

تأثیر تمرین‌های کلیستنیکس (Calisthenics) بر ثبات مرکزی، قدرت عضلانی، تعادل و حس عمقی تنه نوجوانان پسر

چکیده:

پیش‌زمینه: تمایل برای انجام فعالیت بدنی در اوایل نوجوانی کمتر می‌شود، لذا فعالیت بدنی سازمان یافته در مدرسه نقش اساسی در ارتقای سلامت و رشد جسمانی مناسب دانش‌آموزان ایفا می‌کند.

هدف: میزان تأثیر هشت هفته تمرینات کلیستنیکس (Calisthenics) بر ثبات مرکزی، قدرت عضلانی، تعادل و حس عمقی نوجوانان پسر، هدف این بررسی بود.

روش‌ها: ۴۰ دانش‌آموز پسر ۱۵ تا ۱۸ ساله در شهر زواره، از بین داوطلبان به عنوان نمونه انتخاب و به صورت تصادفی به دو گروه تمرین‌های کلیستنیکس (۲۰ نفر) و کنترل (۲۰ نفر) تقسیم شدند. گروه تمرین به مدت هشت هفته، هفته‌ای سه روز و به مدت ۶۰ دقیقه تمرین‌های کلیستنیکس را انجام دادند. قبل و بعد از دوره تمرینی، تعادل ایستا، ثبات مرکزی، قدرت عضلانی و حس عمقی آزمودنی‌ها به ترتیب با استفاده از آزمون تعادل استوک، تست مک‌گیل، آزمون پرس سینه، پارویی و پرس پا و خطای بازسازی زاویه ۴۵ درجه فلکشن تنه اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: نتایج آزمون t مستقل نشان داد، انجام هشت هفته تمرین‌های کلیستنیکس تأثیر معنی‌داری در افزایش تعادل ایستا ($p < 0.001$)، حس عمقی تنه ($p < 0.001$)، ثبات مرکزی در حالت خم کردن تنه ($p < 0.05$) و قدرت عضلات در آزمون پارویی و پرس پا ($p < 0.05$) داشته است.

نتیجه‌گیری: در مجموع، یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که پس از انجام یک دوره هشت هفته‌ای تمرینات کلیستنیکس، حس عمقی، ثبات مرکزی در حالت خم شدن، قدرت عضلانی و تعادل ایستا در نوجوانان بهبود می‌یابد، لذا این نوع تمرین‌ها می‌تواند به عنوان یک جایگزین مناسب شیوه تمرینی در مدارس استفاده شود.

واژگان کلیدی: ثبات مرکزی، قدرت عضلانی، تمرینات ورزشی، کلیستنیکس

دریافت مقاله: ۴ ماه قبل از چاپ؛ پذیرش مقاله: ۱ ماه قبل از چاپ.

امین دولابی تلک آبادی،^۱ دکتر سمیه مؤمنی،^۲ دکتر فرزانه موثقی،^۳ دکتر زهرا همتی فارسانی^۴

مقدمه

نوجوانی یک دوره گذار - رشدی بین کودکی و بزرگسالی است و یکی از مهمترین دوره‌های رشد و تکامل انسان محسوب می‌شود. با توجه به آمار سازمان جهانی بهداشت، بیش از ۸۰ درصد جمعیت نوجوانان جهان از نظر جسمی فعالیت کافی ندارند^(۱). فعالیت بدنی سازمان‌یافته در مدارس نقش اساسی در ارتقای سلامت و رشد جسمانی مطلوب دانش‌آموزان دارد. به ویژه در اوایل نوجوانی، زمانی که دانش‌آموزان تمایل کمتری به انجام فعالیت بدنی دارند، فعالیت بدنی نقش مهمی ایفا می‌کند^(۲). کنترل قامت و ثبات، جزء مهارت‌های حرکتی بنیادی است و پایه‌ای برای کارهای روزمره و فعالیت‌های ورزشی محسوب می‌شود^(۳). این شاخص کنترل عصبی-عضلانی از دو طریق تعادل ایستا و پویا قابل ارزیابی است^(۴). حفظ و بهبود تعادل نقش مهمی در پیشگیری از اختلالات حرکتی دارد و پیروی از یک سیستم کنترل قامتی توسعه‌یافته برای اجرای موفقیت‌آمیز فعالیت‌های روزمره و فعالیت‌های مرتبط با ورزش ضروری است. بهبود در کنترل قامت را می‌توان در تمام سنین از طریق تمرین بدنی به دست آورد^(۵).

کنترل قامت و تعادل، تابع تعامل بین سیستم‌های عصبی و اسکلتی عضلانی است. مؤلفه‌های سیستم عصبی درگیر در کنترل قامت شامل فرآیندهای حرکتی مانند سینرژی عصبی عضلانی و فرآیندهای حسی مانند سیستم‌های دهلیزی، بینایی و حس عمقی است. به عبارت دیگر، کنترل قامتی از طریق تعامل نزدیک و پیچیده بین ورودی‌های حسی و پاسخ‌های حرکتی مناسب، از جمله کنترل سیستم حرکتی و قدرت عضلانی کارآمد به دست می‌آید^(۶). سیستم حس عمقی ترکیبی از حس موقعیت مفصل، حس حرکت و توانایی حس تغییر نیرو در بدن است^(۷) و بازخوردهایی در راستای اندام‌های محوری و ضمیمه‌ای فراهم می‌کند. از طرف دیگر قدرت عضلانی یکی از موارد تعیین کننده اساسی در عملکرد ورزشی است و افزایش آن تأثیرات مثبتی بر توسعه نیرو، توان، بهبود عملکرد پرش، دوی سرعت و استقامت نوجوان دارد^(۸). قدرت عضلات مرکزی و ثبات مرکزی جزء ضروری و حیاتی بسیاری از ورزش‌ها و فعالیت‌های روزمره محسوب می‌شود. از نظر آناتومیکی، مرکز بدن را می‌توان به عنوان یک جعبه عضلانی

۱. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه پیام نور تهران، ایران.
۲. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد سپیدان، دانشگاه آزاد اسلامی، سپیدان، ایران.
۳. گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران.

نویسنده مسئول:

سمیه مؤمنی

Email:
dr.momeni@pnu.ac.ir

طول تمرین وجود نداشت^(۲۱). در زمینه تأثیر تمرین‌های کلیستنیکس بر متغیرهای ذکر شده در گروه سنی نوجوان جای تحقیق و بررسی بیشتری وجود دارد. لذا در تحقیق حاضر به دنبال پاسخ به این سؤال بودیم که آیا انجام هشت هفته تمرین‌های کلیستنیکس بر ثبات مرکزی، قدرت عضلانی، تعادل و حس عمقی تنهٔ پسران دانش‌آموز دبیرستانی دورهٔ دوم شهر زواره تأثیر معنی‌داری دارد؟

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع مطالعات نیمه‌تجربی و به صورت طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون بود و پس از کسب مجوز اخلاقی از کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه پیام نور (IR.PNU.REC.1401.470) انجام شد.

آزمودنی‌ها:

جامعهٔ آماری پژوهش حاضر را دانش‌آموزان پسر مقطع متوسطه شهر زواره با ردهٔ سنی ۱۵ تا ۱۸ سال تشکیل دادند. حجم نمونه بر اساس مطالعات مشابه قبلی با در نظر گرفتن سطح خطای نوع اول برابر با ۰/۰۵ و توان آزمون برابر با ۰/۸، با استفاده از نرم افزار (NCSS (PASS)، در هر گروه ۱۶ نفر به دست آمد. با در نظر گرفتن امکان ریزش آزمودنی در مراحل تحقیق، از بین ۷۲ داوطلب شرکت در تحقیق، ۴۰ نفر به روش نمونه‌گیری تصادفی انتخاب و به دو گروه کنترل (۲۰ نفر) و تمرین کلیستنیکس (۲۰ نفر) تقسیم شدند. معیار ورود به تحقیق شامل سن و جنسیت آزمودنی‌ها و برخورداری از سلامت کامل جسمی و روانی و رضایت آگاهانه برای ورود به تحقیق بود و معیارهای خروج از تحقیق شامل تجربه تمرین‌های قدرتی حداقل ۶ ماه قبل از انجام مطالعه، مصرف مکمل‌های رژیمی حداقل ۳ ماه قبل از تمرین، سابقه وجود ضایعاتی از قبیل شکستگی، پارگی و آسیب‌دیدگی رباط در اندام تحتانی، سابقه وجود اختلالات عصبی از قبیل دیابت، نوروپاتی، میوپاتی و مالتیپل اسکلروزیس بود. آزمودنی‌ها پس از آگاهی کامل در مورد نحوهٔ اجرای آزمون و تکمیل رضایت‌نامهٔ کتبی توسط خود و والدین‌شان وارد تحقیق شدند.

روش جمع‌آوری اطلاعات

آزمودنی‌های گروه تمرین کلیستنیکس به مدت هشت هفته، هر هفته سه جلسه به مدت یک ساعت تمرین‌های کلیستنیکس را انجام دادند. قبل از شروع تمرین، دستورالعمل‌های مناسب در مورد نحوهٔ اجرای هر آزمون برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد. طبق پروتکل برنامه تمرینی، هر جلسه تمرینی با ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی (راه رفتن و جاگینگ) شروع و سپس با ۴۰ دقیقه برنامهٔ تمرینی متشکل از تمرین‌های کلیستنیکس ادامه می‌یافت. در پایان هر جلسه، ۱۰ دقیقه سرد کردن (راه رفتن، جاگینگ و حرکات کششی) انجام می‌شد.

با عضلات شکمی در جلو، پارا اسپینال و سرینی در پشت، دیافراگم به عنوان سقف، و عضلات کف لگن و کمر بند لگن به عنوان پایین توصیف کرد^(۱۰). از لحاظ عملکردی، مرکز بدن را می‌توان به عنوان یک زنجیرهٔ کینتیکی در نظر گرفت که انتقال گشتاورها و تکانهٔ زاویه‌ای بین اندام تحتانی و فوقانی را تسهیل می‌کند و برای فعالیت‌های ورزشی خاص و روزمره در گروه‌های سنی مختلف اهمیت اساسی دارد^(۱۱).

از تمرین‌های قدرتی می‌توان به عنوان روشی جذاب برای جذب دانش‌آموزان نوجوان برای شرکت فعالانه در کلاس‌های تربیت بدنی و افزایش پایبندی به برنامه‌های تمرین بدنی استفاده کرد. یکی از انواع تمرین‌های کاربردی و کم‌هزینه قدرتی که می‌تواند منجر به بهبود سیستم عصبی-عضلانی در کودکان و نوجوانان شود تمرین‌های کلیستنیکس^۱ است^(۱۲).

تمرین‌های کلیستنیکس تمرین‌های حرکتی ریتمیکی هستند که بر اساس وزن بدن فرد و با حداقل تجهیزات انجام می‌شود و به دلیل فعال شدن انواع مختلف گروه‌های عضلانی و بهبود هماهنگی و حس عمقی در توانبخشی و تمرین‌های ورزشی استفاده می‌شود^(۱۳،۱۴). به نظر می‌رسد تمرین‌های کلیستنیکس ابزاری مفید و ایمن برای بهبود و حفظ قدرت عملکردی، استقامت عضلات، هماهنگی و انعطاف‌پذیری باشد^(۱۵).

علی‌رغم فواید ذکر شده در خصوص این نوع تمرین‌ها، بررسی‌های ما نشان داد که تحقیق مشابه در داخل بسیار اندک و در تحقیقات خارجی بیشتر به بحث ترکیب بدن متعاقب این نوع تمرین پرداخته شده است. برای مثال در زمینه تأثیر تمرین‌های کلیستنیکس بر تعادل جنس^۲ (سال ۲۰۲۰) و پانیهار و رانی^۳ (سال ۲۰۲۲) نشان دادند تمرین کلیستنیکس منجر به بهبود معنی‌دار تعادل می‌شود^(۱۶،۱۷). بر خلاف این یافته‌ها، نتایج اسلان و لیوانلی اوغلو^۴ (سال ۲۰۰۳) حاکی از عدم تأثیر معنی‌دار در تعادل متعاقب تمرین کلیستنیکس بود^(۱۸). در زمینه اثر تمرین کلیستنیکس بر قدرت عضلانی نتایج برخی تحقیقات نشان دهندهٔ بهبود قدرت ایزوکینتیک عضلات پا^(۱۹) و بهبود شنای سوئدی و بارفیکس^(۲۰) بود. بر خلاف آن، در تحقیق گوارا^۵ و همکاران (سال ۲۰۱۹)، تغییرات قابل توجهی در عملکرد پرتاب توپ مدیسن و پرش افقی^(۱۲) و در تحقیق توماس و همکاران (سال ۲۰۱۷) بهبودی در قدرت گرفتن دست نشان داده نشد^(۲۰).

یافته‌های ما نشان می‌دهد که در زمینه اثر تمرین‌های کلیستنیکس بر ثبات مرکزی تحقیقی صورت نگرفته و در زمینه حس عمقی تنها تحقیقی که انجام شده در زنان ۲۵ تا ۵۰ سال بوده است که حس عمقی بین ۳ گروه تمرین کلیستنیکس، تمرین پيلاتس و کنترل، مقایسه شده بود و هیچ تفاوتی در مقدار حس عمقی در هیچ گروهی در

1. Calisthenics.
2. H. Genç.
3. Panihar & Rani.
4. Aslan & Livanelioğlu.
5. Guerra.

6. Jogging (دویدن آهسته).

جدول ۱: پروتکل ۸ هفته تمرین‌های کلیستنیکس (Calisthenics)								
حرکات	هفته اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
	تکرار×ست	تکرار×ست	تکرار×ست	تکرار×ست	تکرار×ست	تکرار×ست	تکرار×ست	تکرار×ست
دراز و نشست	۲×۱۰	۲×۱۵	۲×۲۰	۲×۲۵	۳×۲۵	۳×۳۰	۳×۳۰	۳×۳۵
اسکات	۲×۱۰	۳×۱۵	۴×۱۵	۴×۲۰	۵×۲۰	۵×۲۵	۶×۲۵	۶×۲۵
پل	۲×۱۰	۲×۱۵	۳×۱۵	۳×۲۰	۳×۲۵	۳×۲۵	۳×۳۰	۳×۳۰
شنای پایک ^۱	۲×۱۰	۲×۱۰	۳×۱۰	۳×۱۰	۴×۸	۴×۸	۵×۸	۵×۸
پلانک (ثانیه)	۲×۱۵	۲×۱۵	۳×۲۰	۳×۲۰	۳×۳۰	۳×۳۰	۴×۴۰	۴×۴۵
پای کوهنورد ^۲	-	-	۲×۱۲	۲×۱۵	۳×۲۰	۳×۲۵	۳×۲۵	۳×۳۰
پلانک پهلو (ثانیه)	-	-	۲×۱۵	۲×۱۵	۳×۲۰	۳×۲۰	۳×۳۰	۳×۳۰
شنا قدرتی	-	-	۲×۱۰	۲×۱۰	۳×۱۲	۴×۱۰	۵×۱۰	۶×۱۰
پرش جک ^۳	-	-	۲×۱۰	۲×۱۰	۲×۱۲	۳×۱۲	۳×۱۵	۳×۲۰
دیپ باکس ^۴	-	-	-	-	۳×۱۲	۴×۱۲	۵×۱۵	۶×۱۵
راه رفتن روی دیوار ^۵	-	-	-	-	-	۲×۱۰	۳×۱۲	۳×۱۵
	۱. Pike Pushup	۲. Climber Mountain	۳. Plyo Jacks	۴. Dip box	۵. Wall-Walk			

تمرین‌ها شامل ۱۱ حرکت بود (شکل ۱) که به تدریج تعداد ست و تکرار، افزایش و تمرین‌های جدید در برخی هفته‌ها اضافه می‌شد^(۲۳،۲۴). استراحت بین ست‌ها ۳۰ تا ۹۰ ثانیه و استراحت بین حرکات تا ۱۲۰ ثانیه بود (جدول ۱)^(۲۳). قبل و هشت هفته پس از اتمام دوره تمرین قدرت عضلانی، تعادل ایستا، حس عمقی تنه و ثبات مرکزی از طریق آزمون‌های مربوطه مورد ارزیابی قرار گرفتند.

قدرت عضلانی

در سنجش قدرت عضلات از آزمون پرس پا (ارزیابی قدرت عضلات چهار سر ران، سرینی و ناحیه کمر)، آزمون پرس سینه (ارزیابی قدرت عضلات سینه‌ای)، و آزمون پارویی (ارزیابی قدرت عضلات پستی بزرگ) استفاده شد که با دستگاه‌های بدنسازی ساخت ایران مدل اینپارس اندازه‌گیری شدند. میزان قدرت بیشینه آزمودنی‌ها، یک هفته قبل از شروع دوره تمرین‌های مقاومتی و پس از آشنایی آزمودنی‌ها با نحوه اجرای حرکات مقاومتی، سه بار با استفاده از آزمون یک تکرار بیشینه و معادله برزیسکی^۷ تعیین شد^(۲۴،۲۳).

معادله برزیسکی:

$$\text{load} \div [1.0278 - (0.0278 \times \text{Number of repetitions})]$$

تعادل ایستا

برای سنجش تعادل از آزمون تعادل ایستا استورک با چشمان باز استفاده شد. این آزمون، در سنجش تعادل ایستا معتبر بوده و زمان غیرنرمال تست ایستادن تک پا با چشم باز نشان‌دهنده نوروپاتی محیطی و لنگش متناوب است^(۲۵).

در این آزمون، آزمودنی بدون کفش روی سطح صاف می‌ایستاد، دست‌ها را روی مفصل ران می‌گذاشت، سپس پای غیرتکیه‌گاه را مجاور زانو











حس عمقی تنه

برای اندازه‌گیری میزان حس عمقی تنه از آزمون خطای بازسازی فلکشن ۴۵ درجه تنه استفاده شد. حس عمقی تنه به وسیله گونیامتر ستون فقرات اندازه‌گیری شد. آزمون حس عمقی تنه به صورت بازسازی در وضعیت ۴۵ درجه خم شدن از حالت قائم ایستاده انجام شد (روش نیوکومر^۸). تمامی ارزیابی‌ها توسط یک آزمونگر در پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام شد. روش انجام آزمون به این صورت بود که ابتدا آزمودنی دست‌ها رابه صورت ضربدری در جلوی سینه قرار می‌داد. جهت حذف حرکات اندام تحتانی، پاهای افراد تا نزدیکی ران با کش‌های مخصوصی که بدین منظور تهیه شده بود، بی‌حرکت می‌شد، سپس گونیامتر (مدل EA8161، شرکت MSD، بلژیک) مخصوص ستون فقرات در موازات مهره اول کمر قرار می‌گرفت. مرکز گونیامتر در قسمت ستیغ خاصه قرار داده می‌شد. برای شروع آزمون از آزمودنی خواسته شد با چشمان باز و حفظ سر و گردن در حالت طبیعی، با سرعت نسبتاً ثابت،

8. Newcomer method.

7. Brzycki.

شکل ۱. حرکات تمرین کلیستنیکس (Calisthenics)

پای کوهنورد	پلاتک	شنای پایک	پل	اسکات	دراز و نشست
					
	راه رفتن روی دیوار	دیپ باکس	پرش جک	شنا قدرتی	پلاتک پهلو
					

روش تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم افزار SPSS (نسخه شماره ۱۹) در دو بخش توصیفی و استنباطی انجام گرفت. پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک، از آزمون t مستقل برای مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون بین دو گروه به منظور بررسی فرضیه‌های تحقیق استفاده شد. حداقل سطح معنی‌داری در آزمون فرضیه‌های مربوطه ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها در جدول ۲ ارائه شده است. قبل از تعیین نوع آزمون مورد استفاده برای تحلیل داده‌ها، نرمال بودن توزیع متغیرها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک در سطح معنی‌داری (p < ۰/۰۵) در ۲ گروه مورد بررسی قرار گرفت. دو گروه از لحاظ تمام متغیرها توزیع طبیعی داشتند. بنابراین برای تعیین تغییرات متغیرها قبل و پس از دوره تمرینی از آزمون پارامتریک t مستقل استفاده شد. نتایج آزمون t مستقل برای مقایسه میزان ثبات مرکزی تنه پس از هشت هفته تمرین‌های کلیستنیکس نشان داد که بین دو گروه انجام تمرین‌های کلیستنیکس و گروه کنترل از نظر متغیر میزان ثبات مرکزی تنه در حالت جانبی و باز کردن تنه تفاوت معنی‌داری وجود

تنه را از حالت قائم ایستاده خم کند و پس از رسیدن به زاویه ۴۵ درجه این وضعیت را پنج ثانیه نگه دارد. سپس به وضعیت ایستاده برمی‌گشت و بعد از گذشت ۱۵ ثانیه با چشمان بسته این زاویه را بازسازی می‌کرد. بازسازی زاویه ۴۵ درجه سه بار تکرار می‌شد. میانگین مقدار خطا نسبت به زاویه ۴۵ درجه در سه تکرار به عنوان مقدار خطای بازسازی ثبت می‌شد.^(۲۷)

ثبات مرکزی

برای ارزیابی میزان ثبات مرکزی از آزمون مک گیل استفاده شد. ضریب پایایی گزارش شده برای این آزمون حدود ۰/۹۷ است و شامل چهار قسمت خم کردن تنه^۹، باز کردن تنه^{۱۰} و پل‌های طرفی راست و چپ (آزمون عضلات جانبی^{۱۱}) است. در این آزمون ناحیه مرکزی بدن به چهار بخش جلو، پشت، چپ و راست تقسیم می‌شود و توانایی این بخش‌ها به صورت مجزا مورد سنجش قرار می‌گیرد. در پژوهش حاضر از یک کرنومتر جهت ثبت مدت زمان حفظ وضعیت ایزومتریک توسط آزمودنی‌ها در سه حالت خم کردن تنه، باز کردن تنه و پل طرفی راست (سمت برتر) استفاده شد. در بین هر آزمون، حداقل پنج دقیقه استراحت تعیین شد.^(۲۸)

9. Trunk flexor test.
10. Trunk extensor test.
11. Lateral musculature test.

جدول ۲. ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها

ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها (میانگین ± انحراف معیار)						
گروه	تعداد	شاخص	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)
کنترل	۲۰		۰ ± ۱۷/۸۸	۱۷۲/۳ ± ۱۰/۲۱	۶۴/۶ ± ۴۲/۵۴	۲۱/۱ ± ۷۳/۹۷
تمرین‌های کلیستنیکس (Calisthenics)	۲۰		۱۷/۱ ± ۲۴/۰۳	۱۷۳/۲ ± ۵۵/۲۸	۶۷/۶ ± ۴۵/۳۲	۲۲/۱ ± ۳۷/۷۹
مقایسه میانگین‌ها	T		-۰/۷۸۵	-۱/۶۴	-۱/۴۸	-۱/۰۶
	p		۰/۴۳۷	۰/۱۰۸	۰/۱۴۶	۰/۲۹۲

انعطاف‌پذیری را با استفاده از وزن بدن با حرکاتی مانند خم شدن، چرخش، جهش و سایر حرکاتی از این قبیل که تمامی گروه‌های عضلانی قسمت‌های مختلف بدن را درگیر می‌کند، افزایش می‌دهد^(۱۷).

از طرفی، عضلات مرکزی از جمله عضلات عرضی شکم، مولتی فیدوس، دیافراگم و عضلات کف لگن در ثبات ستون فقرات نقش دارند و نشان داده شده است که انجام تمرین‌های قدرتی عضلات شکم، ثبات در ستون فقرات ناحیه کمری را افزایش داده است لذا در تبیین این یافته می‌توان بیان کرد که با توجه به اینکه در تمرین‌های کلیستنیکس انجام شده در تحقیق حاضر حرکات دراز و نشست، پل، پای کوهنورد، پلانک از پهلو، شنای قدرتی و دیپ انجام شده است، و این حرکات بر استقامت و قدرت عضلات مرکزی مؤثر بوده است، لذا بهبود ثبات مرکزی ناشی از بهبود قدرت، استقامت و عملکرد عصبی-عضلانی بهتر، در عضلات درگیر در ناحیه مرکزی بوده است.

همچنین یافته‌های تحقیق نشان داد که انجام هشت هفته تمرین‌های کلیستنیکس می‌تواند قدرت عضلات را در آزمون‌های پارویی و پرس پا افزایش دهد. نتیجه این تحقیق با برخی تحقیقات انجام شده مبنی بر افزایش قدرت متعاقب تمرین کلیستنیکس همسو بود^(۱۲، ۱۹، ۲۰، ۲۹). هر چند برای سنجش قدرت از عضلات متفاوت و آزمون‌های متفاوتی در این تحقیقات استفاده شده بود. به علت انجام تمرین‌های چند مفصلی در تمرین کلیستنیکس به نظر می‌رسد بهبود قدرت به دلیل بهبود هماهنگی و همچنین تغییرات ناشی از تمرین در فعال‌سازی عصبی سریع واحد حرکتی ناشی از رفلکس یا حالت ارادی باشد^(۱۵، ۱۳). از آنجایی که هیپرتروفی عضلانی نقش کمتری در افزایش قدرت پس از هشت هفته فعالیت بدنی دارد، افزایش قدرت از طریق سازگاری عصبی - عضلانی در این تمرین‌ها به دست آمده است. تغییرات در فعال‌سازی عصبی عضلانی، شامل تغییراتی است که هم در هماهنگی درون عضلانی و هم در هماهنگی بین عضلانی رخ می‌دهد^(۳۰). چنین سازگاری‌هایی ممکن است شامل کاهش فعال شدن عضلات آنتاگونیست، بهبود هماهنگی عضلات سینرژیک^{۱۲} و افزایش حرکت

ندارد ($p > 0.05$)، اما در حالت خم شدن تنه این تفاوت معنی‌دار بود ($p < 0.05$). لذا تمرین‌های کلیستنیکس اثر معنی‌داری بر بهبود و افزایش ثبات مرکزی (۳۱ درصد) در حالت خم کردن تنه نوجوانان پسر ۱۵ تا ۱۸ ساله داشته است. (جدول ۳)

نتایج آزمون t مستقل برای مقایسه میزان قدرت عضلات بالاتنه و پایین‌تنه پس از ۸ هفته تمرین‌های کلیستنیکس نشان داد بین دو گروه انجام تمرین‌های کلیستنیکس و گروه کنترل از نظر متغیر میزان قدرت بالاتنه در آزمون پرس سینه عدم تفاوت معنی‌دار ($p > 0.05$) اما در آزمون پارویی ($p < 0.05$) و آزمون قدرت پایین‌تنه (پرس پا) تفاوت معنی‌داری وجود داشت و میزان بهبود در گروه تمرین به ترتیب ۲۴ و ۲۱/۸۳ درصد بود ($p < 0.05$) (جدول ۴).

با توجه به نتایج آزمون t مستقل میزان حس عمقی تنه پس از ۸ هفته تمرین‌های کلیستنیکس، بین دو گروه تمرین‌های کلیستنیکس و گروه کنترل تفاوت معنی‌داری داشت ($p = 0.016$). لذا انجام ۸ هفته تمرین‌های کلیستنیکس اثر معنی‌داری بر کاهش خطای بازسازی زاویه و در نتیجه بهبود (۲۶/۴ درصد) و افزایش حس عمقی تنه پسران ۱۵ تا ۱۸ ساله داشته است (جدول ۶).

اندازه اثر با استفاده از فرمول دی‌کوهن محاسبه و در جداول گزارش شد. مقدار $d = 0.2$ به عنوان اندازه اثر کوچک، 0.5 به عنوان اندازه اثر متوسط و 0.8 به عنوان اندازه اثر بزرگ در نظر گرفته شد^(۱۷).

بحث

این مطالعه با هدف تعیین میزان تأثیر هشت هفته تمرین‌های کلیستنیکس بر ثبات مرکزی، قدرت عضلانی، تعادل ایستا و حس عمقی تنه نوجوانان پسر ۱۵ تا ۱۸ ساله شهر زواره انجام شد.

یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که انجام هشت هفته تمرین‌های کلیستنیکس ثبات مرکزی در حالت خم شدن تنه را در نوجوانان افزایش می‌دهد. به طور کلی تمرین‌های کلیستنیکس شامل حرکات ریتمیک ساده و انقباضات کوتاه مدت عضلانی است که قدرت عضلانی و

12. Synergist.

جدول ۳. نتایج آزمون t مستقل میزان ثبات مرکزی آزمودنی‌ها قبل و ۸ هفته پس از تمرین‌های کلیستنیکس (Calisthenics) در دو گروه کنترل و تمرین

متغیر	زمان	فاصله اطمینان ۹۵ درصد		مقدار t	معنی‌داری	اختلاف میانگین‌ها	اندازه اثر Cohen's d
		بالا	پایین				
میزان ثبات مرکزی جانبی	پیش آزمون	۱۳/۸۱	-۲/۱۱	۱/۴۸۷	۰/۱۴۵	۵/۸۵	۰/۴۷
	پس آزمون	۵/۱۱	-۱۰/۰۱	-۰/۶۵۶	۰/۵۱۶	-۲/۴۵	۰/۲۳
میزان ثبات مرکزی خم کردن تنه	پیش آزمون	۲۲/۳۳	-۸/۱۳	۰/۹۴۴	۰/۳۵۱	۷/۱۰	۰/۲۹
	پس آزمون	-۵/۱۸	-۳۳/۲۱	-۲/۷۷۴	۰/۰۰۹*	-۱۹/۲	۰/۸۷
میزان ثبات مرکزی باز کردن تنه	پیش آزمون	۲۱/۱۸	-۶/۸۸	۱/۰۳۲	۰/۳۰۹	۷/۱۵	۰/۳۲
	پس آزمون	۱۳/۶۱	-۱۰/۶۱	۰/۲۵۱	۰/۸۰۴	۱/۵	۰/۰۷

جدول ۴. نتایج آزمون t مستقل میزان قدرت بالاتنه و پایین تنه آزمودنی‌ها قبل و ۸ هفته پس از تمرین‌های کلیستنیکس (Calisthenics)

متغیر	زمان	فاصله اطمینان ۹۵ درصد		مقدار t	معنی‌داری	اختلاف میانگین‌ها	اندازه اثر Cohen's d
		بالا	پایین				
میزان قدرت بالاتنه (آزمون پارویی)	پیش آزمون	۱۳/۴۰	-۱۳/۷۴	-۰/۰۳۰	۰/۹۷۶	-۰/۲	۰/۰۰۹
	پس آزمون	-۴/۱	-۳۰/۷۹	-۲/۶۴	۰/۰۱۲*	-۱۷/۴۵	۰/۸۳
میزان قدرت بالاتنه (پرس سینه)	پیش آزمون	۲۰/۹	-۹/۹۷	۰/۷۱۷	۰/۴۷۸	۵/۴۶	۰/۲۲
	پس آزمون	۱۲/۵۹	-۱۶/۳۹	-۰/۲۶۵	۰/۷۹۲	-۱/۹	۰/۰۸۳
میزان قدرت پایین تنه (پرس پا)	پیش آزمون	۲۵/۵۷	-۳۶/۳۴	-۰/۳۵۲	۰/۷۲۷	-۵/۳۸	۰/۱۱
	پس آزمون	-۸/۳۴	-۶۶/۶۵	-۲/۶۰	۰/۰۱۳*	-۳۷/۵	۰/۸۲

کلیستنیکس شامل حرکاتی است که با فعال‌سازی گروه‌های مختلف عضلانی می‌تواند به رشد حس عمقی و هماهنگی منجر شود. از آنجایی که نیروی جاذبه زمین، بدن را از حالت تعادل خارج می‌کند. مکانیسم‌های مختلفی وجود دارد که تعادل بدن را حفظ می‌کند^(۳۲). مکانیسم‌ها وقتی شروع می‌شوند که بدن در خطر سقوط قرار می‌گیرد. در این وضعیت این مکانیسم‌ها فعال می‌شوند تا تعادل بدن را حفظ کنند. این مکانیسم‌ها شامل انقباض عضلات، مهار تحریک شدن گیرنده‌های عمقی و الگوهای خود حرکتی است و به وسیله الگوهای معینی در غشای مغز کنترل و هماهنگ می‌شود^(۳۳). درگیر شدن این سیستم‌ها متناسب با واکنش‌های خودکار بوده و شامل تغییرات قابل پیش‌بینی در قوام عضله با وضعیت سر و تنه است. این تغییرات با

عصبی به عضلات آگونیست باشد که منجر به کارگیری واحدهای حرکتی اضافی و افزایش نرخ شلیک واحد حرکتی می‌شود^(۳۰).

در زمینه اثر تمرین کلیستنیکس بر تعادل، نتایج نشان دهنده بهبود تعادل ایستا متعاقب این نوع تمرین بود.

نتیجه تحقیق حاضر با تحقیق اصلان و لیوانلی اوغلو^(۱۸) ناهمسو بود. یکی از دلایل ناهمسو بودن به علت تفاوت سن، جنس آزمودنی‌ها، مدت تمرین، پروتکل تمرین، و آزمون مورد استفاده در ارزیابی تعادل است. همچنین نتیجه تحقیق حاضر با تحقیق اچ.جنس^(۱۹) و آیدین^(۱۴) و همکاران^(۳۱) همسو بود که در تبیین این نتایج می‌توان گفت، تمرین‌های

13. Genç H.

14. Aydın.

جدول ۵. نتایج آزمون t مستقل میزان تعادل ایستا آزمودنی‌ها قبل و ۸ هفته پس از تمرین‌های کلیستنیکس (Calisthenics) در دو گروه کنترل و تمرین

متغیر	زمان	فاصله اطمینان ۹۵ درصد		مقدار t	معنی داری	اختلاف میانگین‌ها	اندازه اثر Cohen's d
		بالا	پایین				
میزان تعادل ایستا	پیش آزمون	۲/۴۹	-۱/۶۹	۰/۳۸۶	۰/۷۰۲	۰/۴۰	۰/۱۲
	پس آزمون	-۱/۰۰۸	-۵/۸۹	-۲/۸۶	۰/۰۰۷*	-۳/۴۵	۰/۹۰

جدول ۶. نتایج آزمون t مستقل میزان حس عمقی تنه آزمودنی‌ها قبل و ۸ هفته پس از تمرین‌های کلیستنیکس (Calisthenics) در دو گروه کنترل و تمرین

متغیر	زمان	فاصله اطمینان ۹۵ درصد		مقدار t	معنی داری	اختلاف میانگین‌ها	اندازه اثر Cohen's d
		بالا	پایین				
میزان حس عمقی تنه	پیش آزمون	۱/۰۵	-۰/۵۹	۰/۵۷۲	۰/۵۷۰	۰/۲۳۳	۰/۱۷
	پس آزمون	۱/۹۷	۰/۲۱	۲/۵۳	۰/۰۱۶*	۱/۰۹	۰/۷۹

کلیستنیکس تحقیقات زیادی انجام نشده است، مطالعه دیگری در ایران و خارج از ایران درباره تأثیر آن بر حس عمقی یافت نشد. اما در تبیین این یافته‌ها می‌توان گفت تمرین‌های ورزشی که شامل حرکات تکراری باشند توانایی کنترل فرد بر حرکات مفاصل در تمام موقعیت‌ها را افزایش می‌دهند و ثبات دینامیکی به کنترل حرکات غیرطبیعی مفصل کمک می‌کند و به نظر می‌رسد کنترل حرکتی را از طریق یک مسیر رفلکسی بهبود دهد^(۳۴). از طرفی تعامل نزدیکی بین قدرت و حس عمقی وجود دارد^(۳۵). لذا با توجه به اینکه در تمرین‌های کلیستنیکس از وزن بدن با انواع حرکات (خم شدن، پریدن، تاب خوردن، چرخشی، لگد زدن) و تقریباً همه گروه‌های عضلانی استفاده می‌شود، دور از انتظار نیست که بر حس عمقی افراد نیز تأثیرگذار باشد.

نتیجه‌گیری

در مجموع یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که انجام هشت هفته تمرین‌های کلیستنیکس منجر به بهبود در ثبات مرکزی، قدرت عضلانی، تعادل و حس عمقی تنه نوجوانان پسر شده است و نظر به اینکه که افراد از ابتدایی‌ترین سطح آمادگی جسمانی تا حرفه‌ای‌ترین ورزشکاران می‌توانند بدون استفاده از وزنه یا دستگاه خاصی تمام گروه عضلانی خود را در این نوع تمرین درگیر و فشار تمرینی بالایی را تجربه کنند، استفاده از این تمرین‌های در مدارس، باشگاه‌ها و حتی خانه توصیه می‌شود. همچنین تمرین کلیستنیکس می‌تواند به عنوان برنامه‌ای جداگانه و یا ترکیبی به همراه برنامه کاهش وزن، بدنسازی یا فیتنس (Fitness) استفاده شود.

افزایش تطابق فعالیت عضلات خم‌کننده و بازکننده برای بازیابی تعادل است^(۳۲). با توجه به اینکه مرکز بدن شامل عضلات شکم در جلو، عضلات پشتی در ناحیه پشت، دیافراگم در بالا و عضلات کف لگن در پایین است و نیروی مرکزی از ستون فقرات محافظت کرده و پایداری موقعیت خنثی لگن را تضمین می‌کند، این مسئله ممکن است از نظر بهبود کنترل و تعادل بدن مهم باشد. لذا با توجه به بهبود قدرت و ثبات مرکزی در تحقیق حاضر به نظر می‌رسد بخشی از بهبود تعادل ناشی از بهبود قدرت و ثبات مرکزی است؛ زیرا قسمت مرکزی بدن به‌عنوان پایه‌ای برای حرکت بخش‌های دیستال یا «ثبات پروگزیمال برای تحرک دیستال» عمل می‌کند. عضلات بزرگ قسمت مرکزی بدن یک استوانه محکم در برابر حرکات بدن ایجاد می‌کنند. عضلات شکمی متشکل از عرضی شکم، مورب‌های داخلی و خارجی، و راست شکمی همگی منقبض می‌شوند تا ثبات ستون فقرات را فراهم کنند و بنابراین پایه محکمی برای حرکت اندام تحتانی ایجاد می‌کنند. هنگامی که عضله عرضی شکم منقبض می‌شود، فشار داخل شکمی افزایش می‌یابد و فاسیای توراکولومبار را منقبض می‌کند. این انقباضات قبل از شروع حرکت اندام اتفاق می‌افتد و به اندام‌ها اجازه می‌دهد پایه‌ای باثبات برای حرکت و فعال‌سازی عضلات داشته باشند. عضله راست شکمی و مایل شکمی همچنین حمایت وضعیتی را فراهم می‌کند^(۳۳).

در خصوص تأثیر تمرین‌های کلیستنیکس بر بهبود حس عمقی تنه نوجوانان پسر، نتیجه تحقیق با تحقیق اوزر کایا^(۱۵) و همکاران^(۳۱) ناهمسو بود. در تحقیق اوزر کایا آزمودنی‌ها زنان ۲۵ تا ۵۰ ساله بودند و مدت و پروتکل تمرین متفاوت بود. با توجه به اینکه در مورد تمرین‌های

15. Ozer Kaya.

8. Dover G, Powers ME. Reliability of joint position sense and force-reproduction measures during internal and external rotation of the shoulder. *J Athl Train.* 2003;38(4):304-310. PMID: 14737211, PMCID: PMC314388.
9. Suohmel TJ, Nimphius S, Stone MH. The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Med.* 2016;46(10):1419-49. DOI: 10.1007/s40279-016-0486-0. PMID: 26838985.
10. Akuthota V, Ferreiro A, Moore T, Fredericson M. Core stability exercise principles. *Curr Sports Med Rep.* 2008;7(1):39-44. DOI: 10.1097/01.CSMR.0000308663.13278.69. PMID: 18296944.
11. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med.* 2006;36(3):189-98. DOI: 10.2165/00007256-200636030-00001. PMID: 16526831.
12. Guerra LA, Dos Santos LRA, Pereira PE, Lauria VT, De Lima C, Evangelista AL, et al. A low-cost and time-efficient calisthenics strength training program improves fitness performance of children. *J Phys Edu Sport.* 2019;19:58-62. DOI:10.7752/jpes.2019.s1009.
13. Gurudut P, Welling A, Naik R. Comparative effect of calisthenic and proprioceptive exercises on pain, proprioception, balance and function in chronic osteoarthritis of knee. *J Exe Sci Phys.* 2019;14(2):50-61. DOI:10.18376/jesp/2018/v14/i2/111310.
14. Cintre NVR, Prabhakar R, Methe A. Effect of calisthenics exercises on the vertical high jump on intermediate female volleyball players. *Int J Phys Educ Sports Health.* 2022;9(3):93-96.
15. Tsourlou T, Gerodimos V, Kellis E, Stavropoulos N, Kellis S. The effects of a calisthenics and a light strength training program on lower limb muscle strength and body composition in mature women. *J Strength Cond Res.* 2003;17(3):590-8. DOI: 10.1519/1533-4287(2003)017<0590:teoaca>2.0.co;2. PMID: 12930192.
16. Genç H. Effect Of The Calisthenics Exercises on Static and Dynamic Balance in Tennis Players. *Int J Appl Exe Physiol.* 2020;9(3):233-245. DOI:10.26655/IJAEP.2020.3.24.
17. Panihar U, Rani D. The effect of calisthenics training on physical fitness parameters and sports specific skills of soccer players: A randomized controlled trial. *Adv Rehabil.* 2022;36(2): 23-31. DOI: https://doi.org/10.5114/areh.2022.116181.
18. Aslan Ub, Livanelioğlu A. Hatha Yoganin Ve Kalistenik Egzersizlerin Statik Denge Üzerindeki Etkileri. *Spor Bilimleri Dergisi.* 2003;14(2):83-91.
19. Olmez C, Akcan IO. Repetitive sprint or calisthenics training: which is more successful for athletic performance. *Acta Kinesiologica.* 2021;15(2):42-48. DOI:10.51371/issn.1840-2976.2021.15.2.5.
20. Thomas E, Bianco A, Mancuso EP, Patti A, Tabacchi G, Paoli A, et al. The effects of a calisthenics training intervention on posture, strength and body composition. *Isok Exe Sci.* 2017;25(3):1-8. DOI:10.3233/IES-170001.
21. Kaya DO, Duzgun I, Baltaci G, Karacan S, Colakoglu F. Effects of calisthenics and pilates exercises on coordination and proprioception in adult women: a randomized controlled trial. *J Sport Rehabil.* 2012;21(3):235-43. DOI: 10.1123/jsr.21.3.235. PMID: 22104298.
22. Foroutan Y, Behpoor N, Tadibi V, Daneshyar S. The Effect Of A Strength Training Period With Different Rest Intervals On Some Physiological And Biochemical Characteristics Of Inactive Young Men. *J Sport Exe Physiol.* 2020;13(1):40-56. DOI:10.52547/joepa.13.1.40.
23. Kazemi Nasab F, Marandi SM, Shirkhani S, Sheikhanian Poor A, Ghaedi K. The Effect of 8 Weeks Aerobic Exercise on LXRa, PEPCK, and G6PC2 mRNA in Obese Prediabetic Mice. *Sport Physiol.* 2021;12(48):17-38. DOI: https://doi.org/10.22089/spj.2020.8717.2014.

به طور کلی در هر تحقیقی یک سری محدودیت‌ها وجود دارد. از محدودیت‌های تحقیق حاضر می‌توان به تعداد آزمودنی‌ها، محدودیت در مدت زمان تمرین، عدم بررسی متغیرها پس از یک دوره بی‌تمرینی برای بررسی اثر ماندگاری و نبود امکانات آزمایشگاهی دقیق‌تر برای استفاده از آزمون‌های غیرمیدانی اشاره کرد.

قدردانی:

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد با کد اخلاق IR.PNU.REC.1401.470 آقای امین دولابی تلک آبادی است. بدینوسیله از تمام کسانی که در انجام این طرح ما را یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. Soleiman Ahari Z, Asadpour M, Mazar L, Nasirzadeh M. Evaluation of physical activity and its effective factors in junior high school female students in Rafsanjan city: Application of social-cognitive theory, 2017-18. *Qom Univ Med Sci J.* 2021;15(3):188-197. DOI: 10.52547/qums.15.3.188.
2. Nelson MC, Neumark-Stzainer D, Hannan PJ, Sirard JR, Story M. Longitudinal and secular trends in physical activity and sedentary behavior during adolescence. *Pediatrics.* 2006;118(6):e1627-e34. DOI: 10.1542/peds.2006-0926. PMID: 17142492.
3. Ludwig O, Kelm J, Hammes A, Schmitt E, Fröhlich M. Neuromuscular performance of balance and posture control in childhood and adolescence. *Heliyon.* 2020;6(7):e04541. DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e04541. PMID: 32775721, PMCID: PMC7398941.
4. Gribble PA, Hertel J, Denegar CR, Buckley WE. The effects of fatigue and chronic ankle instability on dynamic postural control. *J Athl Train.* 2004;39(4):321-9. PMID: 15592604, PMCID: PMC535524.
5. Lesinski M, Hortobágyi T, Muehlbauer T, Gollhofer A, Granacher U. Dose-response relationships of balance training in healthy young adults: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2015;45:557-76. DOI: 10.1007/s40279-014-0284-5. PMID: 25430598.
6. Gebel A, Lesinski M, Behm DG, Granacher U. Effects and dose-response relationship of balance training on balance performance in youth: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2018;48(9):2067-89. DOI: 10.1007/s40279-018-0926-0. PMID: 29736728.
7. Kuo FC, Chang ST, LiaoYY, Lee CH. Center of pressure trace and sensory components of the limits of stability test in older adults with vertebral compression fractures. *J Geriatr Phys Ther.* 2020;43(1):24-31. DOI: 10.1519/JPT.000000000000201. PMID: 29923897.

24. Haff GG, Triplett NT. Essentials of strength training and conditioning 4th edition: Human kinetics; 2015.
25. Springer BA, Marin R, Cyhan T, Roberts H, Gill NW. Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. *J Geriatr Phys Ther.* 2007;30(1):8-15. DOI: 10.1519/00139143-200704000-00003. PMID: 19839175.
26. Abbasi H, Esfandiyari Ghalesorkhi Z, Sharifatpour R, Abedinzadeh S. The Effects of 6 Weeks of Balance Training on Static and Dynamic Balance of Blind Students. *Iran J Health Sci.* 2022;10(4):63-72. DOI: 10.32598/ijhs.10.4.894.1.
27. Newcomer KL, Laskowski ER, Yu B, Johnson JC, An K-N. Differences in repositioning error among patients with low back pain compared with control subjects. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000;25(19):2488-93. DOI: 10.1097/00007632-200010010-00011. PMID: 11013501.
28. Nesser TW, Huxel KC, Tincher JL, Okada T. The relationship between core stability and performance in division I football players. *J Strength Cond Res.* 2008;22(6):1750-4. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181874564. PMID: 18978631.
29. Kotarsky CJ, Christensen BK, Miller JS, Hackney KJ. Effect of progressive calisthenic push-up training on muscle strength and thickness. *The J Strength Cond Res.* 2018;32(3):651-659. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002345. PMID: 29466268.
30. Barry BK, Carson RG. The consequences of resistance training for movement control in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2004;59(7):730-54. DOI: 10.1093/gerona/59.7.m730. PMID: 15304540.
31. Aydin T, Sariyildiz M, Guler M, Celebi A, Seyithanoglu H, Mirzayev I, et al. Evaluation of the effectiveness of home based or hospital based calisthenic exercises in patients with multiple sclerosis. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2014;18(8):1189-98. PMID: 24817294.
32. Azimzadeh MJ, Hoseini SH, Norasteh AA. Effect of a combined strengthening and proprioceptive training program on balance and gait of female children with intellectual disability. *J Sport Biomech.* 2021;7(2):136-147. DOI: 10.32598/biomechanics.7.2.5.
33. Kahle NL, Gribble PA. Core stability training in dynamic balance testing among young, healthy adults. *Athl Train Sports Health Care.* 2009;1(2):65-73.
34. Lin DH, Lin CHJ, Lin YF, Jan MH. Efficacy of 2 non-weight-bearing interventions, proprioception training versus strength training, for patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(6):450-7. DOI: 10.2519/jospt.2009.2923. PMID: 19531879.
35. Felson DT, Gross KD, Nevitt MC, Yang M, Lane NE, Torner JC, et al. The effects of impaired joint position sense on the development and progression of pain and structural damage in knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum.* 2009;61(8):1070-1076. doi: 10.1002/art.24606.