تأثیر و ماندگاری تمرین‌های اصلاحی بر لوردوز کمری افزایش‌یافته دختران پیش و پس‌از بلوغ

ندا رضوان‌خواه گلسفیدی[1]*، 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 تاثیر هشت هفته تمرین اصلاحی و ماندگاری آن پس از چهار ماه بر لوردوز افزایش‌یافته کمری دانش‌آموزان پیش و پس از بلوغ است. آزمودنی‌ها شامل ۶۴ دختر۱۰ و ۱۷ سال قوس کمری افزایش‌یافته داشتند که به دو گروه تجربی (n=۳۲) و گروه کنترل (n=۳۲) 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 به‌کمک 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 افزایش‌یافته در دختران نابالغ و بالغ کاهش معنی‌داری پیدا کردند (p>۰.۰۵). میانگین زاویه لوردوز در گروه‌های تجربی در پس‌آزمون دوم افزایش پیدا کرد (p>۰.۰۵). درحالی‌که در گروه کنترل در این زمان‌ها تفاوت آماری معنی‌دار نبود. نتایج تحقیق نشان‌دهنده تأثیر تمرین‌ها بر قوس کمر افزایش‌یافته 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 زودهنگام 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, Factuly of Physical Education and Sport Sciences Tehran University, Iran.

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

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

Abstract

Back ground: 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 session 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 wheares 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 subject are required to participate in continual corrective exercise program and should not abandon training programe with desired result.

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

1. n.rezvankhah@ut.ac.ir

مقدمه

ستون فقرات و قوس های آن برای داشتن وضعیت بدنی مطلوب بسیار مهم به نظر می‌رسد. انحناهای طبیعی در ستون فقرات سبب کاهش فشار و ناهنجاری بدن می‌شود (۱). درمیان قوس‌های ستون فقرات، لوردوز کمری پایین‌ترین انحنای ستون فقرات است که به دلیل تحمل بیشترین وزن بالاتنه، درمعرض خطرات و ناهنجاری‌های متعددی است. یکی از ناهنجاری‌های مهم در این ناحیه قوس افزایش‌یافته کمری است (۲)، به‌طوری‌که میزان لوردوز افراد با افزایش سن به طور خطی افزایش می‌یابد که موجب تغییرات مرکز ثقل به جلو و افزایش حرکت لگن می‌شود (۲). این‌گونه 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 ویژه‌ای برخوردار است(۳). براین‌اساس محققان مراحل پیش از بلوغ و پس از آن را برهه‌ای از زندگی به‌شمار می‌آورند که بدن دستخوش بسیاری از تغییرات می‌شود(۳) که در طول آن ویژگی‌های آناتومیکی مهره‌ها، 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. درنهایت این تغییرات در مرحله رشد، به انحرافاتی در پوسچر کودکان و نوجوانان منجر می‌شود (۵). به‌طوری‌که اطلاعات جدید درباب رشد فزاینده انواع ناهنجاری‌های ستون فقرات ازجمله لوردوز در بین کودکان و نوجوانان نشان می‌دهد تقریباً از هر سه کودک یکی دارای ضعف در بافت‌های نرم به‌خصوص تاندون‌ها 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، درنهایت تغییرات ساختاری رخ می‌دهد (۸)، زیرا بی‌تعادلی عضلانی، که در ابتدا به صورت عملکرد نامطلوب ظاهر شده است بر لیگامنت‌ها، غضروف‌ها و عضلات تأثیر می‌گذارد، سپس با تأثیر بر ساختار مفاصل و استخوان‌ها، به تغییرات ساختاری می‌انجامد (۹). کراتنوا و همکاران معتقدند پوسچر ضعیفی را که در مرحله عملکرد نامطلوب است با ورزش‌های اصلاحی می‌توان اصلاح کرد، زیرا نابالغان به دلیل شکل ضعیف استخوان‌ها به‌راحتی قابل اصلاح هستند و ساختار اسکلتی بالغان نیز به ورزش پاسخ می‌دهد (۴). پنها و همکاران بر این عقیده‌اند که ناهنجاری‌های پوسچری با رشد و بلوغ کودک اصلاح می‌شوند و تا هنگام بلوغ نیازی به اقدام برای رفع این ناهنجاری‌ها نیست (۳)، درحالی‌که فانوچی بیان می‌کند که برنامه تمرینی ویژه در دوره کودکی می‌تواند به اصلاح راستای ستون فقرات و فشار وارده بر بافت‌ها در دوره رشد کمک کند(۹). ازسوی دیگر، حسنوند و همکاران گزارش کرده‌اند با شروع بلوغ نیز می‌توان تمرین‌های 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 هورمون‌های رشدی و هورمون‌های جنسی قدرت بیشتری دارند (۱۲). اسپینوزا ناوارو و همکارانش تأثیر مثبت برنامه‌های تمرینی را حتی بر کودکان چهار ساله مشاهده کردند (۱۳). رهنما اثربخشی تمرین‌های اصلاحی را بر دختران ۱۴ ساله بیش از دختران ۱۲ و ۱۳ می‌داند (۱۴). علاوه‌براین اکبرفهیمی تأثیر تمرین‌های اصلاحی را

[DOR: 20.1001.1.22520708.1393.12.8.2.9]

بر افراد ۱۸ –۱۲ساله مؤثر می‌داند (۱۵). عقدایی تأثیرتمرین‌های 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، تغییرشکل مفصل، خستگی عضلانی و برهم‌خوردن تعادل بیومکانیکی را به همراه خواهد داشت(۱۸).

اگرچه نتایج تحقیقات انجام‌شده 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 کوتاه‌مدت 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 درنظر گرفت؟ ازسوی دیگر، مدت‌زمان 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؟ ازاین‌رو 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 افزایش‌یافته کمری و همچنین بررسی تغییرات زاویه قوس کمری پس از یک دوره چهار ماهه تمرین اصلاحی انجام شد.

روش‌شناسی

مطالعه حاضر پژوهشی نیمه‌تجربی و به‌لحاظ 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 افزایش‌یافته 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 قراردادن آنها در مرحله ۱و۲ تانر برای گروه ۱۰ سال و۴–۵ برای گروه ۱۷ سال الزامی بود(۲۰). قبل‌از 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

[DOR: 20.1001.1.22520708.1393.12.8.2.9]

کمری از خط‌کش انعطاف‌پذیر استفاده شد. در این تحقیق به روش یوداس، از زائده مهره دوازدهم پشتی به‌منزله نقطه شروع قوس و از زائده خاری مهره دوم خاجی به‌منزله انتهای قوس استفاده شد(۲۱). برای رسیدن به زائده خاری مهره دوازدهم پشتی، کناره زیرین دنده دوازدهم در دو طرف به‌وسیله انگشت شست لمس شد و سپس دو انگشت شست به طور هم‌زمان و در دوطرف 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 به‌منزله زائده مهره دوازدهم پشتی با ماژیک ضدحساسیت علامت زده شد. پس‌از مشخص‌شدن 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 ازطریق 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. پس‌از اندازه‌گیری قوس ناحیه کمری، آزمودنی‌ها به دو گروه تمرینی و کنترل تقسیم شدند. پیش‌از شروع برنامه تمرینی، به‌منظور 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: به‌منظور 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. درواقع، اساس کار برمبنای واماندگی افراد از حفظ وضعیت یا تکرار حرکت بود(۲۳)(شکل ۱،۲). پس‌از اجرای آزمون اولیه گروه تمرین در یک برنامه تمرینی شرکت کردند. هدف برنامه طراحی‌شده کشش عضلات کوتاه‌شده فلکسور ران و

[DOR: 20.1001.1.22520708.1393.12.8.2.9]

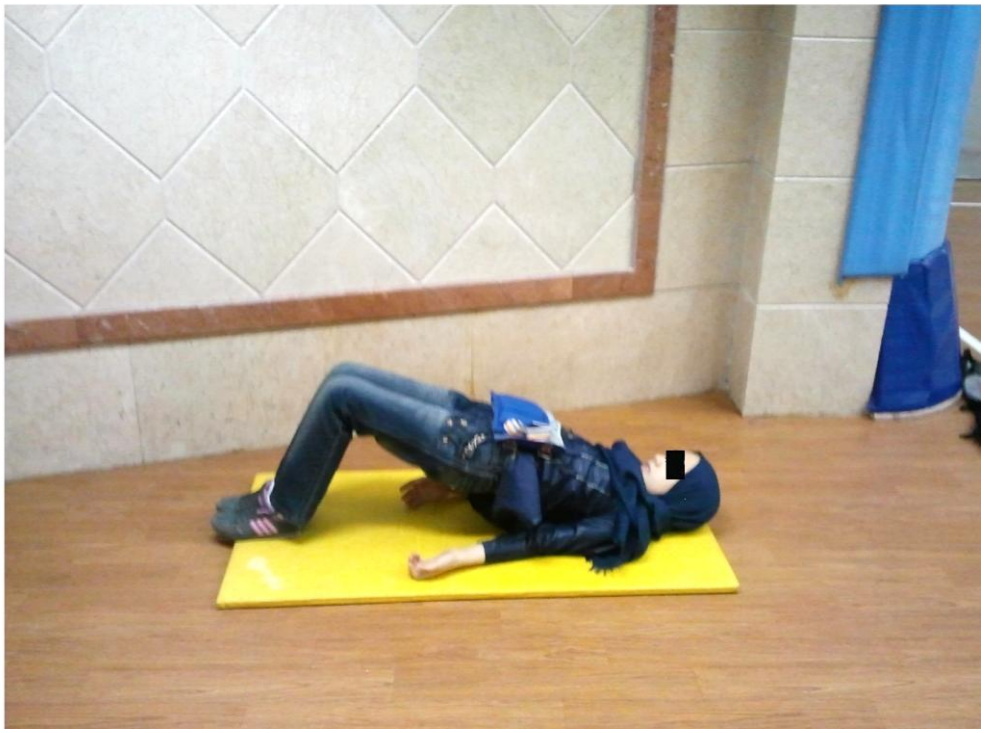
اکستنسور ناحیه کمری ستون فقرات و تقویت عضلات اکستنسور ران (عضله همسترینگ و سرینی بزرگ) و عضلات شکم بود. برنامه تمرینی ۲۴ جلسه بود و گروه تجربی به مدت ۸ هفته، هفته‌ای ۳ جلسه و هرجلسه ۶۰ تا ۹۰ دقیقه تمرین‌ها را زیر نظر محقق انجام دادند. در این مطالعه ۶ تمرین مختلف برای آزمودنی‌ها تجویز شد که ترکیبی از 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،۱تا 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 درنتیجه افزایش دامنه حرکتی کمر بود. از فرد خواسته شد که درحالت 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).

پس‌از 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 سرینی بزرگ طراحی و اجرا شد. این تمرین شامل حرکت پل‌زدن 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 به۱۲ 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 هردو گروه تجربی و کنترل پس‌آزمون اول گرفته شد. چهار ماه بعد از پس‌آزمون اول، پس‌آزمون دوم از آزمودنی‌های هردو 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. پس‌از جمع‌آوری داده‌ها و تأیید توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف اسمیرنف، جهت مقایسه میانگین گروه‌های مختلف در مقاطع زمانی تحت بررسی، آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری انجام شد. آزمون‌های

[DOR: 20.1001.1.22520708.1393.12.8.2.9]

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

[DOR: 20.1001.1.22520708.1393.12.8.2.9]

شکل ۳ تمرین قدرتی فلکشن تنه در ۶۰ درجه

شکل ۴ تمرین کششی لانج

[DOR: 20.1001.1.22520708.1393.12.8.2.9]

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 پس‌از پایان تمرین‌ها میزان قوس کمری افزایش‌یافته گروه نابالغ کاهش معنی‌داری پیدا کرد ($p>۰.۰۵$). در پس‌آزمون دوم که پس‌از چهار ماه انجام شد نیز تفاوت معناداری مشاهده شد ($p>۰.۰۵$). درحالی‌که در گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده نشد (جدول ۲). قوس کمری دختران بالغ نیز پس‌از پایان تمرین‌های اصلاحی کاهش معنی‌داری داشته است ($p>۰.۰۵$). در پس‌آزمون دوم ($p>۰.۰۵$) تفاوت معناداری مشاهده شد، ولی در گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده نشد (جدول۳). نتایج اندازه اثر نشان‌دهنده آن است که میزان تأثیر برنامه تمرینی در گروه نابالغ متوسط ($d=۰.۵۳۳$) و در گروه بالغ زیاد بود ($d=۰.۷۳۳$). 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 افزایش‌یافته کمری

گروه ۱۰ سال	پیش‌آزمون	پس‌آزمون اول	پس‌آزمون دوم	Pاثر 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
Pاثر 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 افزایش‌یافته 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

جدول۴. 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	۳.۸۹۵	۰.۵۹۳

[DOR: 20.1001.1.22520708.1393.12.8.2.9]

بحث

هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین اصلاحی بر قوس کمری افزایش‌یافته دختران پیش و پس‌از بلوغ بود. نتایج نشان می‌دهد که میزان قوس کمری افزایش‌یافته 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). ازجمله روش‌های پیشنهادی برای پیش‌گیری از این ناهنجاری‌ها حرکات اصلاحی است که زمان شروع آن بین محققان محل تعارض است. به‌طوری‌که 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 بیش‌از 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 پس‌از بلوغ می‌شود و معتقدند سن عامل محدودکنندهٔ شروع برنامه تمرینی نیست، بنابراین تمرین‌های کششی جهت برگرداندن وضعیت مناسب عضلات نقش مهمی ایفا می‌کند (۳۲).

ازطرفی 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 پس‌از بلوغ می شود(۳۲،۳۳). مطالعات فائیجینبوم 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 (۳۵-۳۳). سازوکار فیزیولوژیکی درگیر در میزان قدرت کسب شه کودکانی که دارای سطح پایین آندروژن سرم هستند انطباق‌پذیری عصبی است. درحالی‌که حداکثر قدرت به‌دست‌آمده در بزرگسالان ازطریق افزایش توده عضلانی قابل توضیح است(۳۱)؛ زیرا با شروع بلوغ، استرویدهای جنسی

[DOR: 20.1001.1.22520708.1393.12.8.2.9]

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. پس‌از تمرین تطابق عصبی به‌صورت بهبود هماهنگی عصبی، افزایش کارایی بسیج نورونهای حرکتی، افزایش فعال‌سازی عصبی، کاهش عمل مهاری اندام وتری 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. درنتیجه قدرت نیز افزایش می‌یابد (۳۷) .

ازطرفی 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=۰.۵۳۳) و میزان اثر تمرین در گروه ۱۷ سال (d=۰.۷۳۳) در حد زیاد است. پاینه و همکاران اندازه اثر تمرین‌ها را برای کودکان و نوجوانان بین ۱۸-۶ سال ۰.۶۸ و ۰.۸۳ به دست آورده اند (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 پس‌از بلوغ پیش‌گیری کرد و نتایج حاصل از اندازه اثر برنامه تمرینی نافی حضور کودکان در برنامه حرکات اصلاحی نیست، اما به نظر می‌رسد که دوره پس‌از بلوغ زمان مناسب‌تری برای شرکت در برنامه تمرینی باشد.

میزان ماندگاری تمرین پس‌از 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، پس‌از اتمام دوره‌های تمرینی، تمرین خود را قطع می‌کنند. درنتیجه 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

[DOR: 20.1001.1.22520708.1393.12.8.2.9]

پیگیری 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 پس‌از یک دوره بی‌تمرینی کاهش معنی‌داری در قدرت دختران نابالغ مشاهده کردند (۴۲). ازمنظر فیزیولوژیکی افزایش قدرت به‌واسطه تمرین مقاومتی در دو فاز مختلف رخ می دهد: در ۸-۴ هفته اول تمرین، افزایش قدرت ازطریق هماهنگی عصبی -عضلانی و افزایش میزان واحدهای حرکتی و هماهنگی مهارت حرکتی عضلات ایجاد می‌شود و پس‌از 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 ازطریق 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 ازطریق کاهش توده عضلانی و محتوای پروتئین و آب موجود در آن و کاهش تواتر عصبی و فراخوانی طبیعی برخی تارها، کاهش عملکرد مهاری سیستم عصبی مرکزی بر عضلات، کاهش حساسیت اندام وتری گلژی یا تغییر در پیوستگاه عصبی-عضلانی واحدهای حرکتی قابل توجیه 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 تجویزشده باشد. اگرچه این تغییرات می‌توانند با افزایش قدرت و هماهنگی عضلانی باعث کاهش زاویه لوردوز کمری شوند، درصورتی‌که 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 کمری است مبتلا نشوند.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر می‌توان گفت که اثربخشی برنامه تمرینی به‌منزله روش غیرجراحی و غیردارویی، هم بر کودکان پیش‌از بلوغ و هم افراد پس‌از 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 می رسد دوره پس‌از بلوغ زمان مناسب‌تری جهت شرکت در برنامه تمرینی باشد. ازطرفی 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

[DOR: 20.1001.1.22520708.1393.12.8.2.9]

به قوس کمری افزایش‌یافته نیازمند شرکت در برنامه تمرین‌های اصلاحی مستمر هستند و با نتایج دلخواه زودهنگام نباید برنامه تمرینی را رها کرد. در انتها پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده دوره‌های تمرینی و دوره‌های پیگیری طولانی‌تر باشد. درصورت امکان، علاوه‌بر اندازه‌گیری لوردوز کمری، میزان قدرت و انعطاف‌پذیری عضلات پیش و پس‌از 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.

۷. نظریان، علی‌باقر.، دانشجو، عبدالحمید.، 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

۱۰. حسنوند، بهمن.، بهرامی، فرید.، درویشی، اعظم.، کرمی، کبری.، چنگی، مسعود.(۱۳۹۰). تاثیر حرکات اصلاحی منظم بر ناهنجاری‌های عضلانی – اسکلتی دختران دانش‌آموز شهر خرم‌آباد. فصلنامه علوم پزشکی لرستان. شماره۱. 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

۱۴. رهنما، نادر.، بمبئی‌چی، عفت.، تقیان، فرزانه.، نظریان، علی‌باقر.، عبدالهی، معصومه.(۱۳۷۸). تاثیر 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 Koomesh. 10(4): 307-313.

۱۶. عقدایی، مهین.(۱۳۷۹). تاثیر تمرین‌های ویلیامز بر لوردوز کمری در دختران۲۷-۱۹ سال. انتشارات فصلنامه المپیک. ۱و۲، 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.

۱۹. 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., Standring, 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.

[DOR: 20.1001.1.22520708.1393.12.8.2.9]

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 Theraphy.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 پشتی 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 srength 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 pospubescent 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 پشتی 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.

[DOR: 20.1001.1.22520708.1393.12.8.2.9]