضوان خواه گلسفیدی^{۱*}، محمدحسین علیزاده^{**}، محمدرضا کردی^{***}

* کارشناس ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران.

** دانشیار آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران.

*** دانشیار فیزیولوژی ورزشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۴/۲۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۲/۳۰

چکیده

مؤلفه زمان در اثربخشی تمرین‌های اصلاحی و ماندگاری آن توجه پژوهشگران را برانگیخته است. هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر هشت هفته تمرین اصلاحی و ماندگاری آن پس از چهار ماه بر لوردوز افزایش یافته کمری دانش‌آموزان پیش و پس از بلوغ است. آزمودنی‌ها شامل ۶۴ دختر ۱۰ و ۱۷ سال قوس کمری افزایش یافته داشتند که به دو گروه تجربی ($n=32$) و گروه کنترل ($n=32$) تقسیم شدند. گروه تجربی هشت هفته و هفته‌ای سه جلسه در برنامه تمرین‌های اصلاحی شرکت کردند و گروه کنترل فعالیت‌های عادی خود را ادامه دادند. در آغاز و پایان دوره و چهار ماه پس از تمرین‌ها، قوس کمری آزمودنی‌ها با استفاده از خط‌کش منعطف اندازه‌گیری شد. داده‌ها به کمک آزمون آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری و α در سطح معناداری ۰.۰۵ انجام شد. نتایج نشان داد که پس از تمرین میزان لوردوز کمری افزایش یافته در دختران نابالغ و بالغ کاهش معنی‌داری پیدا کردند ($p>0.05$). میانگین زاویه لوردوز در گروه‌های تجربی در پس‌آزمون دوم افزایش پیدا کرد ($p>0.05$). در حالی که در گروه کنترل در این زمان‌ها تفاوت آماری معنی‌دار نبود. نتایج تحقیق نشان‌دهنده تأثیر تمرین‌ها بر قوس کمر افزایش یافته آزمودنی‌های نابالغ و بالغ است، هرچند اثربخشی تمرین‌ها پس از بلوغ به مراتب مؤثرتر از قبل از بلوغ بوده است. ماندگاری اثر تمرین نشان می‌دهد آزمودنی‌ها به شرکت در برنامه تمرین‌های اصلاحی مستمر نیاز دارند و با نتایج دلخواه زود هنگام نباید برنامه تمرینی را رها کرد. واژه‌های کلیدی: بلوغ، تمرین‌های اصلاحی، ماندگاری تمرین، ناهنجاری ستون فقرات.

The effect and maintenance of 8 weeks corrective exercise on increased lumbar lordosis of pre and post pubertal school girls

Rezvankhak Golsefidi, N.*., Alizadeh, M.H.**., Kordi, M.R.***

* Master of Science, Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences Tehran University, Iran.

** Associate Professor, Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Science Tehran University, Iran.

*** Associate Professor, Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences Tehran University, Iran.

Abstract

Background: component of time on effectiveness and maintenance of corrective exercise has been always in the center of researchers' attention. This study aimed to investigate the effect of 8 weeks corrective exercise on lumbar lordosis angle and the changes of the lumbar lordosis angle after a 4 months period in the hyper-lordotic pre pubertal and pubertal school girls.

Methods: The 64 lumbar lordotic schoolgirl (10 and 17 years old) were included that randomly divided into two groups: experimental ($n=32$) and control ($n=32$). The experimental groups performed corrective exercise for 8 weeks, 3 sessions a week whereas control groups continued their usual physical and dietary activities. Lumbar lordosis angle values were measured before, after and then 4 months post training period by flexible ruler. Data were analyzed by using the variance analysis with repeated measure and α was 0.05.

Result: The result showed lumbar lordosis decreased in pre pubertal and pubertal girls ($p>0.05$). The means of lumbar lordosis increased in 2th post test ($p>0.05$) in experimental groups whereas there were no significant differences between means of lumbar lordosis in these time points in control group ($P>0.05$).

Conclusion: the result showed corrective exercise effect on lumbar lordosis angle in pre pubertal and pubertal students. However, the effectiveness of training in pubertal has been much more effective than pre puberty. Also follow up findings showed the subjects are required to participate in continual corrective exercise program and should not abandon training programs with desired result.

Keyword: Puberty, Corrective Exercise, Maintenance of Training, Spinal Disorder

مقدمه

ستون فقرات و قوس های آن برای داشتن وضعیت بدنی مطلوب بسیار مهم به نظر می‌رسد. انحنای طبیعی در ستون فقرات سبب کاهش فشار و ناهنجاری بدن می‌شود (۱). در میان قوس های ستون فقرات، لوردوز کمری پایین ترین انحنای ستون فقرات است که به دلیل تحمل بیشترین وزن بالاتنه، در معرض خطرات و ناهنجاری های متعددی است. یکی از ناهنجاری های مهم در این ناحیه قوس افزایش یافته کمری است (۲)، به طوری که میزان لوردوز افراد با افزایش سن به طور خطی افزایش می‌یابد که موجب تغییرات مرکز ثقل به جلو و افزایش حرکت لگن می‌شود (۲). این گونه به نظر می‌رسد که عوامل داخلی و خارجی بسیاری چون وراثت، وضعیت بدنی، محیط و میزان فعالیت بدنی می‌تواند بر پوسچر و لوردوز تأثیر بگذارد، که تأثیر وضعیت بدنی از عواملی همچون جنس و بلوغ اسکلتی از اهمیت ویژه ای برخوردار است (۳). بر این اساس محققان مراحل پیش از بلوغ و پس از آن را برهه ای از زندگی به شمار می‌آورند که بدن دستخوش بسیاری از تغییرات می‌شود (۳) که در طول آن ویژگی های آناتومیکی مهره ها، قد و وضعیت هورمونی تغییر می‌کند (۴). در دوره پیش و پس از بلوغ پوسچر بدن دستخوش تغییرات مهمی می‌شود تا به تعادل جدیدی دست یابد. در نهایت این تغییرات در مرحله رشد، به انحرافات در پوسچر کودکان و نوجوانان منجر می‌شود (۵). به طوری که اطلاعات جدید در باب رشد فزاینده انواع ناهنجاری های ستون فقرات از جمله لوردوز در بین کودکان و نوجوانان نشان می‌دهد تقریباً از هر سه کودک یکی دارای ضعف در بافت های نرم به خصوص تاندون ها و عضلات است (۶) و ۴۲ درصد نوجوانان در ایران دارای عارضه لوردوز کمری هستند (۷). اگر در این زمان، پوسچر ضعیف بدون توجه خاصی به تغییر ادامه دهد، در نهایت تغییرات ساختاری رخ می‌دهد (۸)، زیرا بی تعادلی عضلانی، که در ابتدا به صورت عملکرد نامطلوب ظاهر شده است بر لیگامنت ها، غضروف ها و عضلات تأثیر می‌گذارد، سپس با تأثیر بر ساختار مفاصل و استخوان ها، به تغییرات ساختاری می‌انجامد (۹). کراتنوا و همکاران معتقدند پوسچر ضعیفی را که در مرحله عملکرد نامطلوب است با ورزش های اصلاحی می‌توان اصلاح کرد، زیرا نابالغان به دلیل شکل ضعیف استخوان ها به راحتی قابل اصلاح هستند و ساختار اسکلتی بالغان نیز به ورزش پاسخ می‌دهد (۴). پنها و همکاران بر این عقیده اند که ناهنجاری های پوسچری با رشد و بلوغ کودک اصلاح می‌شوند و تا هنگام بلوغ نیازی به اقدام برای رفع این ناهنجاری ها نیست (۳)، در حالی که فانوچی بیان می‌کند که برنامه تمرینی ویژه در دوره کودکی می‌تواند به اصلاح راستای ستون فقرات و فشار وارده بر بافت ها در دوره رشد کمک کند (۹). از سوی دیگر، حسونند و همکاران گزارش کرده اند با شروع بلوغ نیز می‌توان تمرین های اصلاحی را آغاز کرد (۱۰). زوفکووا دوره سرعت رشد را زمان مناسبی برای افزایش سلامت استخوانی می‌داند (۱۱)، زیرا معتقد است ساختار استخوانی با عملکرد عضلانی ارتباط دارد (۱۱) و دختران پس از ورود به این دوره و به علت وجود هورمون های رشدی و هورمون های جنسی قدرت بیشتری دارند (۱۲). اسپینوزا ناوارو و همکارانش تأثیر مثبت برنامه های تمرینی را حتی بر کودکان چهار ساله مشاهده کردند (۱۳). رهنما اثربخشی تمرین های اصلاحی را بر دختران ۱۴ ساله بیش از دختران ۱۲ و ۱۳ می‌داند (۱۴). علاوه بر این اکبرفهمی تأثیر تمرین های اصلاحی را

بر افراد ۱۸-۱۲ ساله مؤثر می‌داند (۱۵). عقدایی تأثیر تمرین‌های ویلیامز را بر کاهش لوردوز کمری دختران ۱۹-۱۷ ساله مشاهده کرد (۱۶) و جونز چنین تمرین‌هایی را برای بهبود عملکرد کمر افراد بالغ مناسب می‌داند (۱۷). مکنزی معتقد است عدم اصلاح این ناهنجاری‌ها تا مقطع دبیرستان تغییرات وضعیتی همچون دردهای سیستم عضلانی اسکلتی، تغییر شکل مفصل، خستگی عضلانی و برهم خوردن تعادل بیومکانیکی را به همراه خواهد داشت (۱۸).

اگرچه نتایج تحقیقات انجام شده تاکنون در زمینه تأثیر تمرین‌های اصلاحی بر لوردوز، به تأثیر مثبت آن در کنترل این عارضه در جوانی و نوجوانی و کودکی اشاره دارد، بسیاری از تحقیقات صرفاً به نتایج کوتاه مدت این تمرین‌ها اشاره کرده‌اند و بیشتر تحقیقات فاقد دوره‌های پیگیری‌اند. تجربه نشان می‌دهد بیشتر بیمارانی که با کمک تمرین‌های اصلاحی به درمان لوردوز می‌پردازند، پس از اتمام دوره‌های درمانی تمرین‌های خود را قطع می‌کنند؛ بنابراین ضروری است این افراد پس از مدتی دوباره تحت ارزیابی قرار گیرند. با توجه به مطالب مزبور، همواره دو نکته مهم ذهن پژوهشگران را مشغول کرده است: نخست آنکه سن مناسب شروع تمرین‌ها را می‌توان دوران کودکی در نظر گرفت؟ از سوی دیگر، مدت زمان ماندگاری تأثیر تمرین‌ها چه میزان است؟ آیا می‌توان با شرکت در یک دوره اطمینان حاصل کرد که دیگر ناهنجاری به سراغ کودکان و نوجوانان نخواهد آمد؟ از این رو ضرورت اجرای پژوهشی با هدف بررسی ماندگاری اثر تمرین بیش از گذشته احساس می‌شود. این مطالعه با هدف تأثیر هشت هفته برنامه تمرین اصلاحی بر زاویه لوردوز کمری دختران مبتلا به قوس افزایش یافته کمری و همچنین بررسی تغییرات زاویه قوس کمری پس از یک دوره چهار ماهه تمرین اصلاحی انجام شد.

روش‌شناسی

مطالعه حاضر پژوهشی نیمه تجربی و به لحاظ استفاده از نتایج تحقیقات کاربردی است. جامعه پژوهش حاضر دانش‌آموزان دختر ۱۰ و ۱۷ سال دوره ابتدایی و دبیرستان منطقه ۱۲ آموزش و پرورش شهر تهران بودند. از بین مدرسه‌ها به صورت خوشه‌ای انتخاب شدند و جهت تشخیص عارضه لوردوز کمری از روش غربالگری استفاده کردیم. پس از بررسی دانش‌آموزان، ۶۴ نفر مبتلا به قوس افزایش یافته شناسایی شدند که داوطلبانه در تحقیق شرکت کردند. معیارهای ورود به مطالعه داشتن قوس کمری بیش از ۵۸ درجه بود که براساس اندازه‌گیری آزمودنی‌ها در وضعیت ایستاده و با خط‌کش منعطف بود (۱۹). همچنین پس از انتخاب افراد مناسب قرارداد آنها در مرحله ۲ و ۱ تا ۲ تا ۱۰ ساله برای گروه ۴-۵ سال و ۱۷ ساله الزامی بود (۲۰). قبل از اجرای برنامه، فرم حاوی سؤالات مربوط به وضعیت بلوغ و سلامتی آزمودنی‌ها والدین گروه ۱۰ سال و ۱۷ سال تکمیل کردند و رضایت‌نامه دادند.

معیارهای خروج از تحقیق شامل ابتلا به بیماری‌های عضلانی-اسکلتی ستون فقرات یا اندام تحتانی یا مشکلات عصبی-عضلانی و هرنوع مشکل مرتبط با سیاتیک (کمردرد، جراحی)، مصرف داروی خاص، قرار نگرفتن در محدوده BMI طبیعی ($18.5 \leq BMI < 24.9$) و فعالیت‌های منظم ورزشی بود. جهت اندازه‌گیری میزان قوس

کمری از خط‌کش انعطاف‌پذیر استفاده شد. در این تحقیق به روش یوداس، از زائده مهره دوازدهم پستی به منزله نقطه شروع قوس و از زائده خاری مهره دوم خاجی به منزله انتهای قوس استفاده شد (۲۱). برای رسیدن به زائده خاری مهره دوازدهم پستی، کناره زیرین دنده دوازدهم در دو طرف به وسیله انگشت شست لمس شد و سپس دو انگشت شست به طور هم‌زمان و در دو طرف بدن به سمت بالا و داخل حرکت داده شدند تا جایی که دنده در زیر بافت نرم ناپدید شد. در این موقع، فاصله دو انگشت شست به هم وصل شد و نقطه وسط آن به منزله زائده مهره دوازدهم پستی با ماژیک ضدحساسیت علامت زده شد. پس از مشخص شدن نشانه‌های استخوانی لازم، از آزمودنی خواسته شد تا به صورت کاملاً طبیعی و با پاهای برهنه روی مقوایی که محل قرار گرفتن پا در آن مشخص شده بود بایستد. پاها را به اندازه عرض شانه باز کند، نگاهش را به طرف جلو نگاه دارد و وزنش را به طور یکسان روی دو پا بیندازد. سپس خط‌کش منعطف در ناحیه کمر قرار داده شد تا شکل قوس کمری را به خود بگیرد. بعد از پیاده‌کردن انحنا روی کاغذ، زاویه قوس کمری از طریق فرمول $\theta = 4 \text{Arctang } 2H/L$ محاسبه شد، که θ در این فرمول زاویه منحنی، L فاصله نقطه ابتدایی و انتهایی منحنی، و H عمود منصف آن است.

برنامه تمرینی. پس از اندازه‌گیری قوس ناحیه کمری، آزمودنی‌ها به دو گروه تمرینی و کنترل تقسیم شدند. پیش از شروع برنامه تمرینی، به منظور تعیین حجم تمرین برای هر شرکت‌کننده و نیز تعیین تعداد تکرار و زمان اولیه تمرین‌ها، از آزمون‌های استقامت عضلات فلکسور تنه و استقامت عضلات همسترینگ و سرینی استفاده شد.

ارزیابی استقامت عضلات فلکسور تنه: استقامت عضلات فلکسور تنه با آزمون فلکشن تنه در ۶۰ درجه اندازه‌گیری شد. در این آزمون، آزمون‌شونده به پشت روی زمین خوابید و دست‌ها را به صورت متقاطع روی سینه قرار داد. در این وضعیت، زاویه ران‌ها و زانو‌ها ۹۰ درجه بود و گوه‌ای در پشت فرد گرفت تا بدن را در زاویه ۶۰ درجه نگه‌دارد و پاها روی زمین محکم ثابت شد. با برداشتن گوه، آزمون آغاز شد. حداکثر زمانی که آزمون‌شونده توانست وضعیت را تا سر حد واماندگی حفظ کند ثبت شد و براساس آن زمان برنامه تمرین عضلات شکم طراحی شد (۲۲) (شکل ۳).

ارزیابی استقامت عضلات همسترینگ و سرینی: به منظور اندازه‌گیری استقامت عضلات همسترینگ از آزمون‌شونده خواستیم تا به شکم روی زمین قرار بگیرد و با بستن وزنه ۲ کیلوگرمی به پاهایش، حرکت فلکشن زانو را انجام دهد. آزمون‌شونده حداکثر تکراری را که تا حد واماندگی توانست انجام دهد اجرا کرد و تعداد تکرارها محقق شمارش و ثبت کرد. همچنین، آزمون‌شونده با قراردادن وزنه چهار کیلوگرمی روی شکم، ران‌ها را به یکدیگر چسباند و با فشار پاها به زمین و چرخش خلفی لگن، لگن را بالا برد. حداکثر زمانی که آزمون‌شونده توانست خود را در وضعیت پل با تکنیک صحیح حفظ کند به دست آمد. در واقع، اساس کار بر مبنای واماندگی افراد از حفظ وضعیت یا تکرار حرکت بود (۲۳) (شکل ۱، ۲). پس از اجرای آزمون اولیه گروه تمرین در یک برنامه تمرینی شرکت کردند. هدف برنامه طراحی شده کشش عضلات کوتاه‌شده فلکسور ران و

اکستنسور ناحیه کمری ستون فقرات و تقویت عضلات اکستنسور ران (عضله همسترینگ و سیرینی بزرگ) و عضلات شکم بود. برنامه تمرینی ۲۴ جلسه بود و گروه تجربی به مدت ۸ هفته، هفته‌ای ۳ جلسه و هر جلسه ۶۰ تا ۹۰ دقیقه تمرین‌ها را زیر نظر محقق انجام دادند. در این مطالعه ۶ تمرین مختلف برای آزمودنی‌ها تجویز شد که ترکیبی از تمرین‌های قدرتی و کششی بود.

روش اجرای برنامه در هر جلسه تمرین. به منظور کاهش خطر آسیب‌های احتمالی به مفاصل و عضلات آزمودنی‌ها و برای افزایش تحرک‌پذیری مفاصل ستون فقرات و اندام تحتانی، برنامه گرم‌کردن و سردکردن، ۱۵ دقیقه در اول و آخر هر جلسه تمرینی اجرا شد (۲۴). بعد از مرحله گرم‌کردن، ابتدا تمرین‌های کششی و سپس تمرین‌های مقاومتی اجرا شدند. تمرین اول و دوم کششی به منظور افزایش کشش عضلات و کاهش کانتراکچر عضلات فلکسور ران بود. در تمرین اول، آزمودنی یک پا را به عقب برد، و پای دیگر را در جلو قرار داد، و با انتقال وزن به پای جلویی، کشیدگی را در قسمت قدامی پای عقبی احساس کرد (شکل ۴). در تمرین دوم، آزمودنی به حالت ایستاده قرار گرفت و زانو را خم کرد و ران را به اکستنشن برد. با اجرای تمرین، ستون فقرات و لگن در وضعیت طبیعی حفظ شدند و لگن چرخش قدامی نداشت. تمرین کشش سوم کششی برای افزایش انعطاف‌پذیری عضلات اکستنسور ناحیه کمری ستون فقرات و در نتیجه افزایش دامنه حرکتی کمر بود. از فرد خواسته شد که در حالت خوابیده، زانوهای خود را تا آنجا که می‌تواند به طرف سینه حرکت دهد (۲۴). برنامه تمرینی کشش ایستا از ۵ ثانیه در شروع تمرین‌ها، به ۱۵ ثانیه در پایان دوره تمرینی افزایش یافت (۲۵). تمرین‌ها کششی سه‌بار در هر جلسه تکرار شدند. برای جلوگیری از احتمال آسیب به بافت عضله، حرکات به صورت نرم و کنترل‌شده تا آستانه درد اجرا شده است (۲۴).

پس از انجام تمرین‌های کششی، تمرین‌های مقاومتی انجام شدند. تمرین مقاومتی اول شامل تقویت عضلات همسترینگ بود که آزمون‌شونده حرکت فلکشن زانو با وزنه دوکیلوگرمی را انجام داد. (۲۳). تمرین مقاومتی دوم به منظور تقویت عضلات سیرینی بزرگ طراحی و اجرا شد. این تمرین شامل حرکت پل زدن با وزنه چهار کیلوگرمی بود (۲۲). تمرین مقاومتی سوم تقویت عضلات شکم بود که آزمون‌شونده‌ها تمرین فلکشن تنه در ۶۰ درجه را انجام دادند (۲۶). برنامه تمرین‌های قدرتی در یک نوبت انجام شد. تعداد این حرکات، از ۸ تکرار در هفته اول به ۱۲ تکرار در هشتمین هفته رسید. تمرین‌ها با شدت ۶۵ درصد شروع شد و به صورت پیش‌رونده هر هفته ۵ درصد به شدت آن افزوده شد (۲۷). بعد از پایان دوره تمرینی، از آزمودنی‌های هر دو گروه تجربی و کنترل پس‌آزمون اول گرفته شد. چهار ماه بعد از پس‌آزمون اول، پس‌آزمون دوم از آزمودنی‌های هر دو گروه گرفته شد. گروه کنترل در فاصله بین پیش‌آزمون تا پس‌آزمون اول و دوم به زندگی عادی خود مشغول بودند. گروه تجربی هم در فاصله زمانی بین پس‌آزمون اول و دوم فعالیت خاصی انجام ندادند. پس از جمع‌آوری داده‌ها و تأیید توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف اسمیرنوف، جهت مقایسه میانگین گروه‌های مختلف در مقاطع زمانی تحت بررسی، آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری انجام شد. آزمون‌های

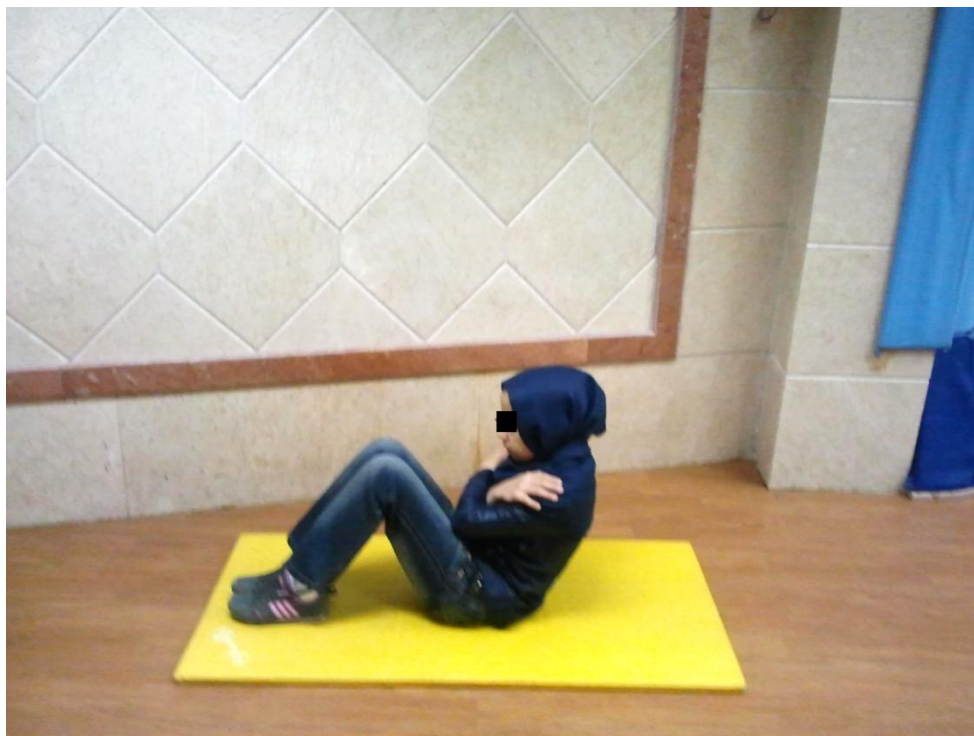
آماری با استفاده از نرم‌افزار اس پی اس اس نسخه ۱۶ در سطح اطمینان ۹۵ درصد α در سطح معناداری ۰.۰۵ انجام شد.



شکل ۱ تمرین قدرتی پل زدن



شکل ۲ تمرین قدرتی فلکشن زانو



شکل ۳ تمرین قدرتی فلکشن تنه در ۶۰ درجه



شکل ۴ تمرین کششی لانج

نتایج

آزمودنی‌های این پژوهش ۳۲ نفر گروه تجربی و ۳۲ نفر گروه کنترل بودند. میانگین قد، وزن و شاخص توده بدنی در افراد چهار گروه در جدول ۱ آمده است. برای بررسی اثر زمان، گروه و اثر متقابل گروه زمان از تجزیه واریانس تکراری استفاده شد. نتایج نشان داد پس از پایان تمرین‌ها میزان قوس کمری افزایش یافته گروه نابالغ کاهش معنی داری پیدا کرد ($p > 0.05$). در پس‌آزمون دوم که پس از چهار ماه انجام شد نیز تفاوت معناداری مشاهده شد ($p > 0.05$). در حالی که در گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده نشد (جدول ۲). قوس کمری دختران بالغ نیز پس از پایان تمرین‌های اصلاحی کاهش معنی داری داشته است ($p > 0.05$). در پس‌آزمون دوم ($p > 0.05$) تفاوت معناداری مشاهده شد، ولی در گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده نشد (جدول ۳). نتایج اندازه اثر نشان‌دهنده آن است که میزان تأثیر برنامه تمرینی در گروه نابالغ متوسط ($d = 0.533$) و در گروه بالغ زیاد بود ($d = 0.733$). اگرچه در نتایج آزمون تعقیبی توکی تفاوت معناداری بین دو گروه تجربی بالغ و نابالغ مشاهده نشد (جدول ۴).

جدول ۱. ویژگی عمومی آزمودنی‌ها

گروه	سن (سال) m±SD	قد (سانتی‌متر) m±SD	وزن (کیلوگرم) m±SD	BMI m±SD
گروه تجربی ۱۰ سال	۱۰.۶±۰.۲۵	۱۳۸±۶.۶۵	۳۶.۷۵±۵.۶۱	۱۹.۶۱±۳.۲۰
گروه کنترل ۱۰ سال	۱۰.۱۲±۰.۳۴	۱۳۷±۵.۹۰	۳۶.۶۸±۶.۰۸	۱۹.۷±۳.۱۴
گروه تجربی ۱۷ سال	۱۷.۰۶±۰.۴۴	۱۶۰±۵.۵۷	۵۲.۴۶±۶.۱۳	۲۰.۳۶±۲.۴۳
گروه کنترل ۱۷ سال	۱۷.۱۲±۰.۳۴	۱۵۹±۵.۶۱	۵۸.۶۸±۸.۹۸	۲۲.۹±۲.۶۷

جدول ۲. بررسی تأثیر تمرین‌های اصلاحی بر زاویه لوردوز کمری دانش‌آموزان ۱۰ سال مبتلا به لوردوز افزایش یافته کمری

گروه ۱۰ سال	پیش‌آزمون	پس‌آزمون اول	پس‌آزمون دوم	P اثر زمان
گروه تجربی	۶۴.۵۱±۳.۲۳	۵۲.۲۰±۹.۵۶	۶۲.۲۲±۷.۸۹	<۰.۰۰۱
گروه کنترل	۶۳.۷۹±۲.۲۴	۶۴.۳۶±۲.۹۵	۶۴.۲۴±۳.۳۶	۰.۴۲۵
P اثر گروه	۰.۴۶۶	۰.۰۰۰۱	۰.۳۶۰	۰.۰۱۵

جدول ۳. بررسی تأثیر تمرین‌های اصلاحی بر زاویه لوردوز کمری دانش‌آموزان ۱۷ سال مبتلا به لوردوز افزایش یافته کمری

گروه ۱۷ سال	پیش‌آزمون	پس‌آزمون اول	پس‌آزمون دوم	P اثر زمان
گروه تجربی	۶۵.۴۴±۲.۹	۵۰.۶۲±۹.۲۶	۶۰.۷۳±۶.۲۳	۰.۰۰۱
گروه کنترل	۶۴.۲۴±۳.۰۷	۶۳.۴۱±۳.۷۱	۶۴.۰۳±۴.۳۲	۰.۴۱۳
P اثر گروه	۰.۲۶۸	۰.۰۰۱	۰.۱۲۰	۰.۰۱۵

جدول ۴. نتایج آزمون تعقیبی توکی جهت بررسی قوس کمری آزمودنی‌های دو گروه ۱۰ و ۱۷ سال

متغیر	میانگین اختلاف پیش‌آزمون و پس‌آزمون	انحراف استاندارد	ارزش p
درجه لوردوز کمری بین گروه ۱۰ سال با ۱۷ سال	-۴.۸۹۸	۳۸۹۵	۰.۵۹۳

بحث

هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین اصلاحی بر قوس کمری افزایش یافته دختران پیش و پس از بلوغ بود. نتایج نشان می‌دهد که میزان قوس کمری افزایش یافته در نمونه‌های تجربی پژوهشی کاهش یافته است. همواره موضوع بهترین زمان اثربخشی تمرین‌های اصلاحی کانون توجه پژوهشگران بوده است. یکی از دوره‌های بسیار مهم دوره بلوغ است که در طول آن، وضعیت هورمونی و وضعیت جسمانی تغییر می‌کند و می‌تواند عامل بروز ناهنجاری ستون فقرات و بی‌تعادلی عضلانی شود (۴). از جمله روش‌های پیشنهادی برای پیش‌گیری از این ناهنجاری‌ها حرکات اصلاحی است که زمان شروع آن بین محققان محل تعارض است. به طوری که فانوچی و همکاران معتقدند برنامه تمرینی ویژه باید در دوره کودکی اعمال شود (۹). هوانلو و همکاران نیز گزارش کرده‌اند که بهتر است در زمان بلوغ، تمرین‌های اصلاحی آغاز شود (۲۸)، زیرا کنترل و اصلاح فعالیت‌های بدنی در نوجوانی و اوایل مرحله بلوغ مؤثر بوده و از ناهنجاری حرکتی و بی‌تعادلی عضلانی اسکلتی و فشارهای بیش از اندازه بر ستون فقرات پیش‌گیری می‌کند (۴).

درحالی‌که تحقیق حاضر بین مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون لوردوز کمری گروه بالغ و نابالغ تفاوت معنی‌داری نشان نداد که با تحقیقات دانشمندی و همکاران و فانوچی و همکاران همسو است. محققان معتقدند تمرین‌های اصلاحی که شامل "تمرین‌های قدرتی و کششی" است بر افراد تأثیر معنی‌داری می‌گذارد و بخش قدرتی آن طول عضلات را تحت تأثیر قرار می‌دهند و بخش‌های مختلف اسکلتی را جابه‌جا می‌کند و باعث ثبات و ایستادگی لیگامنت‌ها می‌شود. تمرین‌های کششی به‌عنوان هماهنگ‌کننده عضلات موافق و مخالف عمل می‌کند و باعث می‌شود طول عضلات درگیر چون سوئز خاصره و اکستنسور ستون فقرات افزایش پیدا کند (۲۹،۴). رودریگز و همکاران نیز گزارش کرده‌اند که تمرین‌های کششی در کودکان ۱۱-۱۰ سال طول عضلات درگیر را تغییر می‌دهد و تیلت قدامی لگن را کاهش می‌دهد (۳۰). ولتمن و همکاران و سیگل و همکاران نیز معتقدند تمرین‌های کششی انعطاف‌پذیری عضلات تحتانی کمر افراد بالغ را افزایش می‌دهد (۳۱). زاکاس و همکاران نیز بیان می‌کنند که تمرین‌های کششی باعث افزایش دامنه حرکتی اندام تحتانی افراد پیش و پس از بلوغ می‌شود و معتقدند سن عامل محدودکننده شروع برنامه تمرینی نیست، بنابراین تمرین‌های کششی جهت برگرداندن وضعیت مناسب عضلات نقش مهمی ایفا می‌کند (۳۲).

از طرفی برنامه تمرین‌های اصلاحی شامل تمرین‌های قدرتی نیز هست و تمرین‌های قدرتی با شدت، مدت و تکرار مناسب باعث افزایش قدرت عضلات شکم و عضلات اکستنسور ران افراد پیش و پس از بلوغ می‌شود (۳۲،۳۳). مطالعات فائجینبوم و سوال و میچلی نشان می‌دهد تمرین‌های قدرتی می‌تواند قدرت، استقامت و انعطاف‌پذیری کودکان و نوجوانان را فراتر از مراحل رشد و بلوغشان افزایش دهد و بلوغ و مراحل تانر تأثیر مهمی در کسب قدرت ندارد (۳۳-۳۵). سازوکار فیزیولوژیکی درگیر در میزان قدرت کسب شده کودکانی که دارای سطح پایین آندروژن سرم هستند انطباق‌پذیری عصبی است. درحالی‌که حداکثر قدرت به‌دست آمده در بزرگسالان از طریق افزایش توده عضلانی قابل توضیح است (۳۱)؛ زیرا با شروع بلوغ، استروئیدهای جنسی

عملکرد عضلانی اسکلتی را کنترل می‌کنند (۳۴). شرکت در تمرین (به‌خصوص تمرین‌های قدرتی) قدرت عضله را افزایش می‌دهد (۳۳) و افزایش قدرت اغلب با افزایش حجم عضله و تارهای آن (هایپر تروفی عضلانی) و کارکرد مؤثر عضله همراه است. انوکا (۱۹۹۸) معتقد است که مهم‌ترین عامل افزایش قدرت سیستم عصبی است که بدون بروز سازگاری‌های عصبی افزایش قدرت ممکن نخواهد بود. پس از تمرین تطابق عصبی به‌صورت بهبود هماهنگی عصبی، افزایش کارایی بسیج نورونهای حرکتی، افزایش فعال‌سازی عصبی، کاهش عمل مهارى اندام و تری گلژی و فعال‌شدن ارتباطات عصبی غیرفعال یا ضعیف خود را نشان می‌دهد (۳۶) به‌طوری‌که به‌دنبال تمرین درمانی، ارتباطات عصبی موجود تقویت و فعال می‌شوند و تسهیل فعالیت سیناپس‌ها و تسهیل انقباض عضلات نمایان می‌شود. در نتیجه قدرت نیز افزایش می‌یابد (۳۷).

از طرفی محقق اثربخشی تمرین‌ها را در گروه‌ها تحت بررسی قرار داده است. نتایج حاصل از اندازه اثر نشان می‌دهد، میزان اثر تمرین در گروه ۱۰ سال در حد متوسط ($d=0.533$) و میزان اثر تمرین در گروه ۱۷ سال ($d=0.733$) در حد زیاد است. پاینه و همکاران اندازه اثر تمرین‌ها را برای کودکان و نوجوانان بین ۶-۱۸ سال ۰.۶۸ و ۰.۸۳ به دست آورده‌اند (۳۸) که با اندازه اثر به‌دست‌آمده از تحقیق حاضر مطابقت دارد. تفاوت نتایج مشاهده‌شده بین کودکان و نوجوانان با عوامل عصبی عضلانی، عوامل هورمونی و هماهنگی حرکتی مرتبط است (۳۹). زیرا در طول دوره رشد عوامل گوناگون بدنی مثل قد، وزن و سن باعث تغییر عضلانی و قدرت می‌شوند که بر عملکرد ورزشی تأثیر می‌گذارد. به‌علت ترشح هورمون‌های آندروژن و هورمون‌های جنسی قدرت عضله افزایش می‌یابد و اندازه اثر بر جوانان بیشتر می‌شود (۳۸). نتیجه تحقیق حاضر نشان می‌دهد که با انجام تمرین‌های اصلاحی می‌توان از ناهنجاری‌های عضلانی و اسکلتی در هردو گروه سنی پیش و پس از بلوغ پیش‌گیری کرد و نتایج حاصل از اندازه اثر برنامه تمرینی نافعی حضور کودکان در برنامه حرکات اصلاحی نیست، اما به نظر می‌رسد که دوره پس از بلوغ زمان مناسب‌تری برای شرکت در برنامه تمرینی باشد.

میزان ماندگاری تمرین پس از اجرای یک دوره برنامه تمرینی نیز همواره کانون توجه پژوهشگران بوده است، زیرا در اکثر تحقیق‌های انجام‌شده فقط به نتایج کوتاه‌مدت این تمرین‌ها اشاره شده است و تعداد اندکی از پژوهش‌ها ماندگاری را تحت بررسی قرار داده‌اند. تجربه نشان می‌دهد بیشتر افرادی که با کمک تمرین‌های اصلاحی به اصلاح ناهنجاری خود می‌پردازند، پس از اتمام دوره‌های تمرینی، تمرین خود را قطع می‌کنند. در نتیجه تحقیق حاضر نیز میزان ماندگاری تمرین را بررسی کرده. طبق نتایج تحقیق حاضر، میانگین زاویه لوردوز در گروه تجربی در پس‌آزمون دوم، که چهار ماه بعد از پس‌آزمون اول گرفته شد، افزایش پیدا کرد. این مقدار به‌لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با میانگین زاویه لوردوز در پیش‌آزمون داشت. نتیجه تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات شوندی و سیناکی همسو است. شوندی و همکارانش نشان دادند که ۷ هفته تمرین اصلاحی باعث کاهش ناهنجاری شده است، اما پس از پیگیری چهار ماهه دوباره میزان ناهنجاری افزایش یافته است (۴۰). نتایج سیناکی و همکارانش نیز نشان داد که تمرین قدرتی باعث کاهش ناهنجاری در زنان می‌شود ولی

پیکگیری ۸ ساله نشان داد که قدرت عضلات دوباره کاهش پیدا کرده است و زاویه ناهنجاری افزایش یافته است (۴۱).

یافته‌های تحقیقات نشان می‌دهد که قدرت به‌دست‌آمده موقت است و با دوره بی‌تمرینی کاهش پیدا می‌کند. بی‌تمرینی قدرت و توان عضلانی را در کودکان و نوجوانان تا حد گروه کنترل کاهش می‌دهد (۳۴، ۳۵). سوال و میچلی معتقدند پس از ۹ هفته بی‌تمرینی قدرت نابالغان کاهش پیدا می‌کند (۳۵). فایجینباوم و همکارانش نیز گزارش کرده‌اند که پس از ۸ هفته بی‌تمرینی کاهش سریع و معنی‌داری در قدرت نوجوانان رخ می‌دهد (۳۴). بیلمکی و همکارانش نیز پس از یک دوره بی‌تمرینی کاهش معنی‌داری در قدرت دختران نابالغ مشاهده کردند (۴۲). از منظر فیزیولوژیکی افزایش قدرت به‌واسطه تمرین مقاومتی در دو فاز مختلف رخ می‌دهد: در ۴-۸ هفته اول تمرین، افزایش قدرت از طریق هماهنگی عصبی-عضلانی و افزایش میزان واحدهای حرکتی و هماهنگی مهارت حرکتی عضلات ایجاد می‌شود و پس از آن تغییرات ساختاری و هیپرتروفی روی می‌دهد که عامل افزایش قدرت تلقی می‌شود (۴۲). تحقیق حاضر که ۸ هفته برنامه تمرینی است ممکن است قدرت عضلانی را از طریق بهبود هماهنگی عصبی-عضلانی و تغییرات هورمونی افزایش داده باشد (۴۲). اما احتمالاً در طول چهار ماه بی‌تمرینی سطح تستسترون و شاخص آندروژن آزاد به‌دست‌آمده به همان میزان می‌ماند (۳۴) و کاهش قدرت عضلانی از طریق کاهش توده عضلانی و محتوای پروتئین و آب موجود در آن و کاهش تواتر عصبی و فراخوانی طبیعی برخی تارها، کاهش عملکرد مهارت سیستم عصبی مرکزی بر عضلات، کاهش حساسیت اندام و تری گلژی یا تغییر در پیوستگاه عصبی-عضلانی واحدهای حرکتی قابل توجه است (۴۲). باتوجه به اینکه طول دوره این تمرین‌ها ۸ هفته بوده است، به نظر می‌رسد تغییرات زاویه لوردوز ناشی از پاسخ حاد عضلات به تمرین‌های تجویز شده باشد. اگرچه این تغییرات می‌توانند با افزایش قدرت و هماهنگی عضلانی باعث کاهش زاویه لوردوز کم‌تری شوند، در صورتی که فرد تمرین را قطع کند، این تغییرات دوباره در مدت کوتاهی به حالت اولیه بازمی‌گردد و زاویه لوردوز مجدداً افزایش خواهد یافت (آزمودنی‌های این پژوهش تمرین‌های خود را ادامه نداده‌اند). بنابراین افرادی که قصد دارند به کمک تمرین‌های اصلاحی وضعیت قامتی خود را بهبود بخشند باید این تمرین‌ها را در طول زمان ادامه دهند تا به عوارض ناشی از بی‌تمرینی، که افزایش زاویه لوردوز کم‌تری است مبتلا نشوند.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر می‌توان گفت که اثربخشی برنامه تمرینی به‌منزله روش غیرجراحی و غیردارویی، هم بر کودکان پیش از بلوغ و هم افراد پس از بلوغ معنی‌دار بوده است و نتایج حاصل از اندازه اثر، عملکرد بهتر نوجوانان را نشان می‌دهد. یافته‌ها نافی حضور کودکان در برنامه حرکات اصلاحی نیست، اما به‌نظر می‌رسد دوره پس از بلوغ زمان مناسب‌تری جهت شرکت در برنامه تمرینی باشد. از طرفی واقعیتی انکارناپذیر وجود دارد که با توجه به طولانی‌تر بودن روند اصلاح ناهنجاری، نیاز به آغاز زودهنگام آن همواره احساس می‌شود. نکته مهم و درخور توجه دیگر ماندگاری اثر تمرین‌ها بود که نشان می‌دهد آزمودنی‌های مبتلا

به قوس کمری افزایش‌یافته نیازمند شرکت در برنامه تمرین‌های اصلاحی مستمر هستند و با نتایج دلخواه زود هنگام نباید برنامه تمرینی را رها کرد. در انتها پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده دوره‌های تمرینی و دوره‌های پیگیری طولانی‌تر باشد. در صورت امکان، علاوه بر اندازه‌گیری لوردوز کمری، میزان قدرت و انعطاف‌پذیری عضلات پیش و پس از تمرین اندازه‌گیری شود و اثر تمرین و بی‌تمرینی بر عضلات گزارش شود.

منابع

1. Bandy, W.D., Irion, J., Briggler, M.(1997). The effect of time and frequency of static stretch on flexibility of the hamstring muscle. *Journal of Physical Therapy*. 77(10):1090-96
2. Bae, T.S., Mun, M.(2010). Effect of lumbar lordotic angle on lumbosacral joint during isokinetic exercise: A simulation study. *Journal of Clinical Biomechanics*. 25(7): 628-35.
3. Penha, P.J., Casarotto, R.A., Sacco, I.C.N., Marques, A.P., João, S.M.A.(2008). Qualitative postural analysis among boys and girls of seven to ten years of age. *Journal Revista Brasileira de Fisioterapia, São Carlos*. 12(5), 386-91
4. Kratenova, J., Ejglicova, K.Z., Maly, M., Filipova, V.(2007). Prevalence and risk factors of poor posture in school children in the czech republic. *Journal of School Health*. 77(3):131-37.
5. Purcel, L.(2009). Causes and prevention of low back pain in young athletes. *Pediatrics & Child Health*. 14(8):533-35.
6. Patichok, A., Didor, M.D.(2001). Children's physical growth, programs for recognition and corrective for abnormality spine. *Sokhan Press*. 47.
7. نظریان، علی‌باقر، دانشجو، عبدالمجید، قربانی، لیلا، قائدی، هادی.(۱۳۸۸). ارزیابی فراوانی ناهنجاری‌های لوردوز و کیفوز در سنین مختلف. پژوهش در علوم توانبخشی. شماره ۳۲: ۲۴-۱.
8. Lamari, N, Marino, L.C., Cordeiro, J. A., Pellegrini, A. M.(2007). Trunk anterior flexibility in adolescents after height growth speed peak. *Journal of Acta Ortopedica Brasileira*, 15(1): 25-29 .
9. Fanucchi, G.L., Stewart, A., Jordaan, R., Becker, P.(2009). Specific exercises as a secondary preventative intervention programme for low back pain in 12-13 year old children. *Australian Journal of Physiotherapy*. 55:97-104
10. حسوندا، بهمن، بهرامی، فرید، درویشی، اعظم، کرمی، کبری، چنگی، معصومه.(۱۳۹۰). تأثیر حرکات اصلاحی منظم بر ناهنجاری‌های عضلانی - اسکلتی دختران دانش‌آموز شهر خرم‌آباد. فصلنامه علوم پزشکی لرستان. شماره ۱. ۸۵-۷۹.
11. Zofkova, I.(2008). Hormonal aspects of the muscle-bone unit. *Physiological Research*. 57(1): 159-169
12. Faigenbaum, A.D.(2007). Resistance training for children and adolescents: are there health outcomes. *Journal of Lifestyle Medicine*. 1:190-200.
13. Espinoza-Navarro, O., Valle, S., Berrios, G., Horta, J., Rodriguez, H., Rodriguez M.(2009). Prevalence of postural alterations and effects of a program to improve the posture in children from Arica-Chile. *International Journal of Morphology*. 27(1):25-30
14. رهنما، نادر، بمبئی‌چی، غفت، تقیان، فرزانه، نظریان، علی‌باقر، عبدالمجید، معصومه.(۱۳۹۰). تأثیر ۸ هفته حرکات اصلاحی منظم بر وضعیت ستون فقرات (کیفوز پشتی) اسکولیوز ستون فقرات و لوردوز کمری) در دانش‌آموزان دختر. مجله دانشکده پزشکی دانشگاه اصفهان. شماره ۱۰۱. ۶۸۶-۶۷۶.
14. Akbarfahimi, N., Jadidi, B., Shahi, Z., Jadidi, H.A.(2009). The impact of exercise therapy on the musculoskeletal abnormalities of blind boy students of 12- 18 years old at Tehran Mohebbi blind school. *Journal of Koimesh*. 10(4): 307-313.
16. عقداپی، مهین.(۱۳۷۹). تأثیر تمرین‌های ویلیامز بر لوردوز کمری در دختران ۱۹-۲۷ سال. انتشارات فصلنامه المپیک. ۱۱۵-۱۲۶.
17. Giglio, C.A., Volpon, J.B.(2007). Development and evaluation of thoracic kyphosis and lumbar lordosis during growth. *Journal of Children's Orthopaedics*. 1(3): 187-93.
18. Mackenzie, W.G., Sampath, J.S., Kruse, R.W., Sheir-Neiss, G.J.(2003) Backpacks in children. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 409:78-84.
19. رجبی، رضا.(۱۳۸۷). نرم قوس‌های ستون فقرات پشتی و کمری در جمعیت‌های ایرانی. پژوهشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی.
20. Tanner, J.M.(1988) *Foetus into Man. Physical growth from conception to maturity*. 5th Edition. Great Britain: Open Books.
21. Youdas, J.W, Garrett, T.R., Harmsen, S., Suman, V.J., Carey, J.R.(1996). Lumbar lordosis and pelvic inclination of asymptomatic adults. *Journal of Physical Therapy*. 76 (10): 13-20.
22. Evans, K., Refshauge, M., Adams, R.(2007). Trunk muscle endurance tests: Reliability, and gender differences in athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 10:447-455
23. Sherryi, M.A., Best, T.M.(2004). A comparison of 2 rehabilitation programs in the treatment of acute hamstring strains. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 34(3):116-125.
24. Alizadeh, M.H., Standing, J.(1996). The effect of an exercise regime on lumbar spine curve. *The Engineering of Sport*. S.Haake, (ed). Rotterdam: A.A. Balkemia,; PP 31-35.
25. Kisner, C., Colby, L.A.(2002). *Therapeutic exercise: foundations and techniques*. 4th ed. Philadelphia., Pa: FA Davis Co.

26. Carpes, F.P., Reinehr, F.B., Mota, C.B.(2008). Effects of a program for trunk strength and stability on pain, low back and pelvis kinematics, and body balance: A pilot study. *Journal Bodywork and Movement Therapy*.12(1): 22-30K
27. Rhea, M.R., Alvar, B.A., Burkett, L.N., Ball, S.D.(2002). A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Medicine and Science in Sports and Exercise*.35(3): 456- 64.
۲۸. هوانلو، فریبرز، صادقی، حیدر، ربیعی‌زاده، علیرضا. (۱۳۸۸). بررسی ارتباط بین قدرت عضلات تنه با میزان قوس کایفوز پستی در دانش‌آموزان پسر مقطع راهنمایی. *نشریه علوم حرکت و ورزش*. ۱۳، ۴۱-۳۱.
۲۹. دانشمندی، حسن، سردار، محمدعلی، تقی‌زاده، مصطفی. (۱۳۸۴). اثر یک برنامه حرکتی بر لوردوز کمر. *نشریه پژوهش در علوم ورزش*. ۸، ۱۰۵-۹۱.
30. Rodríguez, P.L., Santonja, F.M., López-Miñarro, P.A., Sáinz de Baranda, P., Yuste, J.L.(2010). Effect of physical education stretching programme on sit-and-reach score in schoolchildren. *Science and Sports*. 23(3): 170-75 .
31. Weltman, A., Janney, C., Rians, C.B., Strand, K., Berg, B., Tippit, S., Wise, J., Cahill, B.R., Katch, F.I.(1986). The effects of hydraulicresistance strength training in prepubertal males. *American Journal of Diseases Children*. 18(6):629-38.
32. Zakas, A., Galazoulas, C., Grammatikopoulou, M.G., Vergou, A.(2002). Effects of stretching exercise during strength training in prepubertal, pubertal and adolescent boys. *Journal of Bodywork and Movement Therapy*. 6(3):170-76.
33. Faiegnbaum, A.D., Kramer, W.J., Blimkie, C.J.R., Jeffryes, I., Micheli, I.L.J., Nitka, M. et al.(2009). Youth Resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *Journal of Strength Condition Research*. 0(0):1-20.
34. Faigenbaum, A.D., Westcott, W.L., Micheli, L.J.(1996). The effects of strength training and detraining on children. *Journal of Strength Condition Research*. 10(2):109-14.
35. Sewall, L., Michel, L.J.(1986). Strength training for children. *Journal of Pediatric Orthopedics*. 6(2):109-14.
36. Enoka, R.M.(1988). Muscle strength and its development: new perspectives. *Sports Medicine*. 6: 146-68.
37. Carr, J., Shephered, R.(1999). *Neurological rehabilitation: Optimizing motor performance*, 1st ed, Butterworth-Heinemann, Oxford, PP: 91-94.
38. Lillegard, W.D., Brown, E.W., Wilson, D.J., Henderson, R., Lewi, E.(1997). Efficacy of strength training in prepubesce to early postpubescent male and females: effect of gender and maturity. *Journal of Pediatrics Rehabilitation*. 1(3):147-57.
39. Payne, V.G., Morrow, J.R., Johnson, L., Dalton, S.N.(1997). Resistance training in children and youth: a meta-analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 68(1): 80-88.
۴۰. شوندی، نادر، شهرجردی، شهناز، حیدرپور، رحمت‌اله، شیخ‌حسینی، رحمان.(۱۳۹۰). تاثیر ۷ هفته تمرینات اصلاحی بر کیفوز پستی دانشجویان مبتلا به هایپرکیفوزیس. *مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد*، ۴، ۵۰-۴۲.
41. Sinaki, M., Itoi, E., Wahner, H.W., Wollan, P., Gelzcer, R., Mullan, B.P., et al.(2002). Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: a prospective 10 year follow-up of postmenopausal women. *Journal of Bone*. 30(6): 836-41
42. Blimkie, C. (1992).Resistance training during pre- and early puberty:30- Efficacy, trainability, mechanisms and persistence *Canadian. Journal of Sport Sciences* .17: 264-79
43. Ivey FM, Tracy BL, Lemmer JT, Ness Aiver M, Metter EJ, Fozard JL, Hurley B F.(2000). Effect of strength training and detraining on muscle quality: Age and Gender comparisons. *Journal of Gerontology*.55(3): 152-157.