

بررسی نقش تمرینات تعادلی با تکیه بر تقویت گیرنده‌های پروپریوسپتو بر عملکرد تعادل دینامیکی و روند بیماری اسکولیوسیز ایدیوپاتیک خفیف

سمیه نامدار طجری^۱، نادر فرهپور^۲، محمد صادق صبا^۳، دکتر پاول آلارد^۴

^۱ مربی، کارشناس ارشد علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه
^۲ دانشیار، PhD علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینای همدان
^۳ دانشیار، متخصص کودکان، دانشگاه علوم پزشکی همدان
^۴ استاد، PhD بیومکانیک ستون مهره‌ها، دانشگاه مونترال کانادا

چکیده

سابقه و هدف: در ناهنجاری اسکولیوسیز به دلیل برهم‌خوردن آناتومی سیستم عضلانی-اسکلتی تنه به‌طور سه‌بعدی در عملکرد گیرنده‌های حسی عمقی و در نتیجه عملکرد تعادلی این بیماران اختلال بوجود می‌آید. هدف این مطالعه بررسی نقش تمرینات تعادلی با تکیه بر تقویت گیرنده‌های حسی عمقی بر عملکرد تعادل دینامیکی و روند بیماری اسکولیوسیز ایدیوپاتیک می‌باشد.

روش بررسی: در این پژوهش نیمه‌تجربی به صورت قبل و بعد از ورزش درمانی، ۲۰ نوجوان دختر ۱۴-۱۱ ساله مبتلا به اسکولیوسیز ایدیوپاتیک با میانگین زاویه کاب $12/55 \pm 2/21$ و به همین تعداد نوجوان سالم با ویژگی‌های مشابه بررسی شدند. انحراف ستون مهره‌ای (بر حسب زاویه) با استفاده از رادیوگرافی AP و متد Cobb در مبتلایان به اسکولیوسیز و عملکرد تعادل دینامیک آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه تعادل سنج دینامیکی بیودکس در حالت ایستاده آناتومیکی و چشم باز در شرایط پایدار و ناپایدار سطح اتکا به ترتیب برای درگیری استراتژی میچ پا و استراتژی هیپ اندازه‌گیری شد. بیماران به مدت ۴ ماه (۵۴ جلسه) تحت ورزش درمانی مبتنی بر تقویت گیرنده‌های حسی عمقی قرار گرفتند. سپس آزمون‌های تعادل و سنجش انحراف ستون مهره‌ای (زاویه کاب) بعد از درمان تکرار شد.

یافته‌ها: ورزش درمانی منجر به کاهش انحرافات و نوسانات پوسچر به ترتیب به میزان $0/97 \pm 0/3$ و $0/96 \pm 0/3$ درجه گردید. بیشترین میزان بهبود عملکرد تعادلی در استراتژی هیپ (سطح ناپایدار) بود. بعد از ورزش درمانی در ۶۰ درصد افراد، بین ۱ تا ۱۱ درجه اصلاح در انحنای اسکولیوسیز به‌وجود آمد. ۲۵ درصد بدون تغییر و فقط در ۱۵ درصد افراد فقط ۱ درجه افزایش دیده شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به اثر ورزش درمانی مبتنی بر تقویت گیرنده‌های حسی-عمقی در بهبود عملکرد تعادلی و کاهش میزان انحنای اسکولیوسیز، گنجاندن تمرینات تعادلی مبتنی بر تقویت گیرنده‌های حسی-عمقی در برنامه‌های توانبخشی بیماران توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: اسکولیوسیز ایدیوپاتیک نوجوانی، عملکرد تعادلی، ورزش درمانی، گیرنده‌های پروپریوسپتو.

مقدمه

می‌شود. اسکولیوسیز علل متفاوتی دارد. نوعی از اسکولیوسیز که هنوز علت مشخصی برای آن یافت نشده، اسکولیوسیز ایدیوپاتیک (IS) است که در حدود ۹۰ درصد موارد در دوران نوجوانی بروز می‌کند (۱). به همین جهت آن را اصطلاحاً اسکولیوسیز ایدیوپاتیک نوجوانی (Adolescent Idiopathic Scoliosis: AIS) می‌گویند.

اسکولیوسیز یکی از ناهنجاری‌های ستون مهره‌ای است که باعث انحراف ستون مهره‌ای در سطوح مختلف به‌ویژه در سطح فرونتال

تقویت گیرنده‌های حسی-عمقی اثر این نوع ورزش درمانی را بر اسکولیوسیز بررسی نماییم.

مواد و روشها

این پژوهش به روش نیمه تجربی در بیماران مبتلا به اسکولیوسیز ایدیوپاتیک خفیف، قبل و بعد از دوره ورزش درمانی انجام شد. ۲۰ نوجوان دختر ۱۱ تا ۱۴ ساله مبتلا به اسکولیوسیز ایدیوپاتیک با میانگین زاویه کاب $۲/۲۱ \pm ۱۲/۵۵$ و میانگین قد و وزن $۱۵۷/۱ \pm ۵/۲۲$ سانتیمتر و $۴۲/۸ \pm ۵/۹$ کیلوگرم در گروه بیمار و به همین تعداد نوجوان سالم با ویژگی‌های مشابه مورد مطالعه قرار گرفتند. افراد گروه سالم از لحاظ عمومی از سلامت برخوردار بودند و هیچگونه سابقه جراحی و یا بیماری عصبی نداشتند و از هیچ دارویی نیز استفاده نمی‌کردند. این افراد بصورت داوطلبانه از میان دانش‌آموزان دختر ۱۱ تا ۱۴ ساله شهر همدان انتخاب شدند. جهت بررسی بیماران مبتلا به اسکولیوسیز ایدیوپاتیک، تمامی دانش‌آموزان دختر مدارس راهنمایی شهر همدان مورد معاینه دقیق بدنی قرار گرفتند که از میان هفت هزار دانش‌آموز ۶۰ نفر مبتلا به AIS بودند و تعداد ۲۰ نفر از آنان داوطلب شرکت در پژوهش شدند. بیمارانی که حاضر به شرکت در پژوهش نشدند به پزشک معرفی و درمان آنها توسط خانواده ایشان پیگیری شد. بیماران قبل و بعد از دوره درمانی مورد مقایسه قرار گرفتند.

برای معاینه و غربال مبتلایان به AIS، ابتدا با استفاده از تست آدامز و اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریکی، افراد مشکوک به اسکولیوسیز تعیین و سپس با مجوز پزشک از ایشان رادیوگرافی AP تهیه شد. پس از مشاهده رادیوگرافی با استفاده از روش کاب انحراف ستون مهره‌ای بیماران تعیین و افرادی که انحراف آنها بیشتر از ۱۰ درجه بود، به عنوان گروه تجربی انتخاب شدند. انحراف ستون مهره‌ای بیماران اسکولیوسیز غربال شده، حداقل ۱۰ درجه و حداکثر ۱۶ درجه بود. بیماران اسکولیوسیز انتخاب شده فاقد سابقه جراحی، شکستگی و یا بیماری‌های مرتبط با مغز و اعصاب بودند و در زمان مطالعه به‌غیر از انحراف اسکولیوسیز از ناراحتی دیگری شکایت نداشتند. علاوه بر مشاهدات رادیوگرافی ویژگی‌های آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها نیز بررسی شدند و از عدم کوتاهی یکی از اندام‌های تحتانی اطمینان حاصل آمد.

یمی از متغیرهای پژوهش انحراف ستون مهره‌ای (بر حسب زاویه) بود که با استفاده از رادیوگرافی AP و متد Cobb در

فیزیوتراپی بیماران اسکولیوسیزی شامل مجموعه‌ای از راه‌های مختلف همچون اصلاح سه بعدی انحنای توسط جراحی، تمرین‌های بدنی، ثابت کردن انحنای در یک پوسچر صحیح توسط بریس و آموزش بیمار است (۲،۳).

محققان زیادی به منظور تشخیص علت بیماری اسکولیوسیز ایدیوپاتیک تلاش کرده‌اند، اما علت آن هنوز ناشناخته باقی مانده است. مطالعات بیشتر بر روی جنبه‌های ژنتیکی، جنبه‌های رشدی، تغییرات ساختاری و بیومکانیکی دیسک، عضلات و تغییرات سیستم عصبی مرکزی تمرکز داشته‌اند (۴،۵).

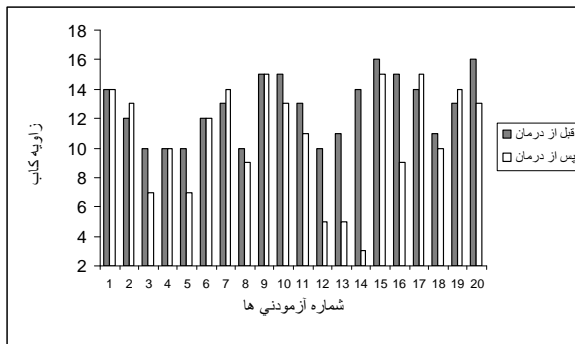
از جمله مواردی که در آسیب‌شناسی این بیماری مورد توجه قرار گرفته، اختلالات سیستم عصبی و عضلانی است. گروهی از محققین عقیده دارند که در افراد مبتلا به اسکولیوسیز ایدیوپاتیک عملکرد سیستم تعادلی مختل می‌شود (۱، ۴، ۶، ۷). اما علیرغم وجود این فرضیات درمانگران کمتر به تقویت سیستم‌های تعادلی بیماران مبتلا به اسکولیوسیز ایدیوپاتیک پرداخته‌اند.

یکی از راه‌های تقویت سیستم‌های تعادلی تجویز تمرینات تعادلی است. بیشتر تحقیقات انجام شده روی تمرین‌درمانی بیماران AIS، با ورزش‌های قدرتی، انعطافی و هوازی بوده است و کمتر به ورزش‌های تعادلی پرداخته شده است (۸،۹).

سیستم عصبی مرکزی (CNS) برای برقراری تعادل به دریافت اطلاعات مختلف حسی نیازمند است تا بتواند وضعیت بدن در فضا را تشخیص دهد و راهبردهای مناسب را برای برقراری تعادل به کار گیرد. به طور کلی اطلاعات محیطی از طریق سیستم بینایی، پیکری حسی (پروپریوسپتیو، گیرنده‌های پوستی و گیرنده‌های مفصلی) و دهلیزی برای تشخیص وضعیت بدن در فضا نسبت به جاذبه و محیط دریافت می‌شوند. هر حس نوع خاصی از اطلاعات را برای کنترل وضعیت بدن فراهم می‌کند. سیستم پیکری حسی اطلاعاتی را از وضعیت و حرکت بدن نسبت به سطح اتکا فراهم می‌کند. به‌علاوه سیستم پیکری حسی از سراسر بدن اطلاعاتی را در مورد ارتباط قسمت‌های مختلف بدن نسبت به یکدیگر فراهم می‌کند که در کنترل وضعیت بدن در حالت ایستاده نقش دارند (۱۰).

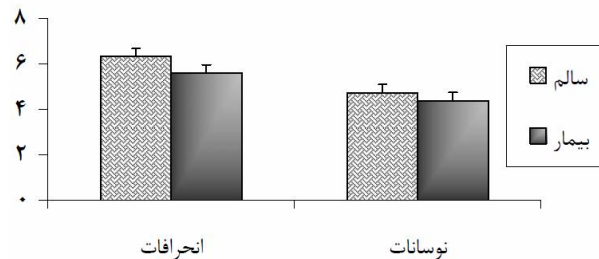
برخی از محققان همچون کوانگ چن، سالستراند، فرهپور و دیگران وجود اختلالات در عملکرد سیستم‌های تعادل بیماران را تأیید کرده‌اند (۱۱،۱۲). البته هنوز اطلاعات جامعی در این زمینه ثبت نشده است.

با در نظر گرفتن این فرضیه که بین اسکولیوسیز ایدیوپاتیک نوجوانی و عملکرد سیستم تعادلی ارتباط وجود دارد، در این پژوهش بر آن شدیم تا با بکارگیری تمرینات تعادلی و تمرکز بر



نمودار ۱- میزان تغییر انحنای اسکولیوسیز (زاویه کاب) قبل و پس از درمان

انحرافات و نوسانات مرکز ثقل در دو گروه سالم و بیمار قبل از انجام ورزش درمانی در نمودار ۲ مقایسه شده است. به طور کلی بررسی و مقایسه انحرافات و نوسانات در دو گروه سالم و بیمار تفاوت معنی داری را نشان نداد.



نمودار ۲- اختلاف دو گروه سالم و بیمار در میزان انحرافات و نوسانات وضعیت بدن

نتایج مربوط به انحرافات وضعیت بدن در حالت ایستاده آناتومیکی و چشم باز در هنگام استفاده از استراتژی میچ و استراتژی هیپ در دو مرحله قبل و پس از ورزش درمانی در جدول ۱ آمده است. نتایج جدول مذکور نشان می دهد که در وضعیت ایستاده با چشمان باز، در هر دو استراتژی، انحرافات وضعیت بدن بطور مؤثری پس از دوره درمانی کاهش یافته اند. کاهش ۰/۳۱، ۰/۴۶ و ۰/۲۷ درجه در میزان انحرافات در جهت Total, AP و ML در سطح نسبتاً پایدار (استراتژی میچ) مشاهده گشت. در استراتژی هیپ این کاهش به ترتیب ۱/۱۹، ۰/۹۹ و ۰/۵۸ درجه بود. در واقع ورزش درمانی بیشتر در سطح ناپایدار حین استفاده از استراتژی هیپ مؤثر بود. نتایج مربوط به نوسانات وضعیت بدن در دو سطح نسبتاً پایدار و ناپایدار در وضعیت ایستاده آناتومیکی و چشم باز در دو مرحله قبل و بعد از درمان در جدول ۲ نشان داده شده است. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می شود ورزش درمانی اثر معنی داری در کاهش نوسانات بدن در هر دو سطح داشت. در سطح نسبتاً پایدار نوسانات بدن پس از درمان حدود ۰/۱۸

مبتلایان به اسکولیوسیز بدست آمد. متغیر دیگر عملکرد تعادل دینامیک آزمودنی ها بود. از دستگاه تعادل سنج دینامیکی بیودکس ساخت کشور کانادا به منظور سنجش عملکرد تعادلی آزمودنی ها استفاده شد. صفحه تعادل سنج در درجات مختلف نسبتاً پایدار و ناپایدار قابل تنظیم بود. هنگامی که صفحه تعادل سنج در وضعیت نسبتاً پایدار قرار داشته باشد، بدن برای برقراری تعادل بیشتر متکی به اطلاعات گیرنده های پروپریوسپتو میچ پا و عضلات این ناحیه است که اصطلاحاً به آن استراتژی میچ پا گفته می شود. اما هنگامی که صفحه تعادل سنج ناپایدار باشد، بدن از استراتژی هیپ برای برقراری تعادل استفاده می کند. در استراتژی هیپ عضلات و گیرنده های پروپریوسپتو ناحیه لگن و تنه عمدتاً مسئول برقراری تعادل هستند. همچنین دستگاه قادر بود انحرافات مرکز ثقل بدن را در جهت جلو و عقب (AP)، طرفین (ML) و مجموع (Total) نشان دهد. آزمون های تعادل در سه تکرار ۲۰ ثانیه ای در شرایط ایستاده آناتومیکی با چشم باز روی دو سطح نسبتاً پایدار و ناپایدار انجام گرفتند. خروجی دستگاه، عملکرد تعادلی را با دو شاخص انحرافات و نوسانات مرکز ثقل (انحرافات و نوسانات خط فرضی ثقل که از مرکز فشار سطح اتکا دستگاه می گذرد) نشان می داد، که انحرافات و نوسانات کمتر، نشان دهنده عملکرد بهتر می باشند.

پس از آزمون اولیه بیماران مبتلا به اسکولیوسیز ایدیوپاتیک نوجوانی در یک دوره ۴ ماهه (۵۴ جلسه، هر جلسه یک ساعت و نیم) ورزش درمانی مبتنی بر تقویت گیرنده های پروپریوسپتو تنه شرکت کردند. پس از اتمام این دوره درمانی مجدداً از آنها رادیوگرافی به عمل آمده و زاویه کاب آنها اندازه گیری شد. تمامی تست های انجام شده روی صفحه تعادل سنج نیز پس از دوره درمانی تکرار شدند. با استفاده از آزمون آماری آنالیز واریانس نتایج تحلیل شدند. سطح خطای نوع اول معادل ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته ها

میزان تغییر انحنای اسکولیوسیز (زاویه کاب) قبل و پس از ورزش درمانی در نمودار ۱ ارائه شده است. نتایج نشان دادند میزان زاویه کاب در ۶۰ درصد از بیمارانی که تحت ورزش درمانی بودند، کاهش پیدا کرده است. در مجموع میانگین زاویه کاب بیماران AIS از $12/55 \pm 2/21$ درجه قبل از درمان به $10/55 \pm 3/64$ درجه پس از درمان رسید ($p=0/008$).

بحث

تعداد محدودی مطالعه در زمینه نارسایی‌های سیستم عصبی عضلانی بیماران AIS انجام شده است. برخی از این مطالعات به نارسایی در عملکرد سیستم‌های درگیر در تعادل این بیماران و برخی دیگر به عدم نارسایی اشاره کرده‌اند. صرف نظر از وجود یا عدم وجود تفاوت در عملکرد تعادلی در بین افراد سالم و IS، در این مطالعه اثر تمرینات تعادلی بر تقویت سیستم پروپریوسپتیو تنه بر روند بیماری اسکولیوسیز مورد بررسی قرار گرفت. مزیت تحقیق حاضر به این دلیل است که مطالعه در شرایط دینامیک انجام شده، بعلاوه تمرینات ورزش درمانی مورد استفاده در این تحقیق صرفاً از نوع تمرینات تعادلی بوده که گیرنده‌های حسی- عمقی تنه و اندام تحتانی را درگیر نمایند.

نتایج مربوط به زاویه کاب نشان داد که تمرینات درمانی به کار برده شده باعث کاهش ۲ درجه‌ای میانگین زاویه کاب شده است. هرچند ظاهراً ۲ درجه بهبودی رقم بسیار کمی است اما نباید از نظر دور داشت که ماهیت این بیماری پیش‌رونده است و انتظار می‌رفت که در طی ۴ ماه میزان انحنا حداقل ۵ درجه افزایش یابد (۱۳)، اما نه تنها در کل افزایش نیافت بلکه کاهش ۲ درجه‌ای نیز مشاهده گشت. از این جهت عدم پیشرفت بیماری به منزله اثر مثبت ورزش درمانی در کنترل بیماری در نظر گرفته می‌شود. از طرف دیگر همانطوری که در نمودار ۲ نشان داده شد، در ۵ نفر (۲۵ درصد) تغییری حاصل نشد و عدد صفر در تغییرات در نظر گرفته شد و فقط در سه نفر حدود ۱ درجه افزایش دیده شد. از طرف دیگر در ۱۲ نفر یعنی ۶۰ درصد افراد در مجموع حدود ۴۳ درجه (بین ۱ تا ۱۱) اصلاح حاصل شد. در واقع می‌توان گفت که این روش بطور قطعی در کنترل بیماری مؤثر بوده و بطور نسبی در درمان آن نیز مفید واقع شده است.

در سال ۲۰۰۰ مونی و همکارانش اثر تمرینات قدرتی را در نوجوانان مبتلا به اسکولیوسیز ایدیوپاتیک بررسی کردند. گروه آزمایشی ایشان شامل ۷ بیمار با انحنا راست سینه‌ای و ۵ بیمار دوبل سینه‌ای- کمری با دامنه انحنا ۲۰ تا ۶۰ درجه بود. میزان ناهنجاری یک بیمار با انحنا ۶۰ درجه در ناحیه کمری پیشرفت کرد و تحت عمل جراحی قرار گرفت، در حالی که در چهار نفر انحنا ۲۰ تا ۲۸ درجه کاهش یافت و انحنا بقیه بیماران نیز تغییری نکرد (۹).

آتاناسوپولس و همکارانش در سال ۱۹۹۹ اثر تمرینات هوازی را در دختران مبتلا به اسکولیوسیز ایدیوپاتیک بررسی کردند.

۰/۶۳ و ۰/۱۳ درجه به ترتیب در جهت AP, Total و ML کاهش یافت. بیشترین مقدار در جهت AP بود. در سطح ناپایدار اثر ورزش درمانی منجر به کاهش نوسانات به ترتیب حدود ۰/۴۸، ۱/۳ و ۰/۴۹ درجه گشت. همانطوری که مشاهده می‌شود این تاثیر در سطح ناپایدار بیشتر است.

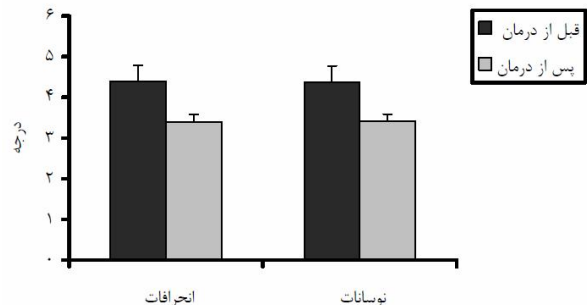
جدول ۱- انحرافات وضعیت بدن در حالت ایستاده آناتومیکی و چشم باز در جهت جلو و عقب (AP)، طرفین (ML) و مجموع (Total)

ML	AP	Total	
سطح نسبتاً پایدار			
۱/۱۴ ± ۰/۴۸	۱/۴۰ ± ۰/۴۱	۱/۷۸ ± ۰/۴۰	قبل از درمان
۰/۸۷ ± ۰/۲۵	۱/۰۹ ± ۰/۴۱	۱/۳۲ ± ۰/۴۰	پس از درمان
سطح ناپایدار			
۱/۷۲ ± ۱/۱۰	۲/۴۷ ± ۱/۶۳	۲/۹۵ ± ۱/۹۳	قبل از درمان
۱/۱۵ ± ۰/۳۲	۱/۴۸ ± ۰/۴۸	۱/۷۶ ± ۰/۵۲	پس از درمان

جدول ۲- نوسانات وضعیت بدن در حالت ایستاده آناتومیکی و چشم باز در جهت جلو و عقب (AP)، طرفین (ML) و مجموع (Total)

ML	AP	Total	
سطح نسبتاً پایدار			
۰/۳۴ ± ۰/۲۷	۰/۸۵ ± ۱/۴۶	۰/۳۸ ± ۰/۲۵	قبل از درمان
۰/۲۱ ± ۰/۱۴	۰/۲۲ ± ۰/۱۷	۰/۲۰ ± ۰/۱۴	پس از درمان
سطح ناپایدار			
۰/۹۵ ± ۱/۲۳	۲/۱۰ ± ۳/۳۸	۰/۹۸ ± ۰/۹۹	قبل از درمان
۰/۴۶ ± ۰/۲۰	۰/۸۰ ± ۰/۸۵	۰/۵۰ ± ۰/۲۰	پس از درمان

تحلیل عاملی نشان داد ورزش درمانی عملکرد تعادلی بیماران را معادل 0.97 ± 0.3 درجه در شاخص انحرافات مرکز ثقل و 0.96 ± 0.3 در شاخص نوسانات مرکز ثقل بهبود داده است (نمودار ۳) ($p < 0.001$).



نمودار ۳- اثر درمان در میزان انحرافات وضعیت بدن.

است. زیرا همانطور که مشاهده شد بهبود عملکرد تعادلی در جهت AP بیشتر از سایر جهات بود و درگیری استراتژی هیپ در برقراری تعادل در جهت AP بیشتر است (۱۰). از طرفی این پیشرفت در شرایط ناپایدار سطح (استراتژی هیپ) به میزان بیشتری مشاهده می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بهبود تعادل در پژوهش حاضر احتمالاً بیشتر ناشی از تقویت عملکرد سیستم پروپریوسپتو تنه و ناحیه لگن می‌باشد.

نتیجه نهایی این تحقیق نشان می‌دهد که ورزش درمانی مبتنی بر تقویت گیرنده‌های حسی - عمقی در بهبود عملکرد تعادلی مؤثر است. همچنین پس از ورزش درمانی در ۶۰ درصد بیماران میزان انحنای اسکولیوسیز کاهش یافت و در بقیه افراد نیز از پیشرفت بیماری جلوگیری شد. بنابراین گنجانیدن تمرینات تعادلی مبتنی بر تقویت گیرنده‌های حسی - عمقی در برنامه‌های توانبخشی بیماران اسکولیوسیز توصیه می‌شود. همچنین نتایج به دست آمده موید پیشرفت مهمی در درمان بیماری اسکولیوسیز برای انحنای متوسط و کم محسوب می‌گردد و لزوم بررسی دقیق‌تر با تعداد بیماران بیشتر با این شیوه درمانی توصیه می‌گردد. با این حال مطالعه این بیماران در مدتی طولانی‌تر ضروری به نظر می‌رسد تا اطلاعات دقیق‌تری در مورد پایداری اثر درمان به دست آید.

در این تحقیق آزمودنی‌ها از بريس بوستون استفاده می‌کردند. دوره درمانی به مدت دو ماه، هفته‌ای چهار جلسه ۳۰ دقیقه‌ای بود. توان هوازی در افراد گروه تجربی ۴۸ درصد افزایش یافت، اما در گروه کنترل ۹/۲ درصد کاهش یافت. در این تحقیق گزارش نشده است که انحنای بیماران چه تغییری کرده است (۸).

غزاله و فرهپور در سال ۱۳۸۲ نشان دادند که تمرینات کششی و قدرتی باعث بهبود ناهنجاری‌های آناتومیکی تنه نمی‌شود، اما از پیشرفت آن جلوگیری می‌نماید. همچنین در این تحقیق زاویه کاب افرادی که برنامه ورزش درمانی نداشتند، ۳۴ درصد بیشتر از افراد شرکت کننده در برنامه ورزش درمانی افزایش پیدا کرده بود (۱۴).

نتایج تحقیقات مختلف در زمینه ورزش درمانی متناقض می‌باشند و بسیاری از پزشکان هنوز ورزش را به عنوان یک روش درمانی برای اصلاح ناهنجاری اسکولیوسیز ناشناخته قبول ندارند (۱۳). تا حد اطلاع نویسندگان، در هیچ یک از روش‌های گزارش شده، تمرینات تعادلی صرف و تقویت گیرنده‌های حسی - عمقی گزارش نشده است.

نتایج مربوط به تحلیل عاملی نشان داد که پس از درمان، عملکرد تعادلی بیماران پیشرفت قابل ملاحظه‌ای یافت که حاکی از تقویت عملکرد سیستم حسی - عمقی در بیماران

REFERENCES

- Diener HC, Dichgans J, Bacher M, Gompf B. Quantification of postural sway in normals and patients with cerebellar diseases. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1984;57:134-42.
- Weiss HR, Negrini S, Hawes MC, Rigo M, Kotwicki T, Grivas TB, Maruyama T; members of the SOSORT. Physical exercises in the treatment of idiopathic scoliosis at risk of brace treatment - SOSORT consensus paper 2005. *Scoliosis* 2006;1:6.
- Younes M, Robitaille A. Scoliosis correction objectives in adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthopaed* 2007;27:775-81.
- Oberine J, Goldberg C, Dowling FE, Fogarty EE. Equilibrium dysfunction in scoliosis: cause or effect. *J Spinal Disord* 1989;2:184-89.
- Morry RT, Weinstein SL, editors. *Pediatric orthopedic*. 4th edition. Philadelphia: Lippincott-Raven; 2000.
- Hufschmidt A, Dichgans J, Maurix KH. Some methods and parameters of body sway quantification and heir neurological application. *Arc Psychiat* 1980;228:135-50.
- Tage S. Postural equilibrium in adolescent idiopathic scoliosis. *Acta Orthop Scand* 1978;49:354-64.
- Athanasopoulos S, Paxijos T, Tsafantakis E., Zachariou K, Chatziconstantinou S. The effect of aerobic training in girl with idiopathic scoliosis. *Scan J Sci Sport* 1998;9:36-40.
- Mooney V, Gulick J, Pozos R. A preliminary report on the effect of measured strength training in adolescent idiopathic scoliosis. *J Spinal Disorder* 2000;13:102-107.
- Shumway-Cook A, Wollcotte HM. *Motor Control: Theory and Practical Applications*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 1995.
- Chen PQ, Wang JL. The postural stability and gait pattern of idiopathic scoliosis adolescent. *Clin Biomech* 1998;13:52-58.

12. Sahlstrand T, Ortengren R, Nachemson A. Postural equilibrium in adolescent idiopathic scoliosis. *Acta Orthop Scand* 1978;49:354-65.
13. Weinstein SL, editor. *The pediatric spine principles and practice*. 2nd edition. Philadelphia: Lippincott Williams Wilkins; 2001. p.365-71.
14. Gazale L. Evaluation of the dynamic balance control, body composition and anatomical characteristics in moderate adolescent idiopathic scoliosis [Dissertation]. Hamedan: Bu Ali Sina University; 2003. [In Persian]