

Is Core Stability Exercise Effective in Correcting Idiopathic Scoliosis in Adolescents? A Systematic Review

Arash Khaledi¹,
Hooman Minoonejad²,
Hassan Daneshmandi³,
Mahdieh Akoochakian⁴,
Mehdi Gheitashi⁵

¹ PhD Student in Sport Injuries and Corrective Exercises, Department of Sport Science, Kish International Campus, University of Tehran, Kish, Iran

² Associate Professor, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

³ Professor, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

⁴ Assistant Professor, Department of Sport Sciences, Kish International Campus, University of Tehran, Kish, Iran

⁵ Assistant Professor, Department of Health and Sport Rehabilitation, Faculty of Sport Science and Health, University of Shahid Beheshti, Tehran, Iran

(Received July 24, 2022 ; Accepted November 6, 2022)

Abstract

Background and purpose: Adolescent idiopathic scoliosis (AIS) is the most common type of scoliosis and the most complex deformity of the spine and trunk with significant complications. In this systematic review, the effectiveness of core stability exercises (CSE) in improving this disorder is discussed.

Materials and methods: This review was carried out using the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA) checklist. Adolescent Idiopathic Scoliosis, Cobb angles, and core stability exercise were our search terms in PubMed, Scopus, MEDLINE, Cochrane Library, CINAHL, and Google Scholar. The search was limited to articles published in Persian and English between 2005 and 2022. Researches on AIS carried out in adolescents aged 10-18 were studied. In one of the groups, only CSE was done and the size of Cobb's angle (an indicator of the severity of scoliosis) was used as one of the dependent variables. The PEDro scale was used to evaluate the quality of articles in terms of risk of bias.

Results: In initial search, 268 articles were found. After removing irrelevant articles and those that did not met the study's inclusion criteria and also qualitative evaluation of the remaining articles, seven articles with an average PEDro score of 6.2 (moderate quality), including 297 participants, were selected. A statistically significant decrease was reported in the Cobb angle in all articles, but only in four articles this decrease was clinically significant (greater than 5°).

Conclusion: CSE are safe, easy and accessible that can be effective in improving AIS, but there is not sufficient evidence to support this hypothesis. Further high-quality studies are required to draw a definite conclusion and making clinical decisions.

Keywords: adolescent idiopathic scoliosis, core stability exercises, Cobb angle, systematic review

J Mazandaran Univ Med Sci 2023; 32 (216): 179-191 (Persian).

Corresponding Author: Hooman Minoonejad - Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran. (E-mail: H.minoonejad@ut.ac.ir)

آیا تمرینات ثبات مرکزی در اصلاح اسکولیوز ایدیوپاتیک نوجوانی موثر است؟ مطالعه مروری نظام مند

آرش خالدي¹
هومن مینونژاد²
حسن دانشمندی³
مهدیه آکوچکیان⁴
مهدی قیطاسی⁵

چکیده

سابقه و هدف: اسکولیوز ایدیوپاتیک نوجوانان شایع ترین نوع اسکولیوز و پیچیده ترین دفورمیتی ستون فقرات و تنه با عوارض قابل توجه است. در این پژوهش، اثربخشی تمرینات ثبات مرکزی در بهبود این اختلال با یک مرور نظام مند بررسی شد.

مواد و روش ها: این مطالعه مرور نظام مند بر اساس راهنمای PRISMA انجام شد. واژه های کلیدی (Adolescent)، Scopus، PubMed، Cochrane Library، CINAHL، MEDLINE و Google Scholar و محدود به مقالات فارسی و انگلیسی زبان منتشر شده در سال های 2005-2022 جستجو شد. مطالعات انجام شده بر روی نوجوانان (10-18 سال) دچار اسکولیوز ایدیوپاتیک که در یکی از گروه ها فقط مداخله تمرینات ثبات مرکزی به کار رفته بود و یکی از متغیرهای وابسته اندازه زاویه کاب (نشانگر شدت اسکولیوز) بود، لحاظ شدند. مقیاس PEDro برای ارزیابی کیفیت مقالات از نظر خطر سوگرایی به کار رفت.

یافته ها: در جستجوی اولیه 268 مقاله یافت شد. بعد از حذف مقالات نامربوط و فاقد معیارهای ورود و ارزیابی کیفی مقالات باقیمانده، در نهایت 7 مقاله با میانگین 6/2 نمره PEDro (کیفیت متوسط) با مجموع 297 آزمودنی برای مرور نظام مند انتخاب شدند. کاهش معنی دار آماری زاویه کاب در همه مقالات منتخب گزارش شد، اما فقط در چهار مقاله کاهش زاویه کاب از نظر بالینی نیز معنادار بود (میزان کاهش بیش تر از 5°).

استنتاج: تمرینات ثبات مرکزی روشی ایمن، آسان و در دسترس است که می تواند برای بهبود اسکولیوز ایدیوپاتیک نوجوانان موثر باشد، اما شواهدی با سطح متوسط از این فرضیه حمایت می کند. انجام مطالعات بیش تر و باکیفیت در آینده برای نتیجه گیری قطعی و تصمیم گیری بالینی در این زمینه ضرورت دارد.

واژه های کلیدی: اسکولیوز ایدیوپاتیک نوجوانان، تمرینات ثبات مرکزی، زاویه کاب، مرور نظام مند

مقدمه

اسکولیوز یک دفورمیتی پیچیده و سه بعدی ستون فقرات و تنه است (1). ستون فقرات علاوه بر انحراف جانبی در سطح فرونتال، در سطوح ساجیتال و هوریزنتال نیز انحراف دارد (2). این اختلال با ایجاد تغییر در اعمال

E-mail: H.minoonejad@ut.ac.ir

مؤلف مسئول: هومن مینونژاد- تهران: دانشگاه تهران، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی

1. دانشجوی دکتری آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، گروه علوم ورزشی، پردیس بین المللی کیش، دانشگاه تهران، کیش، ایران

2. دانشیار، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

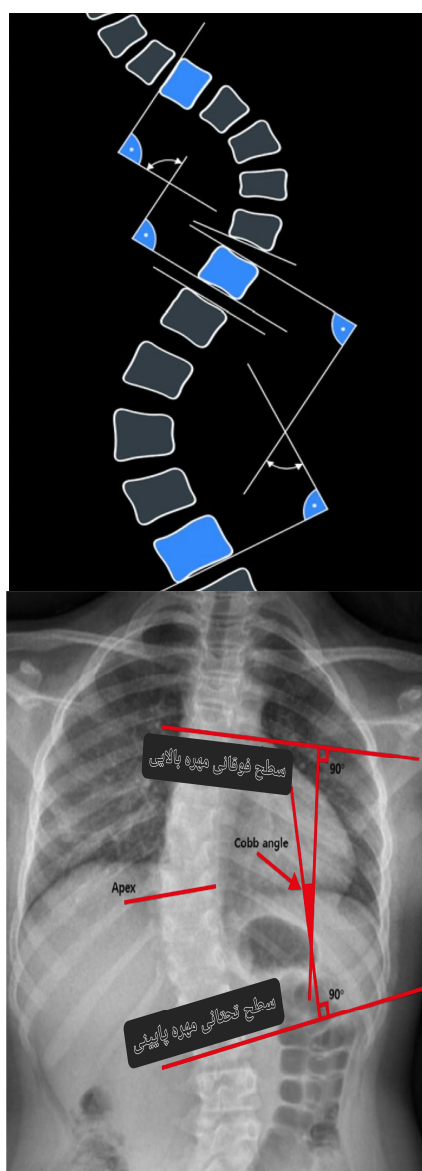
3. استاد، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

4. استادیار، گروه علوم ورزشی، پردیس بین المللی کیش، دانشگاه تهران، کیش، ایران

5. استادیار، گروه تدرستی و بازتوانی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: 1401/5/2 تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: 1401/6/7 تاریخ تصویب: 1401/8/15

می‌رسد رویکرد درمانی «صبر کن و ببین» برای افراد نوجوان با اسکولیوز خفیف چندان مناسب نباشد (17). روش‌های پیشگیری، اصلاح و درمان اسکولیوز بر حسب شدت دفورمیتی متفاوت است. روش‌های غیرتهاجمی تمرینات اصلاحی برای شدت خفیف (زاویه کاب 10° تا کم‌تر از 25°)، بريس و تمرینات اصلاحی برای شدت متوسط (25° تا 45°) و روش تهاجمی جراحی برای موارد شدید (بیش‌تر از 45°) در نظر گرفته می‌شود (15,9).



تصویر شماره 1: ترسیم و اندازه‌گیری زاویه کاب

نیروها و حرکات بخش‌های فوقانی و تحتانی بدن (3)، عوارضی مانند ظاهر نامناسب، عدم تعادل عضلانی (muscular imbalance)، برهم خوردن الگوهای حرکتی (4)، درد، مشکلات تنفسی (5)، عوارض ذهنی روانی (6) و حتی استئوپروز را به دنبال دارد (8,7). اسکولیوز از نظر اتیولوژی به انواع مادرزادی، اکتسابی ناشی از نوروفیبروماتوز و دیگر اختلالات عصبی عضلانی و ایدیوپاتیک (با علت نامشخص و ناشناخته) طبقه‌بندی می‌شود (10,9). اسکولیوز ایدیوپاتیک نوجوانان 80 درصد موارد را شامل شده و به طور معمول در سنین 10 تا 18 سالگی بروز می‌یابد (12,11).

تشخیص اسکولیوز با استفاده از تست بالینی فلکشن رو به جلو (تست آدامز) در حالت‌های نشسته و ایستاده و همچنین با روش استاندارد طلایی زاویه کاب (Cobb Angle X-Ray) می‌باشد (13). در این روش بر روی تصاویر پرتونگاری ستون فقرات از نمای قدامی - خلفی و در وضعیت ایستاده، زاویه کاب که نشانگر انحراف جانبی ستون فقرات است، رسم می‌شود. این زاویه از تلاقی دو خط عمود بر خطوط ترسیمی مماس بر سطح فوقانی جسم مهره فوقانی و سطح تحتانی جسم مهره تحتانی (منظور بالاترین و پایین‌ترین مهره‌ای که بیش‌ترین انحراف را به سمت تقعر دارند) تشکیل می‌شود. چنانچه میزان زاویه کاب در صفحه فرونتال برابر یا بیش از 10° درجه باشد، تشخیص اسکولیوز مطرح می‌شود (15,14) (تصویر شماره 1).

ایجاد و پیشرفت از یک تا چهار قوس اسکولیوز مطابق با درگیری نواحی سرویکال (C1 تا C6)، سرویکوتوراسیک (C7 تا T1)، توراسیک (T2 تا T11)، تراکولومبار (T12 تا L1) و لومبار (L2 تا L4) محتمل است. مهره آپیکال (دورترین مهره نسبت به محور عمودی) در بین نواحی اشاره شده قرار می‌گیرد (16).

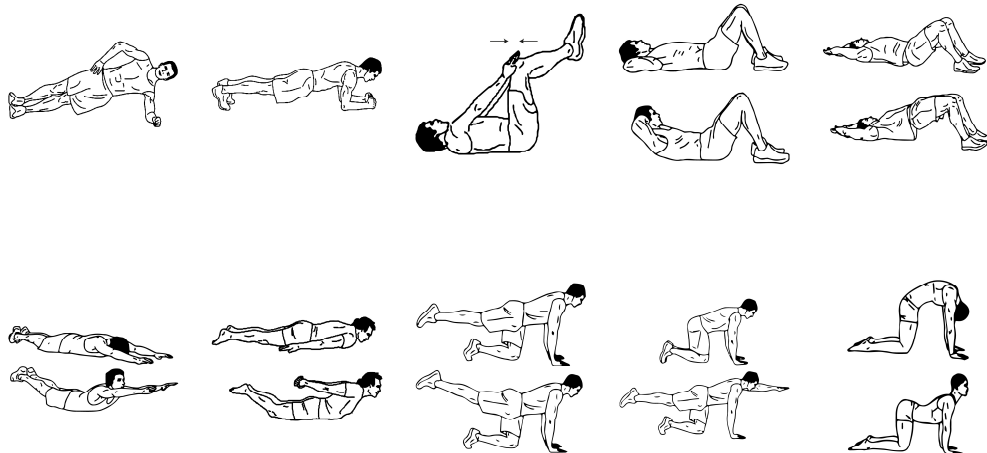
با توجه به جهش رشدی در سنین نوجوانی و افزایش شدت اسکولیوز، شروع اقدامات پیشگیرانه و اصلاحی در این دوره سنی ضرورت دارد و به نظر

(عضلات و بافت نرم) و واحد کنترل عصبی در کنار هم ساختار پایدار ستون فقرات را تشکیل می‌دهند و نقص در هر یک از این اجزا می‌تواند منجر به ناهنجاری و درد ستون فقرات شود (31). تمرکز تمرینات ثبات مرکزی بر تقویت عضلات ناحیه مرکزی بدن مانند پاراسپینال، مولتی فیدوس، مورب و قدامی شکم و گلو تئال با اجرای حرکات ایزومتریک و ایزوتونیک است (29).

تاکنون چندین مطالعه اولیه در زمینه بررسی اثربخشی تمرینات ثباتی و یا تمرینات ثبات مرکزی در اصلاح اسکولیوز اجرا شده است (32،33)، اما هنوز شواهد علمی سطح بالا مربوط به اثربخشی این تمرینات در اصلاح اسکولیوز ایدیوپاتیک نوجوانی محدود می‌باشد (25،26،34) و برای پژوهشگران و متخصصین مربوطه این پرسش‌ها مطرح است که: 1- آیا تمرینات ثبات مرکزی موجب کاهش زاویه کاب در نوجوانان دارای اسکولیوز ایدیوپاتیک می‌شود؟ 2- آیا این تمرینات می‌تواند برای پیشگیری و بهبود این دفورمیتی پیشنهاد شود؟ برای پاسخ به این پرسش‌ها، این مطالعه مروری نظام مند با هدف بررسی اثربخشی تمرینات ثبات مرکزی بر کاهش زوایه کاب در نوجوانان دارای اسکولیوز ایدیوپاتیک انجام شد.

جراحی علاوه بر ایجاد ترس در جمعیت نوجوان، با عوارض جانبی زیادی همراه است (18). از سوی دیگر با توجه به ماهیت فعال سنین نوجوانی، پوشیدن بریس نیز خسته کننده بوده و می‌تواند با مشکلاتی در ناحیه ستون فقرات مانند کاهش انحنای طبیعی، ضعف عضلانی و فقدان انعطاف پذیری همراه باشد (19). با توجه به مسائل یاد شده، نقش تمرینات اصلاحی برای بهبود دفورمیتی اسکولیوز برجسته می‌شود (20،21). روش‌های تمرینی شامل دو دسته تمرینات اختصاصی اسکولیوز و تمرینات عمومی می‌باشد (22،23). نحوه اجرای تمرینات اختصاصی برای نوجوانان به ویژه در سنین ابتدایی بسیار مشکل بوده و حضور بیمار در کلینیک و نظارت مستقیم متخصص الزامی است (24). تمرینات ثبات مرکزی (core stability exercises) از جمله تمرینات عمومی بوده که به دلیل اجرای ساده، بسیار رواج داشته و برای اصلاح سایر دفورمیتی‌های ستون فقرات (کایفوز و لوردوز) (25،26)، بهبود کمردرد (27،28) و باز توانی و پیشگیری از آسیب‌های ورزشی نیز مفید بوده است (31-29) (تصویر شماره 2).

نظریه ثبات ستون فقرات برای اولین بار توسط Manohar Panjabi در سال 1992 مطرح شد. طبق این نظریه اجزای غیرفعال (مهره‌ها و ساختار اسکلتی)، فعال



تصویر شماره 2: تصاویر برگزیده‌ای از تمرینات ثبات مرکزی

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع مرور نظام‌مند بر اساس راهنمای «موارد ترجیحی در گزارش مقالات مروری نظام‌مند و فراتحلیل» (PRISMA) با جستجو در پایگاه‌های داده CINAHL، Cochrane Library، Scopus، PubMed، MEDLINE و Google Scholar و در نظر گرفتن کلید واژه‌های: Adolescent Idiopathic Scoliosis به همراه واژگان (adolescent)، (AIS)، (Juvenile “idiopathic scoliosis”، “corrective exercise”، “core exercise، “physiotherapy”، “core stabilization” or “general exercise”، or “core strengthening”، “Cobb angles”، “or quality of life، or “trunk rotation مقاله‌های فارسی و انگلیسی زبان چاپ شده طی سال‌های 2005 تا 2022 میلادی اجرا شد.

انتخاب مقالات: مقالات جستجو شده از هر پایگاه اطلاعاتی توسط دو مرورگر مستقل (آخ و ه م) بررسی شدند. ابتدا عناوین و چکیده بررسی و در صورت انطباق با معیارهای ورود، متن کامل دریافت شد. در صورتی که اختلاف نظر بین دو مرورگر اول و دوم برای انتخاب مقالات وجود داشت، با مرورگران سوم و چهارم (ح د و م آ) به اشتراک گذاشته شد تا موارد اختلافی برطرف شود.

معیارهای ورود و خروج از مطالعه

بر اساس چارچوب PICO (جمعیت تحت مطالعه، مداخله، گروه مقایسه، پیامد) معیارهای انتخاب و حذف مقاله‌ها برای مرور نظام‌مند شامل مقاله‌هایی بود که آزمودنی‌ها صرفاً شامل جمعیت نوجوان (10 تا 18 سال) دارای اسکولیوز ایدیوپاتی، بدون هیچ‌گونه اختلال پاتولوژیکال یا آسیب (مانند کمردرد) و یا هر گونه دفورمیتی دیگر در اندام تحتانی و فوقانی (مانند هایپرکایفوزیس یا ژنواوروم) بودند؛ مداخله به کار رفته در یکی از گروه‌های مطالعه، از نوع تمرینات ثبات مرکزی بود؛ از نظر گروه (های) مورد مقایسه،

محدودیتی برای تعداد این گروه‌ها و یا نوع مداخله به کار رفته (تمرینات رایج فیزیوتراپی، کینزیوتپ (نوار درمانی کشی)، بريس و ...) در نظر گرفته نشد. پیامد (متغیر وابسته) مورد نظر اندازه زاویه کاب بود. مدت دوره تمرینی، شدت اسکولیوز و تعداد انحنای ستون فقرات برای معیارهای ورود و خروج در نظر گرفته نشدند.

ارزیابی کیفیت مقالات

دو مرورگر (آخ و م ق) با استفاده از مقیاس PEDro (Physiotherapy Evidence Database) کیفیت مقالات را ارزیابی نمودند. این مقیاس دارای اعتبار مناسب در مطالعات بالینی و دارای یازده آیت مختلف می‌باشد؛ آیت اول امتیاز بندی ندارد و برای سایر آیتم‌ها پاسخ مثبت یک امتیاز محسوب می‌شود. براساس مجموع نمرات کسب شده، کیفیت مقالات به صورت ضعیف (0-4)، متوسط (5-7) و یا عالی (8-10) تعیین شد (35، 36) (جدول شماره 1).

لازم به یادآوری است که مقاله حاضر، گزارش بخشی از یک مطالعه جامع مرور نظام‌مند با موضوع اثربخشی تمرینات اصلاحی اختصاصی و عمومی در بهبود زاویه کاب در نوجوانان با اسکولیوز ایدیوپاتی است (1، 9).

یافته‌ها

تصویر شماره 3، جزییات روند بررسی و جستجو در پایگاه‌های داده و یافتن مقالات را نشان می‌دهد. از مجموع 268 مقاله به دست آمده از جستجوی اولیه، 227 مقاله نامربوط پس از غربالگری اولیه حذف و تعداد 41 مقاله پس از تایید کلی عنوان و چکیده انتخاب شد. در نهایت با توجه به معیارهای ورود و خروج، تعداد 7 مقاله با مجموع تعداد 297 شرکت‌کننده واجد شرایط برای انجام مرور نظام‌مند شناخته شدند (34، 42، 37) (فلوچارت شماره 1).

افراد با اسکولیوز متوسط (20° - 45°) مورد بررسی قرار گرفتند (42,39,37). آزمودنی‌های شش پژوهش شامل دختران و پسران (39-42,37,34) و یک پژوهش فقط شامل دختران بود (38). هم‌چنین میانگین سنی تقریبی نمونه‌ها در سه مطالعه 14 سال (42,40,37)، در سه مطالعه دیگر 12 سال (41,39,34) و در یک مطالعه 11 سال بود (38) (جدول شماره 2).

دوره‌های تمرینی

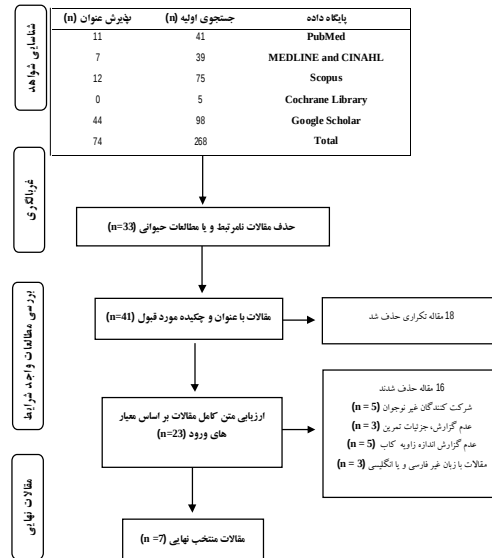
طول مدت دوره‌های تمرینی بین هشت هفته تا شش ماه متغیر بود. تنها در یک مطالعه تمرینات به مدت هشت هفته اجرا شد (38). در چهار مطالعه تمرینات به مدت 10 تا 12 هفته به طول انجامید (41,40,37,34) و در دو مطالعه دوره‌های تمرینی 4 ماهه (42) و 8 ماهه (39) بود. در دو مطالعه تمرینات در منزل و بدون نظارت مستقیم متخصص (39, 42) و در پنج مطالعه دیگر در کلینیک و تحت نظارت متخصص اجرا شد (41,40,38,37,34) (جدول شماره 2).

گروه‌های مورد ارزیابی و مداخلات

تعداد شش پژوهش دارای دو گروه (34, 37, 42-39) و یک پژوهش (38) دارای سه گروه تحت مطالعه بود. در همه مطالعات، در گروه مداخله تمرینات ثبات مرکزی اجرا شد و گروه مقایسه در سه مطالعه بدون مداخله (34, 37, 38) و در چهار مطالعه دیگر شامل تمرینات تخصصی شروت (Schroth) (40)، تمرینات تخصصی سیز (SEAS) (42)، تمرینات ترکیبی ثبات مرکزی و کینزیوتیپ (41) و مداخله بریس (39) بود (جدول شماره 2).

متغیرهای وابسته و ابزار مورد استفاده

اندازه زاویه کاب در شش مطالعه با استفاده از عکس رادیوگرافی و در یک مطالعه با روش فتوگرامتری (عکس برداری با دوربین) بررسی شد.



فلوجارت شماره 1: فرایند انتخاب مقالات

ارزیابی کیفیت مقالات

به‌طور کلی میانگین امتیاز کیفیت مقالات در مقیاس PEDro، 6/2 (معادل کیفیت متوسط) بود. از هفت مقاله به‌دست آمده، یک مقاله دارای کیفیت ضعیف (34)، پنج مقاله دارای کیفیت متوسط (37-41) و فقط یک مقاله دارای کیفیت عالی (42) بود. از میان این مقالات، سه مقاله (42,40,39) دارای نقطه قوت مشترک کورسازی ارزیاب‌ها بودند و یک مقاله (37) نیز کورسازی آزمودنی‌ها را مد نظر قرار داد. همه مقاله‌ها دارای نقطه ضعف عدم کورسازی درمانگران بودند (جدول شماره 1).

آزمودنی‌های مقالات

در مجموع 297 آزمودنی تحت مطالعه قرار گرفتند. مطالعه Güç و همکاران با 25 آزمودنی و دو مطالعه شبانی و Abd El-Hakim و همکارانشان هر کدام با 60 آزمودنی به ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین تعداد شرکت کننده را داشتند (41,38,37). در چهار مطالعه افراد با اسکولیوز خفیف (انحراف جانبی خفیف در ستون فقرات (10° - 25°) (34, 38, 40, 41) و در سه مطالعه دیگر

جدول شماره 1: ارزیابی کیفیت مقالات بر اساس مقیاس PEDro

نویسنده اول/ سال/ شماره و فرس	سطح کیفیت مقالات*	مجموع امتیازها**	واحد شرایط	تخصیص تصادفی	تخصیص نهایی	اندازه گیری پایه	کورسازی آزمودنی ها	کورسازی درمانگران	کورسازی ارزیاب ها	دوره پیگیری کافی	تحلیل به قصد درمان	مقایسه بین گروهی	بر آورد نقطه ای تغییر پذیری
Ko (2017) (34)	ضعیف	4	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+
Gür (2017) (37)	متوسط	7	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+
شانی (2017) (38)	متوسط	5	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+
Yagci (2019) (42)	عالی	8	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+
Gao (2019) (39)	متوسط	7	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+
Kocaman (2021) (40)	متوسط	7	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+
Abd El-Hakim (2022) (41)	متوسط	6	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+

* : ضعیف (امتیاز 0-4)، متوسط (امتیاز 5-7)، عالی (امتیاز 8-10).

** : آیتم واجد شرایط بودن، امتیاز بندی ندارد و برای سایر آیتم ها هر پاسخ مثبت یک امتیاز محسوب می شود.

جدول شماره 2: خلاصه مقالات منتخب برای مرور نظام مند* بر حسب اندازه اولیه زاویه کاب

نویسنده اول/ سال انتشار/ شماره و فرس	نوع مطالعه/ شدت اسکولیوز*	جنسیت و میانگین سنی آزمودنی ها/ نوع مداخله و تعداد نمونه ها	زمان بندی و نحوه اجرای تمرینات	متغیرهای وابسته و ابزار اندازه گیری	یافته ها
Gür / (2017) (37)	RCT (متوسط 40°-20°)	دختر و پسر (142/142) دو گروه: CSE (n=12) (تمرینات ثابت مرکزی) بدون مداخله (n=13)	10 هفته، دو جلسه در هفته، هر نوبت 60 دقیقه (تحت نظارت)	اندازه زاویه کاب (رادیو گرافی) چرخش ته (تست آدلر) (POTS) بشکلی در زیبایی ته (TAPS) کیفیت زندگی (SRS).	- کاهش معنادار زاویه کاب در گروه CSE (توراسیک از 35° به 28/45° و لومبار از 29° به 23/63°) - تغییر معنادار چرخش ته و دامنه درد پرسشنامه SRS در گروه CSE نسبت به کنترل (P<0/05) - عدم تفاوت معنادار در سایر متغیرها
شانی و محمدی / (2017) (38)	RCT (خفیف 20°-10°)	فقط دختر (11/03) دو گروه: 20 نفره: کششی قدرتی کششی قدرتی و CSE بدون مداخله	8 هفته، سه جلسه در هفته، هر نوبت بین 25 تا 40 دقیقه (تحت نظارت)	اندازه زاویه کاب (فوتو گرافی)	- کاهش معنادار زاویه کاب در گروه های تمرینی در مقایسه با گروه بدون مداخله (P<0/05). تغییرات در گروه CSE برجسته تر بود. - عدم تفاوت بین دو گروه تمرینی از نظر کاهش معنادار بالینی زاویه کاب (کاهش بیش از 6°)
Ko / (2017) (34)	Non-RCT (خفیف 20°-10°)	دختر و پسر (12/71) دو گروه: CSE (n=15) بدون مداخله (n=14)	12 هفته، سه جلسه در هفته، هر نوبت 60 دقیقه (تحت نظارت)	اندازه زاویه کاب (رادیو گرافی) انعطاف پذیری (تست نشستن و رسیدن) قدرت عضلات کمر (BiodexMedical Systems).	- کاهش معنی دار زاویه کاب در گروه CSE (توراسیک از 14/46° به 14/33° و لومبار از 15/95° به 15/21°) (P>0/001) - افزایش قابل توجه قدرت عضلات باز کننده و خم کننده پشت در گروه CSE (P>0/001)
Yagci / (2019) (42)	RCT (متوسط 45°-20°)	دختر و پسر (14 سال) دو گروه 15 نفره: CSE و پریس SEAS و پریس	4 ماه، روزانه 20 دقیقه (در خانه)	اندازه زاویه کاب (رادیو گرافی) چرخش ته (تست آدلر) (POTS) تفاوت خفگی ته (WRVAS) کیفیت زندگی (SRS)	- کاهش معنادار زاویه کاب در هر دو گروه (در گروه CSE از 19/29° به 14/95°) - عدم تغییر معنادار نمره کلی کیفیت زندگی در هر دو گروه و کاهش معنادار نمره دامنه درد در گروه CSE - تغییر معنادار سایر متغیرها در هر دو گروه
Gao / (2019) (39)	RCT (متوسط 40°-20°)	دختر و پسر (12/22) دو گروه: CSE (n=23) و پریس (n=22)	6 ماه، سه جلسه در هفته، هر نوبت 40 دقیقه (در خانه)	اندازه زاویه کاب (رادیو گرافی) استقامت عضلات ته (تست سورنس) عملکرد روی (اسپرومتری)	- کاهش معنادار زاویه کاب (از 29/13° به 24/26°) در گروه CSE با پریس در مقایسه با گروه پریس (P<0/05) - بهبود معنادار عملکرد روی و استقامت عضلات ستون فقرات در گروه پریس (P<0/05)
Kocaman / (2021) (40)	RCT (خفیف 25°-10°)	دختر و پسر (14/21) دو گروه 14 نفره: CSE تمرینات شروت	10 هفته، سه جلسه در هفته، هر نوبت 90 دقیقه (تحت نظارت)	اندازه زاویه کاب (رادیو گرافی) چرخش ته (تست آدلر) تحرک پذیری ستون فقرات (Spinal Mouse) قدرت عضلانی ته (Biodex System 4-Pro) ظاهر ته (WRVAS) کیفیت زندگی (SRS)	- میزان کاهش زاویه کاب در گروه تمرینات شروت در مقایسه با گروه CSE (توراسیک از 17/29° به 13/67° و لومبار از 15/17° به 12/33°) به طور معناداری بیشتر بود (P<0/05) - گروه CSE تغییرات معناداری از نظر قدرت عضلانی و چرخش ته در مقایسه با گروه تمرینات شروت نشان داد. - میزان تغییر سایر متغیرها در گروه تمرینات شروت بیشتر بود.
Abd El-Hakim / (2022) (41)	Non-RCT (خفیف 20°-10°)	دختر و پسر (12/91) دو گروه 30 نفره: CSE و کیتوپت CSE	12 هفته، چهار جلسه در هفته، هر نوبت 60 دقیقه (تحت نظارت)	اندازه زاویه کاب (رادیو گرافی) استقامت عضلات ته (تست سورنس) درد (VAS)	- کاهش معنادار زاویه کاب (از 19/29° به 14/95°) در گروه CSE با کیتوپت در مقایسه با گروه CSE (P<0/05) - بهبود معنادار سایر متغیرها در گروه CSE با کیتوپت در مقایسه با گروه CSE (P<0/05)

تمرینات ثبات مرکزی = [Core Stability Exercises (CSE)]، شاخص تقارن ته خلفی = [The Posterior Trunk Symmetry Index (POTS)]،

مقیاس ادراک ظاهر ته = [The Trunk Appearance Perception Scale (TAPS)]، انجمن تحقیقات اسکولیوز = [The Scoliosis Research Society's (SRS)]،

مقیاس ارزیابی بصری والتر رید = [The Walter Reed Visual Assessment Scale (WRVAS)]، مقیاس آنالوگ بصری درد = [The visual analogue scale (VAS)]،

کارآزمایی تصادفی کنترل شده = [Randomized Controlled Trial (RCT)]، رویکرد تمرینات علمی اسکولیوزیس = [The Scientific Exercises Approach to Scoliosis (SEAS)]،

تست فلکسیون رو به جلو آدامز = [The Adam's forward bend test] و تست نشستن و رسیدن = [The sit and reach test].

بحث

مطالعه مرور نظام‌مند حاضر با هدف بررسی اثربخشی تمرینات ثبات مرکزی در کاهش زاویه کاب نوجوانان دارای اسکولیوز ایدیوپاتیک اجرا شد. به طور کلی شواهد حاکی از تاثیر مثبت این تمرینات در پیشگیری از تشدید بیماری و بهبود یافتن بیماران است؛ اما با توجه به اینکه کیفیت مطالعات اولیه (34، 42-37) از نظر وجود خطر سوگیری در سطح متوسطی قرار دارد، میزان اطمینان به یافته‌های به دست آمده کامل نیست. از سوی دیگر این مطالعه حاوی نتایج تازه و تکمیل‌کننده شواهد علمی پیشین است که در ادامه شرح داده می‌شود.

انجمن بین‌المللی درمان ارتوپدی و توانبخشی اسکولیوز (SOSORT)، بهبود معنادار بالینی در فرد درگیر با اسکولیوزیس را به صورت کاهش بیش‌تر از 5 درجه زاویه کاب تعریف می‌کند (43، 44). طبق این تعریف، در چهار مطالعه اولیه بهبود معنادار بالینی گزارش شده است (37، 39، 41، 42) و در سه مطالعه اولیه هر چند از نظر معنی‌داری آماری اندازه زاویه کاب کاهش داشته، اما از نظر بالینی معنی‌دار نبود و میزان کاهش این زاویه کم‌تر از 5 درجه بود (34، 38، 40). البته لازم به یادآوری است که در یکی از این سه مطالعه، تغییرات زاویه کاب بسیار نزدیک به 5 درجه بود (40). در مطالعه Yagci و همکاران (2019) تغییرات معنادار و قابل توجه در کاهش زاویه کاب ($27/45^\circ$ به $22/05^\circ$) پس از چهار ماه تمرین گزارش شد و کیفیت مقاله مربوطه از نظر مقیاس PEDro عالی (دارای کم‌ترین خطر سوگیری) بود. نکته جالب توجه‌تر در پژوهش اشاره شده، موضوع مقایسه دو برنامه تمرینات ثبات مرکزی و تمرینات تخصصی SEAS و دلالت یافته‌های مربوطه بر برتری تمرینات ثبات مرکزی می‌باشد (42). به طور کلی با استنتاج از گزارش هفت مقاله تحت مرور نظام‌مند (34، 42-37) به ویژه مقاله Yagci (42)، شواهد علمی جدید با سطح متوسط مبنی بر اثربخشی تمرینات ثبات مرکزی در کاهش زوایای انحرافات جانبی ستون فقرات در نوجوانان اسکولیوتیک

به دست آمده که با نتایج دو مطالعه مروری پیشین اجرا شده توسط پژوهشگران Li و Gou همسویی دارد (25، 26). این در حالی است که با وجود مطالعات خالدی و Fan هنوز شواهد قابل اطمینان و محکمی در خصوص فرضیه اثربخشی کلی تمرینات اصلاحی (تمرینات عمومی و تخصصی اسکولیوزیس) ارائه نشده است (22، 44).

با توجه به پیچیدگی دفورمیتی اسکولیوزیس و تغییرات پاسچرال (وضعیت بدنی postural) گسترده ناشی از آن، روند بهبودی بسیار دشوار و زمانبر می‌باشد. به طور معمول سازگاری عصبی عضلانی و متعاقب آن اصلاح وضعیت پاسچرال پس از گذشت شش ماه تا یک سال رخ می‌دهد (45). این موضوع در نوجوانان با توجه به فرایند رشدی از اهمیت بیش‌تری برخوردار است و حتی متوقف نمودن پیشرفت انحنای غیرطبیعی ستون فقرات را می‌توان یک نقطه قوت و گام اول در شناسایی فواید یک روش تمرینی اصلاحی در نظر گرفت (9). در تایید این مطلب باید گفت که در هیچ کدام از مقالات منتخب، عدم تغییر زاویه کاب (حداقل از نظر معناداری آماری) گزارش نشده است (34، 42-37). بنابراین به نظر می‌رسد می‌توان تمرینات ثبات مرکزی را حداقل به عنوان یک راهکار پیشگیری از پیشرفت شدت دفورمیتی اسکولیوزیس پیشنهاد داد (25، 46).

طبق یافته‌های پژوهشی، بررسی الکترومیوگرافی عضلات ناحیه ستون فقرات حاکی از عدم تعادل عضلانی شدید البته بسته به شدت انحناء، در افراد دچار اسکولیوز ایدیوپاتیک است (47، 48). به طوری که ضعف و کاهش فعالیت عضلانی در سمت تفرع ستون فقرات و در مقابل افزایش فعالیت عضلانی در عضلات سمت تحدب دیده می‌شود (49). این تغییرات پاتولوژیک به ویژه در عضلات عمقی مانند مولتی فیدوس و پارااسپینال، ممکن است منجر به تغییر در کنترل حرکتی بخش تنه شده و هم‌چنین به دنبال اعمال نیروی نامتقارن در ستون فقرات، موجب رشد نامتعادل بدنه مهره‌ها، چرخش لگن و در نهایت پیشرفت اسکولیوز شود (25، 48).

تمرینات ثبات مرکزی بر کنترل و هماهنگی تنه متمرکز شده، نقش به سزای در افزایش قدرت و استقامت عضلات تنه و هماهنگی بین نواحی (segments) مختلف ستون فقرات و کمربند کمری لگنی دارند و بنابراین برای برقراری راستای پاسچرال مناسب و بهبود اختلالات اسکلتی عضلانی مانند کمردرد مفید هستند (50،29-31،27). با توجه به مطالب گفته شده، به نظر می‌رسد مکانیسم اصلی تاثیر تمرینات ثبات مرکزی بر کاهش زاویه کاب در نوجوانان اسکولیوتیک مربوط به برطرف نمودن عدم تعادل عضلانی باشد (49،4). نتایج تحقیقات الکترومیوگرافی اخیر نیز در راستای تایید این موضوع بوده اما مطالعات در این زمینه محدود است و بنابراین تصمیم‌گیری و قضاوت قطعی در ارتباط با اثربخشی این نوع تمرینات در بهبود اسکولیوز دوره نوجوانی مشکل می‌باشد (37-42،34).

بررسی تفاوت‌ها در نحوه اجرای مداخله در مطالعات اولیه انتخاب شده برای مرور نظام مند می‌تواند توجیهی برای تایید و انتخاب روش تمرینات ثبات مرکزی باشد. از نظر طول دوره تمرین، در پنج مطالعه علی‌رغم اجرای دوره‌های کوتاه مدت (بین هشت هفته تا سه ماه) نتایج نسبتاً قبل قبولی ارائه شده است (34،37،38،40،41). به‌طور مثال در مطالعه Gür و همکاران به دنبال انجام 10 هفته تمرینات ثبات مرکزی، کاهش معنادار زاویه کاب (در ناحیه توراسیک از 35° به $28/45^{\circ}$ و در ناحیه لومبار از 29° درجه به $23/63^{\circ}$) مشاهده شد. این یافته‌ها در حالی به دست آمدند که آزمودنی‌ها مداخلات تمرینی را تنها دو جلسه در هفته اجرا نمودند (37).

Abd El-Hakim و همکاران نیز به نتایج مشابهی رسیدند (کاهش زاویه کاب از $19/29^{\circ}$ به $14/95^{\circ}$). در مطالعه آن‌ها دوره تمرینی 12 هفته به طول انجامید (41). با توجه به کیفیت مطلوب این دو مطالعه از نظر کم بودن خطر سوگرایی، می‌توان با اطمینان نسبی بیش تری به یافته‌های این پژوهشگران استناد نمود (37،41).

یافته‌های دو مطالعه اشاره شده با نتایج مطالعات شبانی و محمدی (38)، Kocaman و همکاران (40) و Ko و Kang (34) در تضاد است، اما با نتایج دو مطالعه پژوهشگران Yagci (42) و Gao (39) با دوره‌های طولانی‌تر به ترتیب چهار و شش ماهه تمرینات ثبات مرکزی همسو می‌باشد. لازم به یادآوری است که در این دو مطالعه Gao و Yagci به یافته‌های قابل توجه‌تری نسبت به سایر مطالعات به دست آمد. نکته دیگر این که در سه مطالعه‌ای که تغییرات زاویه کاب کم‌تر از 5° درجه گزارش شد، آزمودنی‌ها در شروع کار آزمایی اسکولیوز خفیف (10° تا 25°) داشتند (34،38،40)؛ در حالی که در مطالعاتی که آزمودنی‌ها در شروع کار آزمایی اسکولیوز متوسط (20° تا 45°) داشتند، نتایج بهتر و امیدوارکننده‌ای به دست آمد (37،39،42).

با توجه به یافته‌های این مرور نظام‌مند، چند نکته حائز اهمیت است. اول اینکه به نظر می‌رسد اثربخشی دوره‌های تمرینی بلند مدت بیش‌تر باشد، دوم این که میزان تاثیر تمرینات ثبات مرکزی بر حسب شدت‌های مختلف اسکولیوز (خفیف، متوسط و شدید) متفاوت است (34،38،40) و نکته سوم تاثیر فاکتور سن بر میزان پاسخدهی به این تمرینات می‌باشد (22). دوره نوجوانی (18-10 سالگی) با طیف وسیعی از تغییرات اسکلتی عضلانی و هورمونی همراه بوده (51،52) و بنابراین ابهامات زیادی در خصوص اثربخشی تمرینات اصلاحی به طور کلی و تمرینات ثباتی به طور خاص، در هر گروه سنی از دوره نوجوانی وجود دارد (22). همواره این پرسش مطرح است که اثر بخشی این تمرینات در کدام مرحله ابتدایی یا انتهایی از دوره نوجوانی بیش‌تر است؟ مطالعات تکمیلی در آینده برای بررسی بیش‌تر و دقیق‌تر فرضیه‌های مطرح شده ضرورت دارد.

چندین محدودیت در مطالعه حاضر وجود داشت که می‌تواند بر اعتبار و تعمیم‌پذیری نتایج حاصله اثرگذار باشد: 1. دسترسی بسیار محدود به مقالات کار آزمایی بالینی تصادفی (به ویژه با کیفیت عالی) در

درمان کمکی برای کاهش زاویه کاب در نوجوانان دارای اسکولیوز ایدیوپاتیک مفید باشد؛ با این وجود شواهدی با سطح متوسط از این فرضیه حمایت می‌کند و انجام مطالعات دقیق و با کیفیت بالاتر برای تصمیم‌گیری بالینی نهایی در این خصوص ضرورت دارد. جدا از این که این تمرینات چقدر در اصلاح دفورمیتی اسکولیوز موثر است، حداقل می‌توان آن را برای پیشگیری از بدتر شدن دفورمیتی در سنین جهش رشد و دوره نوجوانی توصیه نمود.

ملاحظات اخلاقی

پژوهش حاضر از منظر موازین اخلاقی مورد تایید پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی قرار گرفته است (کد: IR.SSRC.REC.1400.108).

منابع مالی

این مقاله بر گرفته از رساله دکتری نویسنده اول، در گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی (بهداشت و طب ورزشی) دانشگاه تهران می‌باشد.

سپاسگزاری

از محققانی که مقالات آن‌ها به ما در ارائه نتایج این مطالعه کمک نمود بسیار قدردانی می‌نمایم.

ارتباط با اثربخشی تمرینات ثبات مرکزی بر اصلاح اسکولیوز ایدیوپاتیک نوجوانی، 2) عدم تفکیک نتایج تمرین و بريس در گزارش نتایج دو مطالعه اولیه Güir و Yagci که بررسی دقیقی و خالص اثرات تمرین را با مشکل مواجه ساخت (37، 42)، 3) عدم گزارش نتایج به تفکیک نوع جنسیت آزمودنی‌ها در بیش تر مقالات اولیه، 4) عدم تفکیک آزمودنی‌ها بر اساس اندازه زاویه کاب در بیش تر مطالعات اولیه که بنابراین امکان بررسی دقیق تر میزان اثربخشی تمرینات ثبات مرکزی بر حسب درجات مختلف انحراف جانبی ستون فقرات فراهم نشد، 5) به دلیل ناهمگنی مقالات اولیه از نظر ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها، نوع طراحی مطالعه، روش ارزیابی پیامد و روش‌های آماری، متاآنالیز انجام نشد.

پیشنهاد می‌شود پژوهشگران در مطالعات آتی ضمن توجه به محدودیت‌های اشاره شده، مداخله ترکیب تمرینات ثبات مرکزی با یکی از تمرینات تخصصی درمان اسکولیوز را مدنظر قرار دهند. همچنین با توجه به ماهیت پیشرونده اسکولیوز ایدیوپاتیک در سنین نوجوانی و دوره بلوغ، طراحی و کارآزمایی بالینی با گروه کنترل (بدون مداخله) و با دوره‌های تمرینی بیش تر از چهار ماه توصیه می‌شود.

تمرینات ثبات مرکزی روشی ایمن، در دسترس و با قابلیت اجرای آسان است و می‌تواند به عنوان یک

References

1. Khaledi A, Minoonejad H, Daneshmandi H, Akoochakian M, Gheitasi M. The Efficacy of Schroth Exercises on Improving Cobb angle, Trunk Rotation and Quality of Life in Adolescents Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review. s. J Rehab Med (Articles in Press) 2022.
2. Illés T, Tunyogi-Csapó M, Somoskeöy S. Breakthrough in three-dimensional scoliosis diagnosis: significance of horizontal plane view and vertebra vectors. Eur Spine J 2011; 20(1): 135-143.
3. Fortin C, Nadeau S, Labelle H. Inter-trial and test-retest reliability of kinematic and kinetic gait parameters among subjects with adolescent idiopathic scoliosis. Eur Spine J 2008; 17(2): 204-216.
4. Park Y, Ko JY, Jang JY, Lee S, Beom J, Ryu JS. Asymmetrical activation and asymmetrical weakness as two different mechanisms of adolescent idiopathic scoliosis. Scientific Reports 2021; 11(1): 1-9.
5. Koumbourlis AC. Scoliosis and the respiratory system. Paediatr Respir Rev 2006; 7(2): 152-160.

6. Mitsiaki I, Thirios A, Panagouli E, Bacopoulou F, Pasparakis D, Psaltopoulou T, et al. Adolescent Idiopathic Scoliosis and Mental Health Disorders: A Narrative Review of the Literature. *Children* 2022; 9(5): 597.
7. Burner III WL, Badger VM, Sherman FC. Osteoporosis and acquired back deformities. *J Pediatr Orthop* 1982; 2(4): 383-385.
8. Gheitani M, Imeri B, Khaledi A, Mozafaripour E. The Effect of Professional Sports Participation on Bone Content and Density in Elite Female Athletes. *Asian J Sports Med* 2022; 13(2): e119683.
9. Khaledi A, Minoonejad H, Daneshmandi H, Akoochakian M, Gheitani M. The Effectiveness of Schroth vs SEAS Exercise Methods for Correcting Idiopathic Scoliosis in Adolescents: A Systematic Review. *PTJ* 2022; 12(1): 1-12.
10. Wick JM, Konze J, Alexander K, Sweeney C. Infantile and juvenile scoliosis: the crooked path to diagnosis and treatment. *AORN J* 2009; 90(3): 347-380.
11. Konieczny MR, Senyurt H, Krauspe R. Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis. *J Child Orthop* 2013; 7(1): 3-9.
12. Karimian A, Rahmani N, Mohseni-Bandpei MA, Bassampour SA, Kiani A. Prevalence of scoliosis and associated risk factors in children and adolescents: a systematic review. *J Mazandaran Univ Med Sci* 2015; 25(130): 191-199 (Persian).
13. Boos N, Aebi M. Spinal disorders: fundamentals of diagnosis and treatment. *AJNR Am J Neuroradiol* 2009; 30(3): e44.
14. Kim H, Kim HS, Moon ES, Yoon C-S, Chung T-S, Song H-T, et al. Scoliosis imaging: what radiologists should know. *Radiographics* 2010; 30(7): 1823-1842.
15. Van Rooyen C, Du Plessis LZ, Geldenhuys L, Myburgh E, Coetzee W, Vermeulen N, et al. The effectiveness of Schroth exercises in adolescents with idiopathic scoliosis: A systematic review and meta-analysis. *S Afr J Physiother* 2019; 75(1): 904.
16. Alizade M, Gheitani M. fundamental concepts of corrective excercises. 1st ed. Tehran: Sport Science Research Institute of Iran publication; 2011.
17. Stokes IA, Spence H, Aronsson DD, Kilmer N. Mechanical modulation of vertebral body growth: implications for scoliosis progression. *Spine* 1996; 21(10): 1162-1167.
18. Rullander AC, Lundström M, Lindkvist M, Häggglöf B, Lindh V. Stress symptoms among adolescents before and after scoliosis surgery: correlations with postoperative pain. *J Clin Nurs* 2016; 25(7-8): 1086-1094.
19. Negrini S, Atanasio S, Fusco C, Zaina F. Effectiveness of complete conservative treatment for adolescent idiopathic scoliosis (bracing and exercises) based on SOSORT management criteria: results according to the SRS criteria for bracing studies-SOSORT Award 2009 Winner. *Scoliosis* 2009; 4(1): 1-12.
20. Gámiz-Bermúdez F, Obrero-Gaitán E, Zagalaz-Anula N, Lomas-Vega R. Corrective exercise-based therapy for adolescent idiopathic scoliosis: Systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil* 2021; 36(5): 597-608.
21. Laita LC, Kinesiologista CTC, Kinesiologistb TMG, Del Barrio SJ. Effects of corrective, therapeutic exercise techniques on adolescent idiopathic scoliosis. A systematic review. *Arch Argent Pediatr* 2018; 116(4): 582-589.
22. Khaledi A, Gheitani M, Akoochakian M, Bayattork M. The Best Therapeutic Exercise Methods based on Age, Cobb and Trunk Rotation Angle in Children and Adolescent

- Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review. Sport Sciences and Health Research 2021; 13(2).
23. Berdishevsky H, Lebel VA, Bettany-Saltikov J, Rigo M, Lebel A, Hennes A, et al. Physiotherapy scoliosis-specific exercises—a comprehensive review of seven major schools. Scoliosis Spinal Disord 2016; 11: 20.
 24. Tolo VT, Herring JA. Scoliosis-specific exercises: a state of the art review. Spine Deform 2020; 8(2): 149-155.
 25. Li X, Shen J, Liang J, Zhou X, Yang Y, Wang D, et al. Effect of core-based exercise in people with scoliosis: A systematic review and meta-analysis. Clin Rehabil 2021; 35(5): 669-680.
 26. Gou Y, Lei H, Zeng Y, Tao J, Kong W, Wu J. The effect of Pilates exercise training for scoliosis on improving spinal deformity and quality of life: Meta-analysis of randomized controlled trials. Medicine 2021; 100(39): e27254.
 27. Bayattork M, Khaledi A. Is Online Exercise at Home More Effective Than Hydrotherapy and Physiotherapy in Patients With Non-specific Chronic Low Back Pain? A Randomized Clinical Trial. PTJ 2022; 12(1): 51-60.
 28. Gheitasi M, Khaledi A, Daneshjoo A. The Effect of Combined Core Stability and Sensory-motor Exercises on Pain, Performance and Movement Fear in Retired Male Athletes with Non-specific Chronic Low Back Pain. JAP 2020; 11(1): 38-48.
 29. Akuthota V, Ferreiro A, Moore T, Fredericson M. Core stability exercise principles. Curr Sports Med Rep 2008; 7(1): 39-44.
 30. Huxel Bliven KC, Anderson BE. Core stability training for injury prevention. Sports Health 2013; 5(6): 514-522.
 31. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. Sports Med 2006; 36(3): 189-198.
 32. Park YH, Park YS, Lee YT, Shin HS, Oh M-K, Hong J, et al. The effect of a core exercise program on Cobb angle and back muscle activity in male students with functional scoliosis: a prospective, randomized, parallel-group, comparative study. J Int Med Res 2016; 44(3): 728-734.
 33. Park SW, Kwon J, Heo YC, Yu W. Effect of Core Stabilization Exercise on Cobb's Angle and Balance of Scoliosis Patients. Annals of RSCB 2021: 922-926.
 34. Ko KJ, Kang SJ. Effects of 12-week core stabilization exercise on the Cobb angle and lumbar muscle strength of adolescents with idiopathic scoliosis. J Exerc Rehabil 2017; 13(2): 244-249.
 35. Moseley AM, Herbert RD, Sherrington C, Maher CG. Evidence for physiotherapy practice: a survey of the Physiotherapy Evidence Database (PEDro). Aust J Physiother 2002; 48(1): 43-49.
 36. Khaledi A, Bayattork M, Gheitasi M. The Effectiveness of Exercise Therapy on Improving Pain and Functional Disability in Patients with Non-Specific Chronic Low Back Pain: A Systematic Review of English Clinical Trials. JAP 2020; 11(2): 89-107.
 37. Gür G, Ayhan C, Yakut Y. The effectiveness of core stabilization exercise in adolescent idiopathic scoliosis: A randomized controlled trial. Prosthet Orthot Int 2017; 41(3): 303-310.
 38. Shabani, Mohammadieh M. The effect of 8 weeks of stretching exercises, strength and core stability on scoliosis deformity of 9-13-year-old female students. Journal of Neyshabur Faculty of Medical Sciences 2017; 5(2): 47-56.

39. Gao C, Zheng Y, Fan C, Yang Y, He C, Wong M. Could the clinical effectiveness be improved under the integration of orthotic intervention and scoliosis-specific exercise in managing adolescent idiopathic scoliosis?: a randomized controlled trial study. *Am J Phys Med Rehabil* 2019; 98(8): 642-648.
40. Kocaman H, Bek N, Kaya MH, Büyükturan B, Yetiş M, Büyükturan Ö. The effectiveness of two different exercise approaches in adolescent idiopathic scoliosis: A single-blind, randomized-controlled trial. *PloS One* 2021; 16(4): e0249492.
41. Kamel IM, Elawh Moubarak EES, El-Nassag BA, Abd El-Hakim M, Abdulrahman RS. Effects of core stabilization exercise and kinesio taping on pain, Cobb angle and endurance of trunk muscles in children and adolescents with idiopathic scoliosis. *Curr Pediatr Res* 2022; 26(3): 1289-1296.
42. Yagci G, Yakut Y. Core stabilization exercises versus scoliosis-specific exercises in moderate idiopathic scoliosis treatment. *Prosthet Orthot* In 2019; 43(3): 301-308.
43. Richards BS, Bernstein RM, D'Amato CR, Thompson GH. Standardization of criteria for adolescent idiopathic scoliosis brace studies: SRS Committee on Bracing and Nonoperative Management. *Spine* 2005; 30(18): 2068-2075.
44. Fan Y, Ren Q, To MKT, Cheung JPY. Effectiveness of scoliosis-specific exercises for alleviating adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord* 2020; 21(1): 495.
45. Gheitasi M, Bayattork M, Mahdavi SM. Effect of a long-term corrective exercises with using brace on cobb angle and postural control of a girl with adolescence idiopathic scoliosis. *PTJ* 2019; 9(1): 59-68.
46. Gheitasi M, Pasandideh Z, Lordgouie M, Samavi M, Allafan N. Effect of eight-weeks pilates exercises on non-structural scoliosis deformity and improve balance in female students. *Journal of Applied Exercise Physiology* 2018; 13(26): 78-90.
47. Gheitasi M, Alizadeh MH, Rajabi R, Ebrahimi Takamjani E. Comparison of Three Methods of Routine, Self-correction, and Mixed Corrective Exercise on Lateral Curvature Degree in Non-Structural Scoliotic Subjects. *J Rehab Med* 2019; 8(1): 47-60.
48. Bachmann KR, Yaszay B, Bartley CE, Bastrom TP, Reighard FG, Upasani VV, et al. A three-dimensional analysis of scoliosis progression in non-idiopathic scoliosis: is it similar to adolescent idiopathic scoliosis? *Childs Nerv Syst* 2019; 35(9): 1585-1590.
49. Ko JY, Suh JH, Kim H, Ryu JS. Proposal of a new exercise protocol for idiopathic scoliosis: A preliminary study. *Medicine* 2018; 97(49): e13336.
50. Motallebi L, Mohseni Bandpei MA, Rahmani N. Effects of stabilization exercises on pain intensity, functional disability and cross sectional area of multifidus muscle in women with non-specific chronic low back pain. *J Mazandaran Univ Med Sci* 2013; 23(100): 11-19 (Persian).
51. Silva RTE, Fernandes RJR, Ono AHDA, Marcon R, Cristante AF, Barros TEPD. Role of different hormones in the pathogenesis and severity of adolescent idiopathic scoliosis. *Acta Ortop Bras* 2017; 25(1): 15-17.
52. Stokes IA, Mente PL, Iatridis JC, Farnum CE, Aronsson DD. Enlargement of growth plate chondrocytes modulated by sustained mechanical loading. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84(10): 1842-1848.