

## تأثیر تمرینات شروت بر میزان زاویه کایفوز و تحرک پذیری مفاصل شانه و ستون فقرات والیبالیست‌های نوجوان پسر مبتلا به کایفوز افزایش یافته

علیرضا کرمانی حبیب‌آبادی<sup>۱</sup> - هادی صمدی<sup>۲\*</sup> - محمد کلانتریان<sup>۳</sup>

۱. کارشناس ارشد حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، تهران، ایران، ۲. استادیار گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی تهران، ایران (تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۰۲، تاریخ تصویب: ۱۴۰۳/۰۹/۱۲)

### چکیده

هدف از این مطالعه بررسی تأثیر تمرینات شروت بر زاویه کایفوز و تحرک پذیری مفاصل شانه و ستون فقرات در ورزشکاران والیبالیست مبتلا به کایفوز افزایش یافته بود. ۳۰ نفر نوجوان والیبالیست دارای کایفوز افزایش یافته به صورت داوطلبانه انتخاب و به طور تصادفی به دو گروه تمرینی (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند. میزان انحنای کایفوز، تحرک پذیری مفاصل شانه و ستون فقرات به ترتیب با استفاده از نرم افزار و افزونه اندازه گیری کایفوز، آزمون تحرک پذیری مفصل شانه و آزمون چرخش نشسته، پیش و پس از هشت هفته تمرینات شروت اندازه گیری شدند. یافته‌های تحقیق با استفاده از آزمون‌های آنالیز کوواریانس، یومن ویتنی و ویلکاکسون تجزیه و تحلیل شدند. کلیه عملیات آماری توسط نرم افزار SPSS نسخه ۲۷ در سطح معنی داری ۰/۰۵ انجام گرفت. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که پس از هشت هفته تمرینات تخصصی شروت میزان انحنای کایفوز در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل به طور معناداری کاهش ( $P=0/001$ ) و میزان تحرک پذیری مفاصل شانه ( $P=0/001$ ) و ستون فقرات افزایش ( $P=0/001$ ) یافته است. تمرینات تخصصی شروت از آنجایی که بر اصلاح راستای ستون فقرات و همچنین الگوی صحیح فعال سازی عضلات درگیر در عارضه کایفوز تأکید دارد، می تواند راهکاری برای بهبود زاویه کایفوز سینه‌ای و همچنین میزان تحرک پذیری مفاصل باشد. بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر به متخصصین تمرینات اصلاحی و مربیان ورزش پیشنهاد می شود جهت اصلاح ناهنجاری کایفوز افزایش یافته، تمرینات شروت را در برنامه تمرینات اصلاحی خود قرار دهند.

### واژه‌های کلیدی

تمرینات اصلاحی، ستون فقرات، شانه، ناهنجاری، والیبال.

## مقدمه

ابتلا به بدراستایی‌های ستون فقرات می‌تواند سلامت جسمانی نوجوانان را به خطر بیندازد (۱). این موضوع به‌خصوص در نوجوانان ورزشکار از اهمیت بالاتری برخوردار است؛ چراکه می‌تواند تغییر در الگوهای حرکتی و به‌دنبال آن ورود بارهای اضافی بر سیستم اسکلتی-عضلانی را نیز در پی داشته باشد (۲). افزایش انحنای ستون فقرات سینه‌ای از جمله بدراستایی‌های وضعیتی است که تحت عنوان کایفوز افزایش‌یافته شناخته می‌شود. زاویه طبیعی ستون فقرات سینه‌ای از ۲۰ تا ۴۰ درجه است و به مقادیر بالاتر از آن، کایفوز افزایش‌یافته یا هایپرکایفوزیس اطلاق می‌شود (۳). تحقیقات نشان داده است که عواملی همچون اتخاذ وضعیت بدنی نادرست برای طولانی‌مدت، اجرای حرکات تکراری و تمرینات یک‌طرفه و فشار بیش از حد بر ستون فقرات می‌توانند از عوامل اصلی افزایش زاویه کایفوز باشند. میزان شیوع این ناهنجاری در نوجوانان ورزشکار و به‌خصوص در برخی رشته‌های ورزشی از جمله والیبال، بالا گزارش شده است (۲). این موضوع در نوجوانان ورزشکار به دلیل بارگذاری مکرر و انجام حرکات یک طرفه در حین تمرینات ورزشی از اهمیت بالاتری برخوردار است (۴). چرا که به‌منظور دستیابی به هر گونه پیشرفت در ورزش، ورزشکاران باید تمرینات طولانی‌مدت را پشت‌سر بگذارند. در ورزش‌های توپی، بالای سر نظیر بسکتبال و والیبال با توجه به بلندقامت بودن ورزشکاران و همچنین اجرای حرکات مکرر و یک‌طرفه در صفحه ساجیتال، احتمال ابتلا به ناهنجاری کایفوز افزایش‌یافته بالا است (۴).

از آنجایی که راستای ستون فقرات سینه‌ای و به‌دنبال آن موقعیت قرارگیری استخوان کتف، ارتباط نزدیکی با وضعیت مفصل شانه و عملکرد کمر بند شانه‌ای دارد، تغییر در وضعیت قرارگیری ستون فقرات سینه‌ای ممکن است به

تغییرات زنجیره‌ای در کمر بند شانه‌ای منجر شود. لذا، افزایش کایفوز سینه‌ای می‌تواند عاملی برای چرخش استخوان کتف و به‌دنبال آن افزایش زاویه شانه به سمت جلو در ورزشکاران باشد (۵). این موضوع علاوه بر آنکه منجر به اختلالات بیومکانیکی ستون فقرات و کمر بند شانه‌ای همچون کاهش دامنه حرکتی می‌شود، اختلالات فیزیولوژیک از جمله کاهش ظرفیت‌های تنفسی و بروز خستگی زودرس را نیز در پی دارد (۶، ۷).

ناهنجاری کایفوز افزایش‌یافته با تغییر در رابطه طول-تنش عضلات می‌تواند سبب کاهش قدرت عضلات بازکننده ستون فقرات و چرخاننده خارجی مفصل شانه و همچنین فعالیت بیش از حد عضلات قدامی کمر بند شانه‌ای و به‌دنبال آن کاهش دامنه حرکتی مفاصل شانه و ستون فقرات فوقانی شود (۸). در همین راستا نشان داده شده است که در افراد مبتلا به کایفوز افزایش‌یافته، موقعیت قرارگیری کتف‌ها در وضعیت دور شده قرار دارند (۹) و این موضوع می‌تواند موجب تغییر میزان حرکت‌پذیری مفصل شانه در حرکات چرخش خارجی و دور شدن و همچنین اختلال در ریتم اسکاپولوهومرال شود (۱۰). افزایش انحنای ستون فقرات سینه‌ای در جهت قدامی علاوه بر محدود کردن دامنه حرکت چرخش خارجی مفصل شانه، موجب کاهش حرکت‌پذیری مهره‌های ستون فقرات در حرکات باز شدن و چرخش به طرفین نیز می‌شود (۱۱). چنین اختلالاتی می‌تواند عملکرد ستون فقرات فوقانی و مفصل شانه را کاهش دهد و به‌دنبال آن احتمال ایجاد آسیب‌های اسکلتی-عضلانی افزایش می‌یابد (۲). ثبات و تحرک‌پذیری برای اجرای حرکات عملکردی کارآمد در ورزش ضروری است و این دو در ارتباط با یکدیگر هستند. چنانچه الگوهای حرکتی عملکرد ورزشکاران دچار ضعف و اختلال باشد، ممکن است بر عملکرد ورزشکار تأثیر منفی بگذارد و خطر آسیب را نیز افزایش دهد (۱۲). محدودیت در تحرک‌پذیری

(۲۲). ساکی و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی تحت عنوان تأثیر تمرینات اختصاصی شروث بر زاویه کاب، انعطاف پذیری و ظرفیت عملکردی نوجوانان مبتلابه اسکولیوز ایدیوپاتیک نیز نشان دادند که برنامه تمرینات شروث با توجه به اینکه کل زنجیره حرکتی را درگیر می‌کند، در کاهش زاویه انحنای جانبی ستون فقرات افراد مبتلا به ناهنجاری اسکولیوز ایدیوپاتیک اثربخشی مطلوبی دارد (۲۳). اگرچه اثرگذاری مثبت تمرینات اصلاحی شروث بر اصلاح ناهنجاری‌های ستون فقرات مورد بررسی قرار گرفته است (۱۵، ۲۴-۲۲)، اما اثرگذاری این شیوه تمرینی غیرتهاجمی، بر بهبود زاویه کایفوز و تحرک پذیری مفاصل شانه و ستون فقرات ورزشکاران والیبالیست مبتلا به کایفوز افزایش یافته مورد توجه قرار نگرفته است. از آنجائیکه تحرک پذیری مفاصل از جمله ویژگی‌های بارز تمرینات شروث می‌باشد و با توجه به آنکه این موضوع در تحقیقات پیشین کمتر مورد توجه قرار گرفته است، از همین روی با توجه به اهمیت برخورداری از دامنه حرکتی کامل مفاصل شانه و ستون فقرات در ورزش والیبالیست و با توجه به خلاء تحقیقاتی موجود در خصوص اثرگذاری تمرینات شروث بر تحرک پذیری مفاصل شانه و ستون فقرات در ورزشکاران نوجوان والیبالیست، هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر تمرینات شروث بر میزان انحنای کایفوز و تحرک پذیری مفاصل شانه و ستون فقرات در ورزشکاران نوجوان والیبالیست مبتلا به کایفوز افزایش یافته می‌باشد.

### روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر دو گروه کنترل و تجربی بود. جامعه آماری تحقیق حاضر را کلیه ورزشکاران نوجوان والیبالیست مبتلا

مفاصل شانه و ستون فقرات ممکن است منجر به ایجاد حرکات جبرانی در سایر نواحی بدن شود که ظهور الگوهای حرکتی ناکارآمد را در پی خواهد داشت. زمانی که الگوهای حرکتی ناکارآمد ظاهر شوند، بیومکانیک حرکتی تغییر پیدا کرده و در نهایت احتمال ایجاد آسیب‌های اسکلتی-عضلانی افزایش می‌یابد (۱۳). علاوه بر این، کایفوز افزایش یافته می‌تواند بر وضعیت ظاهری نوجوان تأثیر بگذارد و در نتیجه سلامت جسمانی و روانی وی را نیز تحت تأثیر قرار دهد (۱۴).

تحقیقات پیشین، به کارگیری رویکردهای غیرتهاجمی از جمله استفاده از تمرینات اصلاحی راهکاری مناسب به منظور اصلاح ناهنجاری کایفوز افزایش یافته معرفی کرده‌اند (۱۵). برنامه تمرینات اصلاحی شروث، یک رویکرد اصلاحی محافظه‌کارانه، مبتنی بر تمریناتی است که کشش وضعیتی و فعال عضلات سینه‌ای، همراه با تقویت بازکننده‌های پشتی و عضلات اندام تحتانی را هدف قرار می‌دهد (۱۶). تمرینات شروث به افراد کمک می‌کند تا پیشرفت انحنای کایفوز را متوقف کنند، درد را کاهش دهند، ظرفیت تنفسی را افزایش دهند و راستای بدنی و وضعیت ظاهری را بهبود بخشند (۲۱-۱۷). این شیوه تمرینی شامل تمرینات حسی-حرکتی، وضعیتی و تنفسی با هدف تنظیم مجدد راستای وضعیت طبیعی، کنترل وضعیتی ایستا و پویا و ثبات ستون فقرات است (۱۶). گورگ و آلگون (۲۰۲۳) نشان دادند که تمرینات سه‌بعدی مبتنی بر شروث یک درمان مؤثر برای افراد مبتلا به کایفوز وضعیتی با اندازه اثر بزرگ است (۱۵). همچنین بزلال<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی تحت عنوان تأثیر درمان شروث بر انحنای کایفوز قفسه سینه و کیفیت زندگی در بیماران مبتلا به کایفوز شوئرمن به این نتیجه رسیدند که این شیوه تمرینی، رویکردی مناسب جهت بهبود علائم و پیامدهای ابتلا به کایفوز شوئرمن است

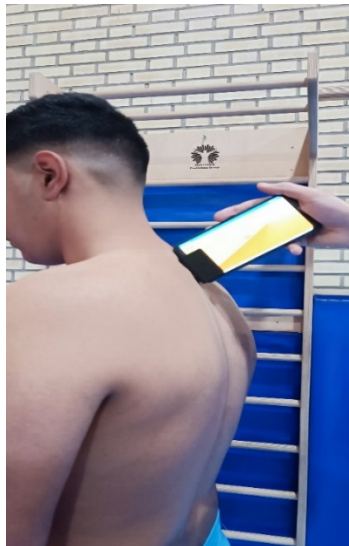
ابتلا به کایفوز شوئرم، ابتلا به کایفوز مادرزادی، ابتلا به تومورهای ستون فقرات، مصرف مزمن داروهای ضد درد، اختلال روانی، ناتوانی‌های ذهنی، ابتلا به اسکولیوز، سابقه ابتلا به آسیب‌های مفصل شانه از جمله دررفتگی و یا نیمه در رفتگی، عدم تمایل به انجام تست‌ها و تمرینات، داشتن درد در حین انجام تمرینات و غیبت در بیش از ۲ جلسه تمرینی متوالی و یا ۳ جلسه تمرینی غیر متوالی بودند. در مجموع ۱۵۰ نفر تحت غربالگری وضعیت بدنی قرار گرفتند. غربالگری وضعیت بدنی توسط پزشک متخصص و در ابتدا به صورت بصری و با استفاده از صفحه شطرنجی صورت گرفت و پس از آن جهت تعیین زاویه دقیق کایفوز، از نرم افزار و افزونه اندازه‌گیری انحنای کایفوز استفاده شد. از بین افراد مبتلا به بدراستایی کایفوز افزایش یافته تعداد ۳۰ نفر که معیارهای ورود به تحقیق را داشتند به روش تصادفی ساده در یکی از دو گروه کنترل و تمرینی قرار گرفتند.

در این مطالعه از نرم‌افزار تلفن همراه و افزونه اندازه‌گیری انحنای کایفوز برای اندازه‌گیری میزان انحنای کایفوز در صفحه سهمی ستون فقرات استفاده شد. شهری و غنی‌زاده حصار روایی بالا و پایایی عالی (درون آزمونگر ۰/۹۱ و برون آزمونگر ۰/۹۱) برای این روش گزارش کرده اند (۳۰). به همین منظور ابتدا زوائد خاری مهره‌های T1 و T2 به عنوان نقطه شروع انحنای کایفوز سینه‌ای و T12 و L1 به عنوان نقطه پایانی انحنای کایفوز سینه‌ای مشخص شد، سپس با استفاده از افزونه‌ای که بر روی گوشی هوشمند قرار گرفته و نیز نرم‌افزار نصب شده بر روی آن اقدام به اندازه‌گیری میزان انحنای کایفوز شد. این ابزار دارای طول ۵ و عرض ۳ سانتی‌متر و نیز دو پایه کوچک جهت قرارگیری روی زوائد خاری مهره‌های ستون فقرات می‌باشد. این ابزار از سمت باریک‌تر بر روی موبایل هوشمند نصب شده، سپس بر روی زوائد خاری ستون فقرات آزمودنی

به کایفوز افزایش یافته در شهرستان اصفهان تشکیل داده است. جهت تعیین حجم نمونه، از نتایج مطالعات مشابه قبلی و نرم‌افزار جی پاور نسخه ۳،۱ استفاده شد (۲۵). بر این اساس، ضریب اطمینان ۰/۹۵ و توان آزمون ۰/۸۰٪ در نظر گرفته شد. لذا بر اساس انحراف استاندارد و میانگین متغیرهای تحقیق بازالل و همکاران (۲۶)، تعداد نمونه‌های هر گروه، ۱۲ نفر محاسبه شد که با توجه به احتمال ریزش نمونه‌ها در طول تحقیق، این تعداد به ۱۵ نفر افزایش یافت.

شناسایی آزمودنی‌ها بر اساس معیارهای ورود و خروج از تحقیق صورت گرفت. به همین منظور پس از اعلام فراخوان شرکت در تحقیق در باشگاه‌های ورزشی شهر اصفهان، از افراد واجد شرایط برای شرکت در تحقیق دعوت شد. در ابتدا فرم رضایت‌نامه شرکت در تحقیق که توسط آزمودنی و اولیاء وی تکمیل شده بود، دریافت شد. سپس زاویه کایفوز سینه‌ای ورزشکاران نوجوان والیبالیست ۱۵ تا ۱۸ ساله اندازه‌گیری شد و افرادی که زاویه کایفوز سینه‌ای آنها بیش از ۴۲ درجه بود، جهت شرکت در تحقیق انتخاب شدند (۱). معیارهای ورود به پژوهش حاضر شامل: پسران محدوده سنی ۱۵ تا ۱۸ سال، پشت‌سر گذاشتن دوران بلوغ، فعالیت حداقل ۳ سال در رشته والیبال، زاویه کایفوز بیشتر از ۴۲ درجه، محدودیت حرکتی در مفاصل شانه (کسب نمره ۲ و یا کمتر در آزمون جنبش‌پذیری عملکردی مفصل شانه) و ستون فقرات (کسب نمره ۲ و یا کمتر در آزمون چرخشی نشسته ستون فقرات)، پذیرش عدم شرکت در هر گونه برنامه منظم ورزشی (به‌غیر از تمرینات روتین والیبال) در طول فرآیند تحقیق، عدم دریافت درمان با هدف اصلاح کایفوز افزایش یافته در شش ماه گذشته بود. معیارهای خروج از تحقیق نیز که بر اساس بررسی پرونده پزشکی آزمودنی‌ها و مراجعه به پزشک متخصص صورت گرفت شامل: سابقه استفاده از بربیس، سابقه عمل جراحی،

شانه از هم فاصله دهد و روبه‌رو را نگاه کند. سپس در این حالت افزونه بر روی انحنای کایفوز قرار گرفته و زاویه کایفوز اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری زاویه کایفوز برای هر یک از آزمودنی‌ها ۳ بار انجام شد و در نهایت میانگین ۳ تکرار به عنوان زاویه کایفوز آزمودنی ثبت شد.



شکل ۱. نرم افزار و افزونه اندازه‌گیری انحنای کایفوز

قرار گرفته و از طریق نرم‌افزار کایفومتر که بر روی گوشی تلفن همراه هوشمند نصب شده است اقدام به اندازه‌گیری زوایای انحنای ستون فقرات می‌کند (شکل ۱). جهت اندازه‌گیری زاویه کایفوز، از آزمودنی خواسته شد تا با در آوردن لباس خود، در حالی که دست‌ها آویزان و در کنار بدن قرار گرفته‌اند، بدون حرکت بایستد و پاهای خود را اندازه‌عرض

خط کش محاسبه و به‌عنوان امتیاز این آزمون برای هر فرد ثبت می‌کند (شکل ۲) (۲۶).

جهت اندازه‌گیری میزان تحرک‌پذیری ستون فقرات از آزمون چرخش نشسته استفاده شد. تحقیقات پیشین پایایی خوبی (۰/۶۵) را برای این آزمون گزارش کرده‌اند (۲۷). هدف از این آزمون سنجش توانایی چرخش در ستون فقرات در طول حفظ موقعیت طولی ستون فقرات است. جهت انجام این آزمون، فرد به‌صورت چهارزانو و درحالی که ستون فقرات در وضعیت قائم قرار دارند، بر روی زمین می‌نشینند و میله‌ی مورد نظر را بین پاهای خود، به‌صورت قائم نگه‌می‌دارد. در همین وضعیت از آزمودنی خواسته می‌شود دست‌های خود را به‌صورت ضربدری بر روی قفسه سینه قرار داده و میله دوم را بین دست‌های خود به‌صورت افقی نگه دارد (۲۷). سپس به آرامی و تا نهایت دامنه حرکتی ممکن، با

جهت اندازه‌گیری میزان تحرک‌پذیری مفصل شانه در دست برتر، از آزمون تحرک‌پذیری مفصل شانه استفاده شد. هدف از انجام این آزمون ارزیابی دوجانبه دامنه حرکتی مفصل شانه است. از آنجایی که این آزمون در ۳ صفحه حرکتی سهمی، عرضی و افقی به‌صورت همزمان انجام می‌شود، شیوه مناسبی جهت ارزیابی عملکرد حرکتی کمر بند شانه‌ای می‌باشد. پایایی درون آزمونگر و بین آزمونگر آن به ترتیب ۰/۹۶ و ۰/۷۸ گزارش شده است. نحوه اجرای آزمون به این صورت است که از آزمودنی خواسته می‌شود دست برتر خود را بالا برده و با انجام چرخش خارجی در مفصل شانه، دست را به پشت بدن ببرد و میله را از بالا بچسبند. همچنین دست دیگر را با انجام چرخش داخلی به پشت کمر ببرد و میله را از پایین بچسبند. سپس در این وضعیت آزمونگر فاصله بین دو دست را با استفاده از

- میله افقی با میله عمودی تماس پیدا کند (نمره ۳).
- میله افقی از وضعیت شروع، بیش از ۴۵ درجه را در صفحه افقی طی کند (نمره ۲).
- میله افقی از وضعیت شروع، کمتر از ۴۵ درجه را در صفحه افقی طی کند (نمره ۱) (۲۷).

چرخش ستون فقرات به سمت راست، میله افقی را به میله عمودی نزدیک کند. این روند برای سمت چپ نیز اجرا شد (شکل ۳) (۲۸). لازم به ذکر است که این متغیر نیز همچون سایر متغیرها، ۳ بار مورد اندازه‌گیری قرار گرفته و میانگین ۳ اجرای صحیح هر یک از آزمودنی‌ها، به‌عنوان میزان تحرک‌پذیری ستون فقرات ثبت شد.

نحوه امتیازدهی:



شکل ۳. آزمون چرخش نشسته



شکل ۲. آزمون تحرک پذیری مفصل شانه

هفته در روزهای زوج انجام می‌شد. حداقل تعداد شرکت در جلسات تمرین ۲۲ جلسه و غیبت بیش از ۲ جلسه متوالی و یا ۳ جلسه غیر متوالی باعث حذف آزمودنی از روند تحقیق می‌شد. لازم به ذکر است که ۲ نفر از آزمودنی‌های گروه تمرینی به‌دلیل غیبت بیش از حد و یک نفر از آزمودنی‌های گروه کنترل به‌دلیل عدم حضور در مرحله پس‌آزمون، از روند تحقیق خارج شدند. هر جلسه تمرینی شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی کل بدن و تخصصی عضلات کمر بند شانه ای و ستون فقرات و سپس ۴۵ دقیقه برنامه تمرینی شروث و در نهایت ۵ دقیقه سرد کردن بود (شکل ۴).

تمرینات شروث به‌مدت ۸ هفته در ورزشگاه هشیارسر اصفهان انجام شد. در طی این مدت از آزمودنی‌های هر دو گروه تمرینی و کنترل خواسته شد که در هیچ‌گونه برنامه تمرینی دیگری به‌غیر از تمرینات روتین والیبال خود شرکت نکنند. تمامی جلسات تمرینی تحت نظارت متخصص تمرینات اصلاحی (نویسنده اول) انجام شد. زمان جلسات تمرینی با هماهنگی آزمودنی‌ها تعیین شد. تمامی جلسات تمرینی و همچنین اندازه‌گیری‌های مراحل پیش و پس آزمون در ساعات عصر انجام گرفت. تمرینات سه بار در

## جدول ۱. برنامه تمرینات شروث

ست و تکرار	شرح تمرینات	سطح	هفته
S ۲-۱۵	• اصلاح لگن: اصلاح موقعیت لگن در جهات مختلف (جلو، عقب و پهلو)		
S ۲-۱۵	• کشش ستون فقرات: کشش ستون فقرات در حالت ایستاده و خوابیده	مقدماتی	۲-۱
S ۲-۴۵	• پیاده روی شروث: پیاده روی با تکنیک خاص برای بهبود وضعیت بدن و تراز ستون فقرات		
S ۲-۲۰	• تمرین با چوب: استفاده از دو چوب برای اصلاح وضعیت بدن در حالت نشسته		
S ۳-۱۵	• کشش رو به جلو: کشش به سمت جلو با بازوهای بالا برای بهبود وضعیت تیغه‌های شانه		
S ۳-۲۰	• ایستادن با چوب (پیشرفته): استفاده از دو چوب برای اصلاح وضعیت بدن در حالت ایستاده	میانی	۵-۳
S ۳-۲۰	• نیمه آویزان: آویزان شدن از میله برای کشش ستون فقرات و بهبود وضعیت بدن		
S ۳-۱۵	• ایستادن به شکم: ایستادن به شکم با زانوهای کمی خمیده برای تقویت عضلات پشت		
S ۳-۲۰	• تمرین ایگوآنا اصلاح شده: تمرین چالش برانگیز برای بهبود تعادل، وضعیت بدن و موقعیت تیغه‌های شانه		
S ۳-۳۰	• آویزان کامل: آویزان شدن کامل از میله برای کشش ستون فقرات و بهبود وضعیت بدن	پیشرفته	۸-۶
S ۳-۳۰	• کشش تیغه شانه با کنترل تنفسی: تمرین تنفسی برای بهبود موقعیت تیغه‌های شانه و تراز ستون فقرات		

S: ثانیه



شکل ۴. نمونه هایی از تمرینات شروث

استفاده شد. با توجه به اینکه داده‌های متغیر تحرک پذیری ستون فقرات به صورت رتبه‌ای بود برای مقایسه بین گروهی و درون گروهی به ترتیب از آزمون‌های یومن ویتنی و ویلکاکسون استفاده شد. تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده

به منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها و همچنین بررسی همگنی واریانس‌ها به ترتیب از آزمون شاپیروویلیک و آزمون لون استفاده شد. جهت مقایسه یافته‌های تحقیق در دو گروه کنترل و تمرین از آزمون آنالیز کوواریانس یک طرفه

شده است. جهت بررسی وجود اختلاف در مشخصات آنتروپومتریکی بین گروه تمرین و کنترل از آزمون تی مستقل استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که تفاوت معناداری میان دو گروه از نظر سن، وزن، قد و شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها وجود ندارد ( $P > 0.05$ ).

از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ در سطح معناداری ۰/۰۵ انجام شد.

### یافته‌ها

خصوصیات مربوط به سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها به تفکیک گروه مربوطه در جدول ۲ گزارش

جدول ۲. نتایج آزمون تی مستقل جهت بررسی وجود اختلاف در مشخصات آنتروپومتریکی بین دو گروه تحقیق

متغیر	گروه	معیار میانگین $\pm$ انحراف	P
سن (سال)	کنترل	۱۶/۱۰ $\pm$ ۱/۸۰	۰/۷۳۹
	تمرین	۱۵/۸۰ $\pm$ ۲/۱۵	
قد (متر)	کنترل	۱/۶۷ $\pm$ ۰/۷۲	۰/۲۳۱
	تمرین	۱/۷۰ $\pm$ ۰/۶۶	
وزن (کیلوگرم)	کنترل	۶۸ $\pm$ ۵/۹۷	۰/۶۲۴
	تمرین	۶۹ $\pm$ ۷/۹۷	
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر محور قد)	کنترل	۲۴/۴۹ $\pm$ ۲/۵۶	۰/۵۷۲
	تمرین	۲۳/۹۵ $\pm$ ۲/۶۱	

میانگین و انحراف معیار زاویه کایفوز، تحرک پذیری شانه و تحرک پذیری ستون فقرات به تفکیک گروه و در مراحل مختلف تحقیق، در جداول ۳ گزارش شده است.

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار متغیرهای تحقیق در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

گروه	متغیر	معیار میانگین $\pm$ انحراف	پس‌آزمون	پیش‌آزمون
تمرین	کایفوز (درجه)	۸۰/۴۸ $\pm$ ۷/۶۵	۴۲/۲۷ $\pm$ ۷/۴۹	
	متر(پذیری شانه (سانتی‌تحرک	۲۱/۴۳ $\pm$ ۵/۴۹	۱۳/۹۳ $\pm$ ۵/۸۱	
	پذیری ستون فقرات (رتبه)تحرک	۱/۰۵ $\pm$ ۰/۷۵	۲/۴۷ $\pm$ ۰/۷۴	
کنترل	کایفوز (درجه)	۴۹/۸ $\pm$ ۲۷/۶۸	۴۸/۸ $\pm$ ۶۰/۷۵	
	متر(پذیری شانه (سانتی‌تحرک	۲۲/۵۷ $\pm$ ۴/۳۰	۲۱/۸۰ $\pm$ ۴/۲۸	
	پذیری ستون فقرات (رتبه)تحرک	۱/۳۷ $\pm$ ۰/۷۰	۱/۰ $\pm$ ۲۶/۷۰	

جهت مقایسه میانگین زاویه کایفوز و تحرک پذیری مفاصل شانه در بین دو گروه و در مرحله پس‌آزمون می‌باشد ( $P=0/001$ ) (جدول ۴).

جهت مقایسه میانگین زاویه کایفوز و تحرک پذیری مفاصل شانه در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون و در بین دو گروه از آزمون آنالیز کواریانس استفاده شد. نتایج این آزمون حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار زاویه کایفوز

جدول ۴. نتایج آزمون کواریانس برای بررسی تأثیر تمرینات شروت بر انحنای کایفوز آزمودنی‌ها

متغیر	df	Mean square	F	sig	Partial Eta Squared
زاویه کایفوز	۱	۲۱۱/۱۴	۳۶/۰۰	۰/۰۰۱	۰/۵۷
تحرک پذیری شانه	۱	۴۷۰/۷۲	۵۰/۵۴	۰/۰۰۱	۰/۶۵

جهت بررسی تغییرات درون گروهی میانگین نمره تحرک‌پذیری ستون فقرات در بین دو گروه و در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون از آزمون یومن ویتنی استفاده شد. نتایج آزمون یومن وی تنی حاکی از عدم وجود تفاوت معنی‌دار تحرک‌پذیری ستون فقرات در مرحله پیش‌آزمون و در بین دو گروه می‌باشد ( $P=0/322$ )؛ درحالی‌که این تفاوت در بین دو گروه و در مرحله پس‌آزمون، معنی‌دار می‌باشد ( $P=0/001$ ).

جهت بررسی تغییرات درون گروهی میانگین نمره تحرک‌پذیری ستون فقرات در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر یک از گروه‌های تحقیق، از آزمون ویلکاکسون استفاده شد. نتایج آزمون ویلکاکسون نشان داد که میزان تحرک‌پذیری ستون فقرات در گروه تجربی در مرحله پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون افزایش معنی‌داری داشته است ( $P=0/001$ )؛ درحالی‌که این تغییرات در گروه کنترل و در مرحله پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون، معنی‌دار نمی‌باشد

جدول ۵. نتایج آزمون ویلکاکسون برای مقایسه درون گروهی میزان تحرک‌پذیری ستون فقرات آزمودنی‌ها در دو گروه

گروه / مرحله	Mean Rank	Mann-Whitney U	Z	sig
تمرین	۸/۰	-----	-۳/۵۱	۰/۰۰۱
کنترل	۰/۰	-----	۰/۰	۱/۰۰۰
پیش‌آزمون	-----	۹۰/۵۰	-۰/۹۹	۰/۳۲۲
پس‌آزمون	-----	۳۱/۰۰	-۳/۵۴	۰/۰۰۱

نشان داد که تغییرات مثبتی در بهبود زاویه کایفوز و همچنین میزان تحرک‌پذیری مفاصل شانه و ستون فقرات آزمودنی‌های گروه تمرینی، به‌دنبال انجام ۸ هفته تمرینات شروت به وجود آمده است. برنامه درمانی شروت شامل بازآموزی اصلاحی سیستم عصبی

## بحث و نتیجه‌گیری

هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر تمرینات شروت بر میزان انحنای کایفوز و تحرک‌پذیری مفاصل شانه و ستون فقرات در ورزشکاران نوجوان والیبالیست پسر مبتلا به کایفوز افزایش‌یافته بود. نتایج تحقیق

به دنبال داشته باشد. پیشرفت کایفوز سینه‌ای می‌تواند منجر به ضعف عضلانی، درد، کاهش دامنه حرکتی مفاصل، اختلال عملکرد، افزایش وضعیت سر به جلو، کاهش لوردوز کمری و افزایش چرخش کتف شود (۳۳). به‌طور کلی، نشان داده شده است که برنامه‌های تمرینی اصلاحی که بر روی مجموعه ستون فقرات و ناحیه کمری-لگنی تمرکز دارند، در مقایسه با برنامه‌هایی که تنها بر مهره‌های ناحیه سینه‌ای ستون فقرات متمرکز هستند، نتایج بهتری در اصلاح کایفوز سینه‌ای به دنبال دارند (۳۱). کایفوز سینه‌ای اغلب با ضعف عضلات خم‌کننده گردن، عضلات پاراورتبرال و عضلات شکمی همراه است. همچنین، به افزایش لوردوز در ستون فقرات گردنی، عمدتاً به دلیل کوتاه شدن عضلات سینه‌ای و عضلات اکستانسور ستون فقرات، کمک می‌کند. هنگام طراحی تمرینات اصلاحی برای نوجوانان مبتلا به کایفوز سینه‌ای، ضروری است که تمریناتی را در نظر بگیرید که بر روی عضلات و مفاصل مجموعه ستون فقرات و کمر بند شانه‌ای و لگن و بهبود دامنه حرکتی تمرکز کنند تا انعطاف‌پذیری عضلانی را افزایش دهند، حس عمقی را بهبود بخشند و عضلات ضعیف شده به دلیل عدم تقارن ستون فقرات را تقویت کنند (۳۱).

برنامه تمرینی شروث یک رویکرد درمانی محافظه‌کارانه، مبتنی بر تمرینات کششی و تقویتی همراه با اصلاح الگوهای تنفسی است (۳۳). این روش شامل تکنیک‌های تنفسی خاص و اصلاح وضعیت انحنای سینه‌ای از طریق تحریکات حسی-حرکتی و

عضلانی، تمرینات درمانی و تکنیک‌های تنفسی ویژه می‌باشد (۳۱). در همین راستا گورگ و آلگون (۲۰۲۳) همسو با نتایج تحقیق حاضر، نشان دادند که تمرینات سه‌بعدی مبتنی بر شروث یک درمان مؤثر برای افراد مبتلا به کایفوز وضعیتی است و اندازه اثر بزرگی بر بهبود متغیرهای زاویه کایفوز سینه‌ای، زاویه لوردوز کمری، تعادل و کیفیت زندگی دارد (۱۵). بزلال و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی تحت عنوان تأثیر درمان شروث بر انحنای کایفوز سینه‌ای و کیفیت زندگی در بیماران شوثرمن به این نتیجه رسیدند که تمریناتی همچون تمرینات شروث که مبتنی بر تقویت عضلات خلفی ستون فقرات می‌باشد، یک درمان مؤثر برای بهبود قابل توجه انحنای سینه‌ای و بهبود علائم در بیماران مبتلا به کایفوز شوثرمن است (۲۲). پارک و همکاران (۲۰۲۲) نیز بهبود ۶ درجه‌ای زاویه کایفوز و همچنین بهبود ۱۲ درجه‌ای زاویه سربه جلو نوجوانان مبتلا به کایفوز وضعیتی را به دنبال انجام یک دوره ۱۲ هفته‌ای تمرینات اصلاحی با رویکرد شروث گزارش کردند (۳۲). همچنین رجالاکسمی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقی با هدف مقایسه میزان اثربخشی دو روش شروث و یوگا در بهبود راستای ستون فقرات و عملکرد ریوی در افراد مبتلا به سندرم متقاطع فوقانی دریافتند که هر دو نوع تمرین، تغییرات معنی‌داری در میزان انحنای ستون فقرات ایجاد می‌کنند (۱۶).

بدراستای‌های ستون فقرات می‌تواند استرس بیومکانیکی را بر مهره‌های سینه‌ای افزایش داده و اختلال در عملکرد سیستم عصبی-عضلانی-اسکلتی را

الگوی انحنای ستون فقرات بیمار منجر به اصلاح وضعیت نامتقارن در فعالیت‌های روزانه می‌گردد. در همین راستا یانگ و همکاران (۲۰۲۴) در یک بررسی مروری نشان داده‌اند که اجرای تمرینات اصلاحی جامع و کل‌نگر بر روی مجموعه ستون فقرات و کمربند کمری-لگنی و شانه‌ای، منجر به افزایش قدرت و عملکرد عضلات ناحیه گردنی، سینه‌ای، کمری و لگنی و به دنبال آن اصلاح راستای ستون فقرات سینه‌ای در نوجوانان مبتلا به کایفوز وضعیتی می‌شود (۳۱).

در افراد مبتلا به کایفوز افزایش یافته، به دلیل افزایش انحنای ستون فقرات سینه‌ای و به دنبال آن تغییر در موقعیت قرارگیری استخوان کتف، دامنه حرکتی مفاصل ستون فقرات سینه‌ای و همچنین شانه دچار تغییر می‌شود. این موضوع به خصوص در اجرای حرکات عملکردی و به‌ویژه در نوجوانان ورزشکار به دلیل نیازهای حرکتی بیشتر، احتمال بروز آسیب در این مفاصل را به دلیل محدودیت حرکتی ایجاد شده افزایش می‌دهد. بنابراین اتخاذ راهکاری که علاوه بر اصلاح دلیل اصلی ایجاد محدودیت حرکتی، دامنه حرکتی مفاصل را نیز بهبود بخشد، ضروری به نظر می‌رسد. بر همین اساس نتایج تحقیق حاضر نیز نشان داد که به‌کارگیری تمرینات اصلاحی شروث می‌تواند علاوه بر آنکه زاویه کایفوز افزایش یافته، به‌عنوان دلیلی برای محدودیت حرکتی مفاصل شانه و ستون فقرات سینه‌ای را کاهش دهد، بر افزایش میزان دامنه حرکتی این مفاصل نیز مؤثر است. تمرینات شروث استفاده شده در تحقیق حاضر با بهره‌مندی از تکنیک‌های تنفسی، تعلیقی، کششی، یکپارچگی، شکل‌دهی و فراهم آوردن

کنترل آینه‌ای در صفحه ساجیتال است. تمرینات شروث ترکیبی از نیروهای خارجی اعمال شده بر ستون فقرات را شامل می‌شود که با اصلاح سه بخش اصلی ستون فقرات در صفحه ساجیتال و کشش ستون فقرات همراه است (۳۳). اصول اساسی این تمرینات بر درگیری فعال و غیرفعال انحنای سینه‌ای و کشش عضلات همسترینگ و سینه‌ای تمرکز دارد (۳۱). با گذشت زمان، افراد عضلات تنه خود را برای حفظ وضعیت بدنی صحیح، فعال می‌کنند و می‌آموزند تا حد امکان با وضعیت بدنی قائم حرکت کنند. تمرینات شروث رویکردی عملی برای اصلاح کایفوز سینه‌ای و ارتقای وضعیت بدنی مناسب است (۳۳). روش شروث شامل تمریناتی است که در موقعیت‌های بهینه برای اصلاح گروه‌های عضلانی که در ناهنجاری کایفوز افزایش یافته، دچار کوتاهی و یا افزایش طول بیش از حد شده‌اند، انجام می‌شود (۱۵). برنامه تمرینی شروث شامل تمرینات اصلاح وضعیت قرارگیری ستون فقرات است که با استفاده از محرک‌های بازخوردی همچون آئینه، موجب افزایش آگاهی بدنی فرد از موقعیت قرارگیری بخش‌های مختلف بدن می‌شود. حرکات اصلاحی مورد استفاده در رویکرد شروث، در وضعیت‌های خوابیده به پشت و خوابیده به شکم، نشسته و ایستاده انجام می‌شود. انجام کشش‌های سرتاسری در راستای ستون فقرات، تقویت عضلات کنترل‌کننده وضعیت تنه در صفحه سهمی و اصلاح الگوهای تنفسی به‌هنگام انجام تمامی حرکات تمرینی، از جمله ویژگی‌های این روش تمرینی می‌باشد (۱۵). این رویکرد اصلاحی شامل تمرینات تنفسی حسی-حرکتی، وضعیتی و اصلاحی می‌باشد که متناسب با

در عضلات کوتاه شده، می‌توان بهبود رابطه طول-تنشن در این بخش از بدن و به دنبال اصلاح موقعیت قرارگیری استخوان کتف و راستای مفصل شانه را موجب شد (۱۵).

از جمله محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به عدم کنترل ویژگی‌های ژنتیکی، روانشناختی و همچنین سبک زندگی آزمودنی‌ها اشاره داشت. از آنجایی که تحقیق حاضر بر روی ورزشکاران والیبالیست مبتلا به کایفوز افزایش یافته انجام شده است، مطالعات آتی می‌توانند تأثیر تمرینات شروث را بر اصلاح زاویه کایفوز و همچنین پیامدهای ثانویه آن از جمله محدودیت حرکتی در ورزشکاران سایر رشته‌های ورزشی و یا در گروه‌های سنی دیگر مورد بررسی قرار دهند.

انجام هشت هفته تمرینات شروث به‌طور معناداری میزان انحنای کایفوز ستون فقرات را کاهش داده و نیز باعث افزایش تحرک پذیری مفاصل شانه و ستون فقرات شد. تمرینات شروث با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد خود، می‌تواند گزینه‌ای مناسب و درد دسترس برای اصلاح عارضه کایفوز وضعیتی و همچنین بهبود دامنه حرکتی شانه و ستون فقرات نوجوانان باشد. این شیوه تمرینی با توجه به آنکه به طور همزمان بر اصلاح کایفوز و همچنین بهبود تحرک پذیری مفاصل تأکید دارد، می‌تواند در دستیابی به کامل‌ترین نتایج در افراد مبتلا به کایفوز وضعیتی، مورد استفاده قرار گیرد.

بازخوردهای بصری و شنوایی و همچنین تأکید بر به‌کارگیری عضلات ناحیه مرکزی تنه به‌هنگام اجرای حرکات، انسجام و هماهنگی لازم بین عضلات موافق و مخالف ستون فقرات سینه‌ای را ایجاد کرده و در نهایت موجب بهبود زاویه کایفوز سینه‌ای و همچنین دامنه حرکتی مفاصل شانه و ستون فقرات شده است (۲۲).

تمرینات شروث شامل آموزش و برنامه‌ریزی تمرینات خاص و تکنیک‌های تنفسی است که به دنبال اصول تغییرات پاسچر برای فعال کردن و تشویق بیماران به انجام یک برنامه ورزشی و دستیابی به پاسچر مناسب در فعالیت‌های روزمره صورت می‌گیرد (۲۹). از آنجایی که یکی از ویژگی‌های تمرینات شروث، تأکید بر تحرک پذیری ساختارهای کوتاه و سفت شده است، بهبود تحرک پذیری مفاصل که در تحقیق حاضر مشاهده شد را به‌نوعی می‌توان به این ویژگی تمرینات شروث نسبت داد. در همین ارتباط و در خصوص تأثیرگذاری این تمرینات بر میزان دامنه حرکتی ستون فقرات و همچنین مفصل شانه، می‌توان بیان کرد که افزایش دامنه حرکتی بیانگر عکس‌العمل عضلات به اجرای تمرینات منظم است. از آنجایی که کایفوز افزایش یافته در آزمودنی‌های تحقیق حاضر از نوع وضعیتی می‌باشد، دلیل محدود بودن دامنه حرکتی را می‌توان به تغییر در رابطه طول-تنشن عضلات و به دنبال آن تغییر در موقعیت قرارگیری استخوان کتف به‌عنوان یکی از استخوان‌های کلیدی در بدن، قلمداد کرد؛ لذا با تقویت عضلات طویل و ایجاد انعطاف پذیری

## References

1. Zećirović A, Bjelica B, Pajović L, Aksović N. Postural status and kyphosis in school-age children. *International Journal of Academic Health and Medical Research*. 2021;5(11):90-7.
2. Karimizadeh Ardakani M, Soroush Fard Z, Amirizadeh F, Naderifar H. Effect of Thoracic Hyper-Kyphosis Posture on Upper Extremity Function of Female Students. *Journal of Rehabilitation Sciences & Research*. 2022;9(1):30-5. (In Persian)
3. Elpeze G, Usgu G, editors. The Effect of a Comprehensive Corrective Exercise Program on Kyphosis Angle and Balance in Kyphotic Adolescents. *Healthcare*; 2022: MDPI.
4. de Carvalho Borges SC, Mendonça CR, Ferreira Silva RM, De Vitta A, Noll M. Prevalence and Risk Factors of Musculoskeletal Disorders in Basketball Players: Systematic Review and Meta-Analysis. *Healthcare*. 2023;11(8):1190.
5. Babagoltabar Samakoush H, Norasteh A. Prevalence of Postural Abnormalities of Spine and Shoulder Girdle in Sanda Professionals. *Annals of Applied Sport Science*. [Original Article]. 2017;5(4):31-8. (In Persian)
6. Kado DM, Huang M-H, Barrett-Connor E, Greendale GA. Hyperkyphotic posture and poor physical functional ability in older community-dwelling men and women: the Rancho Bernardo study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2005;60(5):633-7.
7. RA H. Osteoporosis-related kyphosis and impairments in pulmonary function: a systematic review. *J Bone Miner Res*. 2007;22:447-57.
8. Sinaki M, Itoi E, Rogers JW, Bergstralh EJ, Wahner HW. Correlation of back extensor strength with thoracic kyphosis and lumbar lordosis in estrogen-deficient WOMEN1. *American journal of physical medicine & rehabilitation*. 1996;75(5):370-4.
9. Ben Kibler W. The role of the scapula in athletic shoulder function. *The American journal of sports medicine*. 1998;26(2):325-37.
10. Khakhali-Zavieh M, Parnian-Pour M, Karimi H, Mobini B, Kazem-Nezhad A. The validity and reliability of measurement of thoracic kyphosis using flexible ruler in postural hyper kyphotic patients. *Archives of Rehabilitation*. 2003;4(3):18-23. (In Persian)
11. Imagama S, Hasegawa Y, Wakao N, Hirano K, Muramoto A, Ishiguro N. Impact of spinal alignment and back muscle strength on shoulder range of motion in middle-aged and elderly people in a prospective cohort study. *European Spine Journal*. 2014;23:1414-9.
12. Burak Aktuğ Z, Aka H, Akarçeşme C, Mesut Çelebi M, Altundağ E. The Effects of Corrective Exercises on Functional Movement Screen Tests of Elite Female Volleyball Players. *Spor Hekimligi Dergisi/Turkish Journal of Sports Medicine*. 2019;54(4).

13. Randolph JL. A Mixed-Methods Investigation of FMS Shoulder Mobility and Reported Upper Body Injury in Collegiate Football Athletes at a Division II Midwestern University: Lindenwood University; 2017.
14. Feng Q, Wang M, Zhang Y, Zhou Y. The effect of a corrective functional exercise program on postural thoracic kyphosis in teenagers: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*. 2018;32(1):48-56.
15. Özdemir Görgü S, Algun ZC. A randomized controlled study of the effect of functional exercises on postural kyphosis: Schroth-based three-dimensional exercises versus postural corrective exercises. *Disability and Rehabilitation*. 2023;45(12):1992-2002.
16. Rajalaxmi V, Paul J, Nithya M, Lekha SC, Likitha B. Effectiveness of three dimensional approach of schroth method and yoga on pulmonary function test and posture in upper crossed syndrome with neck Pain-A double blinded study. *Research Journal of Pharmacy and Technology*. 2018;11(5):1835-9.
17. Weiss H-R. Rehabilitation of adolescent patients with scoliosis—what do we know? A review of the literature. *Pediatric Rehabilitation*. 2003;6(3-4):183-94.
18. Rigo M, Reiter C, Weiss H-R. Effect of conservative management on the prevalence of surgery in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Pediatric rehabilitation*. 2003;6(3-4):209-14.
19. Lehnert-Schroth C. Introduction to the three-dimensional scoliosis treatment according to Schroth. *Physiotherapy*. 1992;78(11):810-5.
20. Weiss H-R, Negrini S, Hawes MC, Rigo M, Kotwicki T, Grivas TB, et al. Physical exercises in the treatment of idiopathic scoliosis at risk of brace treatment—SOSORT consensus paper 2005. *Scoliosis*. 2006;1:1-7.
21. Lenhert-Schroth C. The Schroth scoliosis three dimensional treatment. Norderstedt: Books on Demand GmbH. 2007;13:1607-14.
22. Bezalel T, Carmeli E, Levi D, Kalichman L. The Effect of Schroth Therapy on Thoracic Kyphotic Curve and Quality of Life in Scheuermann's Patients: A Randomized Controlled Trial. *Asian Spine J*. 2019 Jun;13(3):490-9.
23. Saki F, Gholami H, Yalfani A, Zia M. Effects of Specific Schroth Exercises on Cobb Angle, Flexibility, and Functional Capacity of Adolescents with Idiopathic Scoliosis. *Avicenna J Clin Med*. 2021; 27(4): 217-225. (In Persian)
24. Bezalel T, Kalichman L. Improvement of clinical and radiographical presentation of Scheuermann disease after Schroth therapy treatment. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2015;19(2):232-7.

25. Karimi Soorki A, Raeisi Z, Shahrjerdi Sh, Golpayegani M, Mahmudi Darani Z. The effect of eight weeks Schroth corrective exercises and orthosis on dynamic balance in patients with idiopathic scoliosis. *Feyz* 2021; 25(4):1074-82. (In Persian)
26. Daneshjoo A, Hoseini B, Ghasemi F. Investigating the Relationship Between FMS Test Scores and the Occurrence of Injury in Elite Female Shooter. *J Sport Biomech* 2022; 8 (1):2-14. (In Persian)
27. Frohm A, Heijne A, Kowalski J, Svensson P, Myklebust G. A nine-test screening battery for athletes: a reliability study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2012;22(3):306-15.
28. Cook G. *Athletic body in balance: Human kinetics*; 2003.
29. Jung S-h, Hwang U-j, Ahn S-h, Kim J-h, Kwon O-y. Effects of manual therapy and mechanical massage on spinal alignment, extension range of motion, back extensor electromyographic activity, and thoracic extension strength in individuals with thoracic hyperkyphosis: a randomized controlled trial. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2020;2020.
30. Shahri YF, Hesar NG. Validity and reliability of smartphone-based Goniometer-Pro app for measuring the thoracic kyphosis. *Musculoskeletal Science and Practice*. 2020 Oct 1;49:102216.
31. Yang S, Yi YG, Chang MC. The Effectiveness of Exercise Programs in Adolescents with Thoracic Kyphosis: A Narrative Review. *Healthcare*. 2024; 12(15):1503.
32. Park, Y.J.; Kim, W.M.; Yu, J.H.; Moon, H.H.; Seo, Y.G. Effects of Combined Exercise Program on Spinal Curvature and Balance Ability in Adolescents with Kyphosis. *Children* 2022, 9, 1999.
33. Büyükturan Ö, Kaya MH, Alkan H, Büyükturan B, Erbahçeci F. Comparison of the efficacy of Schroth and Lyon exercise treatment techniques in adolescent idiopathic scoliosis: A randomized controlled, assessor and statistician blinded study. *Musculoskeletal Science and Practice*. 2024 Aug 1;72:102952.