



تأثیر ۸ هفته تمرینات طناب زنی زیگزاگ و زانو بلند بر استقامت و قدرت عضلانی، تعادل ایستا و پویا دختران دانش آموز متوسطه اول

شادی مشفق^a، زهرا سایه وند^{b*}

^a کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، واحد ملایر، دانشگاه آزاد اسلامی، ملایر، ایران

^b استادیار گروه تربیت بدنی، واحد ملایر، دانشگاه آزاد اسلامی، ملایر، ایران

چکیده:

پژوهش حاضر با هدف تأثیر ۸ هفته تمرینات طناب زنی زیگزاگ و زانو بلند بر استقامت و قدرت عضلانی، تعادل ایستا و پویا دختران دانش آموز متوسطه اول انجام شد. روش پژوهش از نوع نیمه تجربی (پیش آزمون و پس آزمون) با دو گروه آزمایش (طناب زنی زیگزاگ و زانو بلند) و یک گروه کنترل بود. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه دانش آموزان دختر متوسط اول شهرستان ملایر در دامنه سنی ۱۳ تا ۱۵ سال بودند که از میان آن‌ها تعداد ۴۵ نفر به صورت تصادفی (خوشه‌ای مرحله‌ای) انتخاب و سپس به صورت تصادفی در سه گروه قرار گرفتند. تعادل ایستا با آزمون‌های استورک و برگ، تعادل پویا با آزمون‌های بلند شدن و راه رفتن و نیز راه رفتن پاشنه به پنجه، قدرت عضلانی با آزمون یک تکرار بیشینه برای ۱۰ بار حرکات پرس سرشانه با هالتر، پرس سینه با هالتر، اسکات با هالتر و دلیفت با هالتر و استقامت عضلانی با آزمون‌های کرانچ، ساید پلانک و شنا سوئدی سنجش شدند. نتایج حاصل از تحلیل کواریانس و تحلیل واریانس نشان داد که ۸ هفته تمرینات طناب زنی زیگزاگ و نیز طناب زنی زانوبلند بر استقامت عضلانی، قدرت عضلانی، تعادل ایستا و پویای دختران دانش آموز متوسطه اول تأثیر داشتند ($P < 0.05$)، بطوری که تمرینات طناب زنی زیگزاگ و زانوبلند سبب شدند که سطح استقامت و قدرت عضلانی دانش آموزان رشد چشمگیر و معناداری پیدا کند و همچنین این دو دسته تمرینات، میزان تعادل پویا و ایستا را در دانش آموزان تقویت کردند. همچنین مشخص شد که در متغیرهای استقامت و قدرت عضلانی، میانگین گروه طناب زنی زانوبلند بیشتر از گروه طناب زنی زیگزاگی بود و در این خصوص تفاوت معناداری بین تمرینات زیگزاگ و زانوبلند وجود داشت، در حالی که در متغیرهای تعادل ایستا و پویا، گروه طناب زنی زیگزاگ نمرات بیشتری نسبت به گروه طناب زنی زانوبلند کسب نمود. ($P < 0.05$)

کلمات کلیدی: طناب زنی زیگزاگی و زانوبلند، استقامت و قدرت عضلانی، تعادل ایستا و پویا

۱- مقدمه



مقدمه

امروزه با تغییرات سبک زندگی و کاهش فعالیت بدنی در میان نوجوانان، به ویژه در دختران، شاهد افزایش مشکلات جسمانی و روانی ناشی از کم تحرکی در این گروه سنی هستیم (اسمیت و جانسون^۱، ۲۰۲۰). از جمله این مشکلات می توان به کاهش قدرت عضلانی، استقامت و تعادل اشاره کرد، این در حالی است که این ویژگی ها متغیرهای اساسی در جهت بهبود عملکرد ورزشی و کیفیت زندگی در این سنین به شمار می روند (برون^۲ و همکاران، ۲۰۲۱). تحقیقات نشان می دهند که تمرینات ورزشی می توانند به طور مؤثری این ویژگی ها را بهبود بخشند و به عنوان روشی در جهت ارتقاء سلامت و توانایی های جسمانی معرفی شوند (میلر^۳، ۲۰۱۹)؛ بنابراین با توجه به اینکه نوجوانان در حال حاضر به طور خاص در معرض خطرات ناشی از کم تحرکی قرار دارند، ضروری است که برنامه های ورزشی مؤثری برای حل این دسته از مشکلات نوجوانان طراحی و اجرا شود و این در حالی است که در ادبیات پژوهشی، اطلاعات کافی درباره اثرات خاص تمرینات ورزشی بر استقامت، قدرت عضلانی و تعادل دختران دانش آموز وجود ندارد (گارسیا و لی^۴، ۲۰۲۲).

از جمله شایع ترین مشکلات در دختران نوجوان کاهش قدرت عضلانی^۵ است. قدرت عضلانی نقشی کلیدی در انجام فعالیت های روزانه و ورزشی دارد و کاهش آن می تواند بر عملکرد جسمانی افراد تأثیر منفی بگذارد. این تأثیرات می تواند شامل کاهش توانایی در انجام حرکات فیزیکی ساده، افزایش خطر آسیب دیدگی، کاهش استقامت و ناتوانی در حفظ تعادل بدن باشد. در نتیجه، چنین کاهش می ممکن است، موجب شود که دختران نوجوان در فعالیت های ورزشی و حتی در انجام کارهای روزمره با مشکلات بیشتری مواجه شوند. قدرت عضلانی حداکثر نیرویی که عضلات می توانند تولید کنند (ویلیامز^۶، ۲۰۲۰). قدرت عضلانی به طور مستقیم بر عملکرد ورزشی تأثیر می گذارد و می تواند کیفیت زندگی را بهبود بخشد (تامسون^۷، ۲۰۲۱). هاف و تریپلت^۸ (۲۰۱۵) در تعریف قدرت عضلانی بیان داشتند که قدرت عضلانی به توانایی یک عضله یا گروهی از عضلات برای تولید نیروی حداکثری در یک انقباض واحد گفته می شود. این توانایی معمولاً در حرکات کوتاه و شدید، مانند بالا بردن وزنه سنگین یا پرش عمودی، سنجیده می شود و وابسته به عوامل مختلفی از جمله اندازه عضله، هماهنگی عصبی-عضلانی و نوع تمرینات بدنی است. تحقیقات نشان می دهند که تمرینات قدرتی می توانند به افزایش توده عضلانی و بهبود عملکرد روزمره کمک کنند (جانسون^۹ و همکاران، ۲۰۲۱) همان طور که پیش تر عنوان شده، علاوه بر کاهش قدرت عضلانی، معضل دیگری که دختران جوان در دوران رشد و تحت تأثیر پیشرفت فناوری و کاهش تحرک با آن مواجه هستند، کاهش تعادل ایستا و پویا^{۱۰} است. این مشکل می تواند به طور مستقیم با

¹. Smith & Johnson

². Brown

³. Miller

⁴. Garcia & Lee

⁵. Muscle strength

⁶. Williams

⁷. Thompson

⁸. Haff, & Triplett

⁹. Johnson

¹⁰. Static & dynamic balance



کاهش فعالیت‌های بدنی و افزایش زمان نشستن و استفاده از وسایل الکترونیکی ارتباط داشته باشد. در سال‌های اخیر، کاهش تعادل به یکی از مهم‌ترین چالش‌های مرتبط با سلامتی نسل نوجوان، به‌ویژه در میان دختران تبدیل شده است. این امر می‌تواند منجر به افزایش ریسک آسیب‌دیدگی و کاهش عملکرد جسمانی در فعالیت‌های روزمره و ورزشی شود. تعادل ایستا، مانند ایستادن بر روی یک پا به معنای توانایی حفظ موقعیت بدن در حالت ثابت اشاره دارد (اندرسون^{۱۱}، ۲۰۱۹). تعادل ایستا به کنترل و پایداری در موقعیت‌های غیر پویا اشاره دارد (گارسیا و لی، ۲۰۲۲). تعادل پویا، به معنای توانایی حفظ تعادل در حین حرکت است که برای ورزشکاران و انجام فعالیت‌های روزمره مؤلفه‌ای ضروری است (گارسیا و لی، ۲۰۲۲). به‌طور خاص، تعادل پویا شامل کنترل حرکت در حین انجام فعالیت‌های ورزشی می‌باشد (برون^{۱۲}، ۲۰۲۱). یافته‌ها حاکی از آن است که تمرینات منظم ورزشی، به‌ویژه تمرینات مختص تقویت تعادل، می‌تواند در پیشگیری و کاهش مشکلات ناشی از عدم تعادل مؤثر باشد. به‌واقع تمرینات ورزشی و بهبود عملکرد ورزشی می‌تواند به حفظ تعادل ایستا و پویا و کاهش خطر آسیب‌دیدگی کمک کنند (تامسون، ۲۰۲۱) جانشون و همکاران (۲۰۱۸) نیز در همین راستا به بررسی تأثیر تمرینات ورزشی منظم بر تعادل نوجوانان پرداختند. آن‌ها در پژوهش خود، نوجوانان دختر را به دو گروه تمرینی و کنترل تقسیم نمودند. گروه تمرینی به مدت ۸ هفته تمرینات خاصی برای بهبود تعادل ایستا و پویا انجام دادند. نتایج نشان داد که گروه تمرینی بهبود قابل توجهی در هر دو نوع تعادل داشتند، درحالی‌که گروه کنترل تغییر معناداری نداشت. این نتایج تأیید می‌کند که تمرینات ورزشی نقش مهمی در بهبود تعادل ایستا و پویا دارند.

علاوه بر دو مؤلفه قدرت عضلانی و تعادل ایستا و پویا، مؤلفه مهم جسمانی دیگری که در نوجوانان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، استقامت عضلانی می‌باشد. استقامت عضلانی به توانایی بدن در حفظ فعالیت فیزیکی برای مدت طولانی اشاره دارد (داویس^{۱۳}، ۲۰۱۸) و به‌طور ویژه، توانایی سیستم قلبی-عروقی در تأمین اکسیژن در این مدت حیاتی است (اسمیت^{۱۴}، ۲۰۲۰) که این دو جنبه باهم تأثیرات متقابلی بر توانایی بدن در انجام فعالیت‌های طولانی مدت دارند.

با توجه به آنچه که عنوان شد دریافتیم که چهار مؤلفه استقامت و قدرت عضلانی و تعادل ایستا و پویا متغیرهای ضروری برای زندگی باکیفیت به‌ویژه در نوجوانان است، چراکه این مؤلفه‌ها کمک می‌کند آن‌ها با شور و حال بیشتری به فعالیت‌های زندگی و روزمره خود بپردازند و ارتباطات باکیفیت‌تری در بین همسالان و خانواده خلق نمایند، اما آنچه در بهبود این مؤلفه‌ها نقش دارد، انجام تمرینات ورزشی به‌ویژه تمرینات ساده و در دسترس هست که بتوان با فضای محدود زندگی شهری امروزی به آن‌ها پرداخت. بررسی‌ها نشان داده است که تمرینات ورزشی به‌خصوص تمرینات هوازی می‌تواند بر استقامت عضلانی و تعادل ایستای دانش‌آموزان دختر کمک نماید. کریم‌زاده (۱۳۹۹) در مطالعه خویش بر روی ۵۰ دختر دانش‌آموز مقطع متوسطه نشان داد که تمرینات هوازی باعث بهبود معنادار در استقامت عضلانی و تعادل ایستا می‌شود. جعفری (۱۳۹۹) نیز در مطالعه خود به بررسی تأثیر تمرینات ترکیبی هوازی و قدرتی بر قدرت عضلانی و تعادل ایستا و پویا در دانش‌آموزان دختر پرداخت. آنها نشان دادند که تمرینات ترکیبی باعث افزایش قدرت عضلانی و بهبود تعادل ایستا و پویا شد. ازجمله مؤثرترین تمرینات هوازی، تمرینات طناب زنی است، این تمرینات می‌توانند به‌طور مستقیم به بهبود استقامت قلبی-عروقی کمک نماید و باعث افزایش ظرفیت هوازی در

¹¹.Anderson

¹².Brown

¹³.Davis

¹⁴.Smith



نوجوانان شوند (اسمیت و جانسون، ۲۰۲۰). اسمیت (۲۰۱۸) نیز در مطالعه خویش باهدف بررسی تأثیر تمرینات طناب زنی بر استقامت قلبی-عروقی و قدرت عضلانی نوجوانان با بررسی، ۴۰ نوجوان (۲۰ پسر و ۲۰ دختر) به مدت ۸ هفته نشان داد که تمرینات طناب زنی به طور معناداری استقامت قلبی-عروقی و قدرت عضلانی را بهبود بخشید.

گارسیا (۲۰۲۱) نیز بیان داشت که تمرینات هوازی مانند طناب زنی، می تواند موجب بهبود تعادل پویا شود، زیرا به تقویت هماهنگی و کنترل حرکتی کمک می کند. زکوی و همکاران (۱۴۰۰) نیز در همین راستا به بررسی تأثیر تمرینات هماهنگی بر تعادل پویا و استقامت عضلات پایین تنه بر روی ۲۰ دختر دانش آموز متوسطه پرداخت. پژوهش آنها نشان داد که تمرینات طناب زنی زیگزاگ بهبود قابل توجهی در تعادل پویا و استقامت عضلانی ایجاد می نماید و تقویت عضلات می تواند موجب بهبود تعادل ایستا شود، چراکه عضلات قوی تر قادر به کنترل بهتر موقعیت های بدن خواهند بود (تامپسون، ۲۰۲۱). تقویت عضلات پایینی بدن می تواند موجب افزایش قدرت عضلانی و بهبود عملکرد ورزشی شود (جانسون، ۲۰۲۱) و عضلات قوی تر و با استقامت تر باعث حفظ تعادل بدن در موقعیت های مختلف می شوند (میلر^{۱۵}، ۲۰۱۹). تامسون (۲۰۲۱) به بررسی تأثیر تمرینات زانو بلند بر قدرت و تعادل نوجوانان دختر پرداختند. در این مطالعه، تمرینات به طور هفتگی (شامل طناب زنی و ...) به مدت ۸ هفته انجام شد. نتایج آنها حاکی از افزایش معنادار در تعادل و قدرت بدنی شرکت کنندگان بود.

به طور کلی بر اساس نتایج پژوهش های مختلف تمرینات طناب زنی زیگزاگ می تواند موجب تقویت هماهنگی و کنترل حرکتی در نوجوانان شود. تمرینات طناب زنی زیگزاگ انواع مختلفی دارد، اما آنچه که در مطالعه حاضر به بررسی آن می پردازیم تمرینات طناب زنی زیگزاگ و زانو بلند است. تمرینات طناب زنی زیگزاگ نوعی فعالیت هوازی است که شامل تغییرات سریع در جهت و سرعت است و می تواند به بهبود استقامت و قدرت عضلانی کمک کند (تامپسون، ۲۰۲۰) این تمرینات طناب زنی زیگزاگ به عنوان یک روش مؤثر برای افزایش ظرفیت قلبی-عروقی و کالری سوز در نوجوانان شناخته شده است (تامپسون، ۲۰۲۰).

تمرینات طناب زنی زیگزاگ، با توجه به تغییرات سریع جهت و حرکات مداوم، عضلات اندام تحتانی را به چالش می کشند و باعث بهبود استقامت عضلانی می شوند. این تمرینات علاوه بر افزایش قدرت عضلانی، به تقویت تعادل، هماهنگی و توان عضلات در مقابل خستگی کمک می کنند؛ بنابراین، طناب زنی زیگزاگ به دلیل درگیر کردن مداوم عضلات، تأثیر مثبتی بر افزایش استقامت عضلانی دارد (اسمیت و همکاران، ۲۰۲۰). تمرینات طناب زنی زانو بلند نوعی تمرین هوازی است که نه تنها به تقویت عضلات پایینی بدن کمک می کند بلکه می تواند به بهبود توان قلبی-عروقی و افزایش ضربان قلب نیز منجر شود. این تمرین به عنوان یک روش مؤثر برای سوزاندن کالری و افزایش تناسب اندام در نظر گرفته می شود (هالی و پاور^{۱۶}، ۲۰۱۸) این تمرین به عنوان یک فعالیت فیزیکی ترکیبی شناخته می شود که نه تنها بر روی استقامت عضلانی تمرکز دارد، بلکه به بهبود تعادل و هماهنگی حرکتی نیز کمک می کند. با افزایش شدت حرکات و درگیر کردن گروه های عضلانی مختلف، تمرینات طناب زنی زانو بلند می توانند به طور مؤثری به بهبود عملکرد ورزشی کمک کنند (امسی اردل و همکاران، ۲۰۱۵). تمرینات زانو بلند می توانند باعث تقویت عضلات مرکزی بدن شوند که به حفظ تعادل پویا کمک می کند (اندرسون، ۲۰۲۰). مطالعه ای توسط برون و همکاران (۲۰۲۰) بر روی ۵۰

¹⁵.Miller

¹⁶.Powers & Howley



ورزشکار نوجوان انجام شد تا تأثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا^{۱۷} که شامل حرکات زانو بلند و طناب‌زنی بود، بر استقامت و قدرت عضلانی بررسی نماید و این پژوهش نشان داد که تمرینات تناوبی با شدت بالا به‌طور معناداری استقامت و قدرت عضلانی را در ورزشکاران نوجوان بهبود می‌بخشید.

این در حالی است که باوجود پژوهش‌های متعدد در زمینه تأثیر تمرینات بدنی بر توانایی‌های فیزیکی نوجوانان، خلأ آشکاری در بررسی تأثیر تمرینات طناب زنی زیگزاگ و زانو بلند بر استقامت، قدرت عضلانی و تعادل در دختران دانش‌آموز نوجوان وجود دارد. این کمبودها نه تنها در رابطه با تمرینات بدنی عمومی، بلکه به‌ویژه در مورد ترکیب تمرینات هوازی و قدرتی که به بهبود همزمان استقامت قلبی-عروقی و قدرت عضلانی کمک می‌کنند، مشهود است. عدم وجود تحقیقات تجربی و کاربردی در این زمینه می‌تواند، منجر به عدم شناخت کامل از نیازهای خاص جسمانی دختران نوجوان شود. این مسئله باعث می‌شود که برنامه‌های ورزشی بهینه و متناسب برای این گروه طراحی نشده و فرصت‌های بهبود سلامت جسمانی و روانی از دست برود. به‌واقع تحقیقات موجود بیشتر بر تأثیرات کلی ورزش بر سلامت جسمانی متمرکز هستند، اما نیاز به بررسی دقیق‌تر ترکیب‌های خاص تمرینی مانند تمرینات طناب زنی، زانو بلند و تمرینات هوازی-قدرتی بیشتر حس می‌شود و نبود مطالعه‌ای منسجم در این حوزه می‌تواند به عدم شناخت کامل از مزایای این تمرینات منجر شود و در نتیجه، طراحی و اجرای برنامه‌های ورزشی مناسب برای این گروه سنی با چالش مواجه گردد (برون و همکاران، ۲۰۲۱).

در سال‌های اخیر، اهمیت ورزش برای سلامت جسمانی و روانی نوجوانان، به‌ویژه دختران، بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. تمرینات طناب‌زنی زیگزاگ، به دلیل تأثیرات چندجانبه‌اش، می‌تواند بر استقامت و قدرت عضلانی و تعادل ایستا و پویا مؤثر باشند. با این حال، بیشتر پژوهش‌ها تنها یک بُعد را بررسی کرده و مطالعات محدودی به تأثیرات ترکیبی این تمرینات پرداخته‌اند. این مطالعه به بررسی اثر ۸ هفته تمرینات طناب‌زنی زیگزاگ و زانو بلند بر استقامت، قدرت عضلانی و تعادل دختران دانش‌آموز می‌پردازد تا به بهبود سلامت جسمی و روانی این گروه کمک کند. با توجه به اهمیت استقامت و قدرت عضلانی و همچنین تعادل ایستا و پویا در بهبود عملکرد فیزیکی و ارتقاء سلامت عمومی دختران دانش‌آموزان، محقق در این مطالعه به دنبال پاسخگویی به این سؤال است که چگونه ۸ هفته تمرینات طناب زنی زیگزاگ و زانو بلند بر استقامت و قدرت عضلانی و تعادل ایستا و پویا دختران دانش‌آموز متوسطه اول تأثیر دارد؟

روش پژوهش

این پژوهش به روش نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با دو گروه آزمایش و یک گروه کنترل اجرا شد. جامعه آماری شامل کلیه دانش‌آموزان دختر مقطع متوسطه اول شهرستان ملایر در دامنه سنی ۱۳ تا ۱۵ سال بود که از میان آن‌ها ۴۵ نفر به روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای مرحله‌ای انتخاب و سپس به‌طور تصادفی در سه گروه طناب‌زنی زیگزاگ (۱۵ نفر)، طناب‌زنی زانوبلند (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) قرار گرفتند. معیارهای ورود شامل دامنه سنی تعیین‌شده، عدم سابقه ناهنجاری‌های عضلانی-اسکلتی براساس فرم خوداظهاری و رضایت کتبی والدین بود. معیارهای خروج نیز شامل عدم تمایل به ادامه شرکت در جلسات ورزشی و غیبت بیش از دو جلسه تعریف شد.

¹⁷.HIIT



پس از اخذ معرفی نامه از دانشگاه آزاد اسلامی ملایر و هماهنگی با آموزش و پرورش و مدیران مدارس، پیش آزمون متغیرهای پژوهش در هر سه گروه انجام شد. تعادل ایستا با دو روش ارزیابی شد: آزمون استورک که در آن آزمودنی با پای برهنه روی یک پا می ایستد و مدت زمان حفظ تعادل تا زمان جابه جایی پای تکیه گاه یا تماس پای آزاد با زمین ثبت می شود (پایایی ۸۷٪)، و مقیاس تعادلی برگ شامل ۱۴ خرده آزمون با امتیازدهی ۰ تا ۴ برای هر آیتم (حداکثر نمره ۵۶). تعادل پویا نیز با دو آزمون سنجیده شد: آزمون بلندشدن و راه رفتن که در آن آزمودنی از روی صندلی بلند شده، مسافت سه متری را رفت و برگشت طی کرده و مجدداً می نشیند (اعتبار ۰.۹۲)، و آزمون راه رفتن پاشنه به پنجه که توانایی راه رفتن ۱۵ گام در مسیر مستقیم را ارزیابی می کند. قدرت عضلانی با استفاده از آزمون یک تکرار بیشینه برای حرکات پرس سرشانه، پرس سینه، اسکات و ددلیفت با هالتر و فرمول برزیسکی محاسبه شد. استقامت عضلانی نیز با آزمون های عملکردی مک گیل شامل کرانچ (برای ارزیابی استقامت عضلات فلکسور تنه)، ساید پلانک راست و چپ (برای فلکسورهای جانبی تنه) و شنای سوئدی اندازه گیری شد.

برنامه تمرینی طناب زنی به مدت ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۴۵ دقیقه اجرا شد. هر جلسه شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی با حرکات کششی، جنبشی و جهشی، ۱۰ دقیقه فعالیت های ابتدایی، ۲۰ دقیقه تمرینات اصلی طناب زنی و ۵ دقیقه سرد کردن بود. در گروه زیگزاگ، شرکت کنندگان طناب را به طور متناوب به سمت چپ و راست حرکت دادند و در گروه زانوبند از ترکیب پرس و بالابردن متناوب زانوها استفاده شد. به دلیل ثابت بودن زمان در هر جلسه، تعداد پرش ها به صورت تدریجی افزایش یافت. قبل از شروع برنامه، دانش آموزان توسط مربی آموزش دیدند و پس از یادگیری کامل، تمرینات آغاز شد. گروه کنترل در این مدت فعالیت های کلاسی و معمولی خود را انجام دادند و از برنامه تمرینی بهره نبردند. پس از پایان ۸ هفته، پس آزمون مشابه پیش آزمون در هر سه گروه اجرا و داده ها جمع آوری شد. در کل پروتکل تمرینی طناب زنی به شرح ذیل است:

جدول ۳-۱: پروتکل طناب زنی (نوروزی و همکاران، ۱۳۹۵)

هفته	گرم کردن (۱۰ دقیقه)	تکرار	زمان طناب زنی	زمان استراحت تکرارها	بین	سرد کردن (۵ دقیقه)
۱		۶	۱۰ ثانیه فعالیت	۱۰ ثانیه استراحت		
۲		۶	۱۵ ثانیه فعالیت	۲۵ ثانیه استراحت		
۳		۸	۲۰ ثانیه فعالیت	۴۵ ثانیه استراحت		
۴	آرام دویدن، حرکات کششی و طناب زدن آرام	۸	۲۵ ثانیه فعالیت	۶۰ ثانیه استراحت	آرام دویدن، حرکات کششی	
۵		۱۰	۳۰ ثانیه فعالیت	۹۰ ثانیه استراحت		
۶		۱۰	۳۵ ثانیه فعالیت	۱۲۰ ثانیه استراحت		
۷		۱۲	۴۰ ثانیه فعالیت	۱۵۰ ثانیه استراحت		
۸		۱۲	۴۵ ثانیه فعالیت	۱۸۰ ثانیه استراحت		

یافته های پژوهش



در این پژوهش، پیش از تحلیل فرضیه‌ها، نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که سطح معناداری تمامی متغیرهای پژوهش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون بیشتر از ۰/۰۵ بود ($p < ۰/۰۵$)، که نشان‌دهنده توزیع نرمال داده‌ها و امکان استفاده از آزمون‌های پارامتریک برای تحلیل فرضیه‌ها می‌باشد. پس از اطمینان از برقراری پیش‌فرض‌های آزمون تحلیل کوواریانس تک‌متغیره شامل سنجش مقیاس متغیرها، نرمال بودن توزیع داده‌ها، همگنی شیب‌های رگرسیون، وجود رابطه خطی بین متغیر وابسته و کمکی، و برابری واریانس‌ها، تحلیل آماری داده‌ها انجام شد. جدول ۱ خلاصه نتایج تحلیل کوواریانس برای تأثیر هر دو نوع تمرین طناب‌زنی بر متغیرهای وابسته پژوهش را نشان می‌دهد.

جدول ۱. نتایج تحلیل کوواریانس تک‌متغیره برای تأثیر تمرینات طناب‌زنی بر متغیرهای وابسته

فرضیه	متغیر مستقل	متغیر وابسته	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معناداری	اندازه اثر
۱	۸ هفته تمرینات طناب‌زنی زیگزاگ	استقامت عضلانی (آزمون شنا سوئدی)	۴۸/۵۳	۱	۴۸/۵۳	۱۷۲/۰۳۷	۰/۰۰۱	۰/۸۶۴
۲	۸ هفته تمرینات طناب‌زنی زیگزاگ	قدرت عضلانی	۸۲/۶۰۵	۱	۸۲/۶۰۵	۵۰/۴۰۶	۰/۰۰۱	۰/۶۵۱
۲	۸ هفته تمرینات طناب‌زنی زیگزاگ	تعادل ایستا (آزمون برگ)	۸۱۸/۸۸۷	۱	۸۱۸/۸۸۷	۳۹۷/۳۱	۰/۰۰۱	۰/۹۳۶
۳	۸ هفته تمرینات طناب‌زنی زیگزاگ	تعادل پویا (آزمون راه رفتن پاشنه به پنجه)	۱۱۱/۳۰۱	۱	۱۱۱/۳۰۱	۱۱۸/۶۴۹	۰/۰۰۱	۰/۸۱۵
۴	۸ هفته تمرینات طناب‌زنی زانوبلند	استقامت عضلانی (آزمون شنا سوئدی)	۳۵۳/۹۷۵	۱	۳۵۳/۹۷۵	۲۰۴/۲۷۸	۰/۰۰۱	۰/۸۸۳
۵	۸ هفته تمرینات طناب‌زنی زانوبلند	قدرت عضلانی	۳۴۰/۱۵۹	۱	۳۴۰/۱۵۹	۹۹/۸۱۶	۰/۰۰۱	۰/۷۸۷
۶	۸ هفته تمرینات طناب‌زنی زانوبلند	تعادل ایستا (آزمون برگ)	۱۸۱/۰۳	۱	۱۸۱/۰۳	۹۸/۳۸۴	۰/۰۰۱	۰/۷۸۵
۷	۸ هفته تمرینات طناب‌زنی زانوبلند	تعادل پویا (آزمون راه رفتن پاشنه به پنجه)	۴۹/۲۲۵	۱	۴۹/۲۲۵	۵۹/۸۲۲	۰/۰۰۱	۰/۶۸۹



همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد که ۸ هفته تمرینات طناب‌زنی زیگزاگ تأثیر معناداری بر استقامت عضلانی دختران دانش‌آموز متوسطه اول داشت. در آزمون کرانچ با $F = 128/715$ و $p = 0/001$ و اندازه اثر $0/827$ ، در آزمون ساید پلانک با $F = 99/99$ و $p = 0/001$ و اندازه اثر $0/787$ ، و در آزمون شنا سوئدی با $F = 172/037$ و $p = 0/001$ و اندازه اثر $0/864$ تفاوت معناداری بین گروه تجربی و کنترل مشاهده شد. اندازه اثر بالا در هر سه آزمون نشان‌دهنده تأثیر قوی این مداخله بر استقامت عضلانی است. همچنین تحلیل داده‌ها حاکی از تأثیر معنادار ۸ هفته تمرینات طناب‌زنی زیگزاگ بر قدرت عضلانی بود که با $F = 50/406$ و $p = 0/001$ و اندازه اثر $0/651$ نشان داد که ۶۵ درصد از واریانس قدرت عضلانی توسط این مداخله تبیین می‌شود. در خصوص تعادل ایستا، نتایج نشان داد که تمرینات طناب‌زنی زیگزاگ تأثیر معناداری بر این متغیر داشت. در آزمون استورک با $F = 182/015$ و $p = 0/001$ و اندازه اثر $0/871$ ، و در آزمون برگ با $F = 397/31$ و $p = 0/001$ و اندازه اثر $0/936$ بهبود معناداری مشاهده شد. اندازه اثر بسیار بالا در آزمون برگ که ۹۴ درصد از واریانس را تبیین می‌کند، نشان‌دهنده تأثیر چشمگیر این نوع تمرین بر تعادل ایستا است. علاوه بر این، تحلیل کوواریانس نشان داد که تمرینات طناب‌زنی زیگزاگ بر تعادل پویا نیز تأثیر معناداری داشت، به طوری که در آزمون بلند شدن و راه رفتن با $F = 72/789$ و $p = 0/001$ و اندازه اثر $0/729$ ، و در آزمون راه رفتن پاشنه به پنجه با $F = 118/649$ و $p = 0/001$ و اندازه اثر $0/815$ بهبود معناداری حاصل شد.

یافته‌ها در مورد تأثیر تمرینات طناب‌زنی زانوبلند نشان داد که این نوع تمرین تأثیر معناداری بر استقامت عضلانی دارد. نتایج آزمون کرانچ با $F = 229/657$ و $p = 0/001$ و اندازه اثر $0/895$ ، آزمون ساید پلانک با $F = 232/688$ و $p = 0/001$ و اندازه اثر $0/896$ ، و آزمون شنا سوئدی با $F = 204/278$ و $p = 0/001$ و اندازه اثر $0/883$ نشان‌دهنده تفاوت معنادار بین دو گروه بود. اندازه اثر بسیار بالا در تمامی آزمون‌ها که حدود ۹۰ درصد از واریانس را تبیین می‌کند، حاکی از تأثیر قوی‌تر این نوع تمرین نسبت به تمرینات زیگزاگ بر استقامت عضلانی است. همچنین تمرینات طناب‌زنی زانوبلند تأثیر معناداری بر قدرت عضلانی نشان داد که با $F = 99/816$ و $p = 0/001$ و اندازه اثر $0/787$ ، نشان می‌دهد ۷۹ درصد از تغییرات قدرت عضلانی توسط این مداخله تبیین می‌شود.

نتایج تحلیل کوواریانس در مورد تعادل ایستا حاکی از تأثیر معنادار تمرینات طناب‌زنی زانوبلند بود، به طوری که در آزمون استورک با $F = 54/446$ و $p = 0/001$ و اندازه اثر $0/668$ ، و در آزمون برگ با $F = 98/384$ و $p = 0/001$ و اندازه اثر $0/785$ بهبود معناداری مشاهده شد. در خصوص تعادل پویا نیز تمرینات طناب‌زنی زانوبلند تأثیر معناداری داشت، به نحوی که نتایج آزمون بلند شدن و راه رفتن با $F = 43/17$ و $p = 0/001$ و اندازه اثر $0/615$ ، و آزمون راه رفتن پاشنه به پنجه با $F = 59/822$ و $p = 0/001$ و اندازه اثر $0/689$ نشان‌دهنده بهبود معنادار در گروه تجربی بود.

به طور خلاصه، یافته‌های این پژوهش نشان داد که هر دو نوع تمرین طناب‌زنی تأثیر معناداری بر تمامی متغیرهای وابسته شامل استقامت عضلانی، قدرت عضلانی، تعادل ایستا و تعادل پویا داشتند. ($p = 0/001$) اندازه اثر در اکثر موارد بالا تا بسیار بالا بود که نشان‌دهنده تأثیر قوی این مداخلات است. مقایسه دو نوع تمرین نشان داد که تمرینات طناب‌زنی زانوبلند اندازه اثر بیشتری در استقامت عضلانی (حدود ۸۸ تا ۹۰ درصد) نسبت به تمرینات زیگزاگ (حدود ۷۹ تا ۸۶ درصد) داشت، در حالی که تمرینات زیگزاگ تأثیر بیشتری بر تعادل ایستا به ویژه در آزمون برگ ($\eta^2 = 0/936$) نسبت به تمرینات زانوبلند ($\eta^2 = 0/785$) نشان داد. هر دو نوع تمرین تأثیر مشابهی بر قدرت عضلانی و تعادل پویا داشتند.



نتیجه گیری

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات طناب زنی به دو شیوه زیگزاگ و زانوبلند بر شاخص های آمادگی جسمانی شامل استقامت عضلانی، قدرت عضلانی و تعادل (ایستا و پویا) در دختران دانش آموز ۱۳ تا ۱۵ سال انجام شد. نتایج حاصل از این مطالعه نیمه تجربی نشان داد که هر دو پروتکل تمرینی تأثیرات معنادار و قابل توجهی بر تمامی متغیرهای مورد بررسی داشتند و موجب بهبود چشمگیر عملکرد جسمانی شرکت کنندگان شدند. این یافته ها اهمیت تمرینات طناب زنی را به عنوان یک مداخله ورزشی ساده، کم هزینه، قابل دسترس و اثربخش برای ارتقای سطح سلامت و آمادگی جسمانی نوجوانان تأیید می کند و با اکثر پژوهش های پیشین در این حوزه همسویی دارد.

یافته های این تحقیق نشان داد که هر دو شیوه تمرینی طناب زنی زیگزاگ و زانوبلند موجب افزایش معنادار استقامت عضلانی در شرکت کنندگان شدند. این بهبود در هر سه آزمون سنجش استقامت عضلانی (کرانچ، ساید پلانک و شنای سوئدی) مشاهده شد که نشان دهنده تأثیر جامع این تمرینات بر عضلات مختلف بدن از جمله عضلات فلکسور تنه، فلکسورهای جانبی و عضلات پشتی است. این نتایج با مطالعات شیخ الاسلامی وطنی و جهانی (۱۳۹۳)، الر و آکار (۲۰۱۸)، کاظمی و همکاران (۱۳۹۹)، چنگیز و همکاران (۲۰۲۲)، بیون (۲۰۱۹)، شی و همکاران (۲۰۲۳) و بوزوگلو (۲۰۲۴) کاملاً همسو است. این پژوهش ها به طور مشترک نشان داده اند که تمرینات طناب زنی در دوره های زمانی مشابه (۶ تا ۱۲ هفته) منجر به بهبود شاخص های مختلف آمادگی جسمانی از جمله استقامت عضلانی، استقامت قلبی-تنفسی و قدرت می شوند.

تبیین این بهبود را می توان در ماهیت تمرینات طناب زنی جستجو کرد. این تمرینات بر اساس اصل اضافه بار که از اصول بنیادین علم تمرین به شمار می رود، عمل می کنند. تمرینات طناب زنی با درگیر کردن پویا و مکرر گروه های عضلانی اصلی پایین تنه از جمله عضلات ساق پا، چهارسر ران و همسترینگ و همچنین عضلات هسته ای بدن برای حفظ ثبات و تعادل، نوعی فشار فیزیولوژیک مناسب و تدریجی ایجاد می کنند. تداوم این روند به مدت هشت هفته، بدن را به سازگاری وامی دارد و ظرفیت عملکردی و استقامتی آن را به طور قابل توجهی افزایش می دهد. این نوع تمرینات به دلیل داشتن الگوی حرکتی پرشی و تغییر مسیرهای ناگهانی، دربرگیرنده هر دو نوع انقباض ایزوتونیک و ایزومتریک هستند که موجب ارتقای کارایی سیستم گردش خون در عضلات درگیر، افزایش تراکم شبکه مویرگی پیرامون تارهای عضلانی و بهبود عملکرد میتوکندری ها به عنوان مراکز تولید انرژی درون سلولی می شود.

علاوه بر تغییرات متابولیک و فیزیولوژیک، تمرینات مذکور موجب بهبود هماهنگی درونی سیستم عصبی-عضلانی نیز می شوند. تکرار مداوم الگوهای حرکتی پیچیده، بهینه سازی ارتباط عصب با عضله و افزایش دقت و سرعت ارسال پیام های عصبی را در پی دارد که به انقباضات هماهنگ تر، قوی تر و بهینه تر منجر شده و توانایی عضلات برای فعالیت طولانی مدت بدون مواجهه با خستگی زودرس را تقویت می کند. همچنین، افزایش تعداد و اندازه میتوکندری ها در سلول های عضلانی، بهبود سیستم های تأمین انرژی و افزایش تحمل در برابر اسیدلاکتیک از دیگر پیامدهای مثبت این تمرینات است که موجب به تأخیر افتادن احساس خستگی حین فعالیت می شود.

با این حال، برخی مطالعات مانند نوروزی و همکاران (۱۳۹۵) و قادریان و همکاران (۱۳۹۵) نتایجی جزئاً متفاوت گزارش کردند. این ناهمسویی های جزئی احتمالاً ناشی از تفاوت در جامعه آماری (مانند افراد دارای کف پای صاف)، پروتکل تمرینی متفاوت (شدت، حجم، مدت)، حساسیت مختلف آزمون های اندازه گیری یا شرایط محیطی و کنترل نشده تحقیق است که لزوماً تأثیر کلی تمرینات طناب زنی بر سیستم عضلانی را زیر سؤال نمی برد.



نتایج این پژوهش نشان داد که تمرینات طناب‌زنی زیگزاگ موجب ۶۵ درصد و تمرینات زانوبلند منجر به ۷۹ درصد بهبود در قدرت عضلانی شدند. این یافته‌ها با مطالعات الر و آکار (۲۰۱۸)، بیون (۲۰۱۹)، کاظمی و همکاران (۱۳۹۹)، چنگیزل و همکاران (۲۰۲۲)، شی و همکاران (۲۰۲۳) و بوزوگلو (۲۰۲۴) همسو است. این پژوهش‌ها به‌طور مستقیم نشان داده‌اند که تمرینات طناب‌زنی منجر به بهبود شاخص‌های مختلف قدرت عضلانی، به‌ویژه در اندام تحتانی، شده است و بر بهبود قدرت پا، توان انفجاری و استقامت عضلانی پس از دوره‌های تمرینی ۸ تا ۱۲ هفته‌ای تأکید دارند.

بهبود قدرت عضلانی مشاهده‌شده عمدتاً متأثر از ویژگی‌های ذاتی این نوع تمرینات، به‌ویژه ماهیت پلائیومتریک آن و نیز تأثیرات عمیق آن بر سازوکارهای عصبی-عضلانی است. مکانیسم اصلی در تمرینات پلائیومتریک مانند طناب‌زنی، ذخیره‌سازی انرژی الاستیک در خلال فاز کشش و سپس آزادسازی آن در فاز انقباض متعاقب است که در نهایت به خروجی نیروی بیشتری منجر می‌شود. این فرایند، علاوه بر تقویت فیزیولوژیک عضلات، سیستم عصبی مرکزی را نیز به گونه‌ای تطبیقی تحت تأثیر قرار می‌دهد که واحدهای حرکتی با کارایی و همزمانی بیشتری فعال شوند. در واقع، تمرین مذکور با ایجاد سازگاری‌های عصبی، موجب ارسال سیگنال‌های قوی‌تر و سریع‌تر از مغز به سمت عضلات می‌شود.

علاوه بر این، ماهیت تمرینات طناب‌زنی، به‌ویژه در الگوی حرکتی زیگزاگ و زانوبلند، باعث درگیر شدن گسترده‌تر عضلات پایین‌تنه و عضلات تثبیت‌کننده مفاصل می‌شود. این الگوهای حرکتی، چالش‌های تعادلی و جهتی مضاعفی را ایجاد می‌کنند که مستلزم فعالیت هماهنگ‌تر زنجیره‌های عضلانی-عصبی است. همچنین، استفاده از وزن بدن به‌عنوان یک عامل مقاومتی، اصول تمرینی اضافه‌بار را اعمال می‌کند که خود محرک ضروری برای هایپرتروفی و افزایش قدرت عضلانی قلمداد می‌شود. در نتیجه، تلفیق این عوامل اعم از ماهیت پلائیومتریک، بهبود کارایی مسیرهای عصبی-عضلانی، اعمال بار تمرینی پیش‌رونده و درگیر کردن عضلات در الگوهای حرکتی متنوع و چالش‌برانگیز، تبیین جامعی را برای افزایش معنادار قدرت عضلانی ارائه می‌دهد.

تفاوت اثربخشی بین دو شیوه تمرینی نیز قابل تبیین است. در تمرینات زانوبلند، بالا آوردن مکرر زانوها فشار اضافی بر عضلات فلکسور ران و عضلات هسته مرکزی بدن وارد می‌کند که موجب درگیری و تقویت بیشتر این عضلات می‌شود. با استناد به فرمول برزیسکی که در این پژوهش برای سنجش قدرت عضلانی استفاده شد، بهبود ۷۹ درصدی در گروه زانوبلند در مقابل ۶۵ درصد در گروه زیگزاگ نشان‌دهنده اثربخشی بالاتر الگوی زانوبلند بر قدرت عضلانی است. این تفاوت احتمالاً به دلیل الگوی درگیری عضلانی متفاوت و فشار بیشتر بر عضلات مرکزی و فلکسور ران در تمرینات زانوبلند است.

برخی مطالعات مانند نوروزی و همکاران (۱۳۹۵) و ظهیری و همکاران (۱۳۹۷) نتایج جزئاً متفاوتی گزارش کردند که احتمالاً به دلیل تمرکز بر متغیرهای دیگری مانند سرعت و چابکی بوده و قدرت عضلانی را به‌طور مستقیم اندازه‌گیری نکرده‌اند. این نشان می‌دهد که اثرگذاری طناب‌زنی ممکن است بر اساس نوع تمرین، گروه نمونه و متغیر وابسته مورد اندازه‌گیری متفاوت باشد.

تحلیل داده‌های مربوط به تعادل ایستا که با دو آزمون استورک و مقیاس تعادلی برگ سنجیده شد، نشان داد که هر دو شیوه تمرینی طناب‌زنی موجب بهبود معنادار این شاخص شدند. این یافته‌ها با مطالعات شیخ‌الاسلامی وطنی و جهانی (۱۳۹۳)، قادریان و همکاران (۱۳۹۵)، ظهیری و همکاران (۱۳۹۷)، فتاحی و همکاران (۱۳۹۹)، کاظمی و همکاران (۱۳۹۹)، فتحی رضائی و همکاران (۱۴۰۱) و بیون (۲۰۱۹) کاملاً همسو است. این پژوهش‌ها که بر روی جمعیت‌های مختلف (دارای اضافه‌وزن، کم‌توان ذهنی، ورزشکار یا افراد



عادی) انجام شده‌اند، همگی نشان‌دهنده تأثیر مثبت و معنادار تمرینات طناب‌زنی بر شاخص‌های مختلف تعادل، از جمله تعادل ایستا، هستند و بهبود در کنترل پاسچر، افزایش پایداری و بهبود عملکرد در آزمون‌های استاندارد تعادل را گزارش کرده‌اند.

تعادل ایستا به قابلیت فرد در حفظ پایداری و ثبات بدن در یک وضعیت ثابت و بدون حرکت اشاره دارد. این فرآیند پیچیده تحت کنترل سیستم عصبی-عضلانی قرار دارد که داده‌های خود را از سه منبع اساسی دریافت می‌کند: سامانه بینایی، سامانه دهلیزی و سامانه حس عمقی. تمرینات طناب‌زنی به‌طور ویژه سیستم حس عمقی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این تمرینات، فرد ناگزیر است به‌طور متناوب و با سرعت بالا، وزن بدن خود را بین پاها جابه‌جا کند. این جابه‌جایی‌های پیاپی و سریع، سبب فعال‌سازی گیرنده‌های عصبی واقع در عضلات و مفاصل تحتانی شده و در نتیجه، ارسال اطلاعات دقیق‌تر و سریع‌تری به سیستم عصبی مرکزی را موجب می‌شوند. با تداوم این روند، کیفیت کنترل عصبی بر وضعیت تعادل بهبود یافته و بدن توانایی بیشتری برای اعمال تنظیمات ظریف و سریع در جهت حفظ پایداری کسب می‌کند.

مکانیسم دیگر بهبود تعادل ایستا، تقویت عضلات تثبیت‌کننده است. طناب‌زنی را می‌توان نوعی تمرین قدرتی مؤثر برای گروه‌های عضلانی مختلف دانست که عضلات ناحیه ساق و مچ پا (که نقش اساسی در جذب شوک ناشی از پرش و انجام ریزحرکات اصلاحی برای حفظ تعادل دارند) و عضلات هسته‌ای یا مرکزی بدن (شامل عضلات شکم، کمر و لگن که وظیفه تثبیت تنه و کنترل مرکز ثقل بدن را بر عهده دارند) را به‌طور همزمان درگیر می‌کند. تکرار پرش‌های متوالی و تغییر جهت‌های پرشی، فشار قابل توجهی را به این عضلات وارد می‌آورد که در نهایت منجر به تقویت و افزایش هماهنگی بین آن‌ها می‌گردد. این توسعه عضلانی، توانایی بدن را برای کنترل مؤثر نوسانات و بی‌ثباتی‌های خفیف افزایش داده و از اختلال در تعادل جلوگیری می‌کند.

چند مطالعه محدود مانند نوروزی و همکاران (۱۳۹۵) و ماکاروک (۲۰۱۳) نتایج جزئاً متفاوتی گزارش کردند. مطالعه نوروزی بر روی چابکی و سرعت متمرکز بود و تعادل ایستا را به‌طور مستقیم بررسی نکرد. مطالعه ماکاروک نیز به‌صورت حاد و بر روی ورزشکاران مرد انجام شد و تأثیر گرم‌کردن با طناب را بر قدرت پرش بررسی کرد که مستقیماً با سنجش تعادل ایستا در دختران نوجوان ارتباطی ندارد.

یافته‌های مربوط به تعادل پویا که با دو آزمون بلندشدن و راهرفتن و راهرفتن پاشنه‌به‌پنجه اندازه‌گیری شد، نشان داد که هر دو پروتکل تمرینی منجر به بهبود معنادار این شاخص شدند. این نتایج با مطالعات شیخ‌الاسلامی وطنی و جهانی (۱۳۹۳)، قادریان و همکاران (۱۳۹۵)، ظهیری و همکاران (۱۳۹۷)، کاظمی و همکاران (۱۳۹۹)، فتحی رضائی و همکاران (۱۴۰۱)، الر و آکار (۲۰۱۸)، بیون (۲۰۱۹)، چن و وو (۲۰۲۲)، چنگیزل و همکاران (۲۰۲۲) و بوزوگلو (۲۰۲۴) همسو است. این پژوهش‌ها به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم نشان داده‌اند که تمرینات طناب‌زنی می‌تواند بر شاخص‌های مختلف تعادل، به‌ویژه تعادل پویا، تأثیر مثبت و معناداری بگذارد و بهبود در کنترل پاسچر، ثبات مرکز فشار و عملکرد در آزمون‌های تعادل پویا را پس از دوره‌های منظم طناب‌زنی گزارش کرده‌اند.

تعادل پویا به قابلیت فرد برای حفظ ثبات و پایداری بدن در خلال حرکت اشاره دارد. این فرآیند پیچیده تحت کنترل سیستم یکپارچه عصبی-عضلانی قرار دارد که برای حفظ تعادل، نیازمند پردازش دقیق و به‌موقع اطلاعات دریافتی از سیستم بینایی، دهلیزی و حس عمقی است. تمرینات طناب‌زنی با الگوهای زیگزاگ و زانوبلند، به شکل ویژه‌ای سیستم عصبی-عضلانی را در شرایط چالشی قرار می‌دهند و به آن یاری می‌رسانند تا داده‌های حاصل از این سه منبع حسی را با سرعت و دقت بیشتری پردازش نماید. تغییر جهت‌های مکرر و سریع در این الگوهای حرکتی، مغز را ناگزیر به دریافت، تجزیه و تحلیل و پاسخگویی به محرک‌های حسی تازه می‌کند. با تداوم



این روند، هماهنگی میان چشم‌ها، سیستم تعادلی و عضلات بهبود می‌یابد و بدن به شکلی مؤثرتر برای حفظ پایداری در جریان حرکات پویا آماده می‌شود.

مکانیسم دیگر بهبود تعادل پویا، تقویت عضلات درگیر در حفظ تعادل حین حرکت است. در اجرای تمرینات طناب‌زنی، عضلات ناحیه پا، مچ پا و همچنین عضلات هسته‌ای شامل شکم و کمر، نقش حیاتی در حفظ تعادل و ثبات ایفا می‌کنند. حرکات پیاپی پرش و تغییر مسیر، فشار قابل‌ملاحظه‌ای بر این عضلات وارد کرده و به تقویت و افزایش هماهنگی میان آن‌ها منجر می‌شود. به‌طور خاص، بالا آوردن مکرر زانوها در الگوی زانوبلند، فشار مضاعفی را بر عضلات مرکزی بدن تحمیل می‌کند که در نهایت تقویت و بهبود هماهنگی آن‌ها را در پی دارد. قوی‌تر شدن این عضلات، امکان کنترل بهتر نوسانات و بی‌ثباتی‌های حین حرکت را برای فرد فراهم می‌سازد.

علاوه بر این، تمرینات طناب‌زنی الگوی حرکتی خاصی را به بدن القا می‌کنند که مشابهت‌های زیادی با حرکات رایج در بسیاری از رشته‌های ورزشی و فعالیت‌های روزمره دارد. این نوع تمرین به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا الگوهای حرکتی کارآمدی را برای حفظ تعادل در حین جابه‌جایی فراگیرند و به‌صورت خودکار در حرکات خود به کار بندند. این یادگیری حرکتی عمقی نه‌تنها باعث بهبود عملکرد افراد در آزمون‌های استاندارد سنجش تعادل پویا می‌شود، بلکه این مهارت‌ها به فعالیت‌های روزمره و ورزشی آنان نیز تعمیم می‌یابد.

برخی مطالعات مانند ماکاروک (۲۰۱۳) و چنگیزل و همکاران (۲۰۲۲) نتایج جزئاً متفاوتی گزارش کردند. مطالعه ماکاروک بر اثرات حاد گرم‌کردن با طناب متمرکز بود، نه اثرات مزمن یک دوره تمرینی هشت‌هفته‌ای، و بنابراین با این پژوهش که به تأثیر تمرینات طولانی‌مدت می‌پردازد، قابل مقایسه مستقیم نیست. مطالعه چنگیزل نیز اگرچه بهبود عملکردی را نشان داد، اما اثر تمرینات پلايومتریک را بر برخی شاخص‌های بدنی برتر از طناب‌زنی دانست که می‌تواند نشان‌دهنده اثربخشی متفاوت روش‌های مختلف باشد.

یافته‌های این پژوهش دارای کاربردهای عملی مهمی برای مربیان تربیت‌بدنی، برنامه‌ریزان آموزشی و متخصصان علوم ورزشی است. تمرینات طناب‌زنی به‌دلیل سادگی اجرا، عدم نیاز به تجهیزات پیچیده و گران‌قیمت، امکان اجرا در فضاهای محدود و قابلیت اجرا به‌صورت فردی یا گروهی، می‌توانند به‌راحتی در برنامه‌های درسی مدارس، باشگاه‌های ورزشی و حتی در منزل گنجانده شوند. با توجه به اثربخشی مشابه هر دو شیوه تمرینی، توصیه می‌شود مربیان برای جلوگیری از یکنواختی و افزایش انگیزه دانش‌آموزان، از ترکیب این دو روش در برنامه‌های تمرینی استفاده کنند. برنامه تمرینی پیشنهادی می‌تواند شامل سه جلسه در هفته و هر جلسه ۴۰-۴۵ دقیقه (شامل ۱۰ دقیقه گرم‌کردن، ۲۰ دقیقه تمرین اصلی و ۵ دقیقه سردکردن) باشد.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تمرینات طناب‌زنی می‌توانند به‌طور همزمان بر چندین مؤلفه آمادگی جسمانی (استقامت، قدرت، تعادل) تأثیر بگذارند که آن‌ها را به یک تمرین چندمنظوره تبدیل می‌کند. این ویژگی به‌ویژه در برنامه‌های درسی مدارس که زمان محدود برای تربیت‌بدنی دارند، اهمیت زیادی پیدا می‌کند. همچنین، از آنجا که این پژوهش بر روی دختران نوجوان انجام شده که در مرحله حساسی از رشد و تکامل قرار دارند، نتایج نشان می‌دهند که این دوره سنی یک پنجره فرصت طلایی برای ایجاد سازگاری‌های مثبت از طریق تمرینات است.

منابع

آهن‌گران، سعید (۱۳۹۷). بررسی تأثیر تمرینات ورزشی بر سلامت جسمانی نوجوانان. مجله روانشناسی ورزشی، ۱۰(۲)، ۴۵-۶۲.



- سیدابراهیمی، زهرا. (۱۳۹۹). نقش تمرینات طناب‌زنی و زانو بلند در بهبود وضعیت فیزیکی و پیشگیری از بیماری‌های مزمن در نوجوانان. مجله سلامت و تربیت بدنی.
- اکبری، نرگس (۱۳۹۶). بررسی اثر تمرینات پلايومتریک بر قدرت عضلانی و تعادل پویا در نوجوانان دختر. مجله تمرینات ورزشی و سلامت، ۳۵-۴۵، (۲)۷.
- جعفری، نرگس؛ کریمی، مهدی؛ بهزادی، الهام (۱۳۹۸). تأثیر تمرینات طناب‌زنی بر تعادل ایستا و پویا در نوجوانان. مجله علوم ورزشی، ۱۳(۱)، ۲۰-۳۴.
- حیدری، فاطمه؛ عبداللهی، نرگس؛ قنبری، صادق (۱۳۹۹). تمرینات هوازی و اثرات آن بر استقامت و قدرت عضلانی نوجوانان. پژوهش‌های تربیت بدنی، ۷۱-۵۷، (۳)۸.
- خانلری، مهران. (۱۳۹۹). تأثیر ورزش بر سلامت روانی نوجوانان. نشریه علوم انسانی، ۱۴(۴)، ۲۱-۹.
- شهبازی، سارا (۱۴۰۱). مشکلات کم‌حرکی در میان نوجوانان ایرانی و راه‌کارهای مقابله با آن. مجله سلامت عمومی، ۱۹(۵)، ۷۷-۸۹.
- زکوی، ایمان؛ شریفی، مهرداد؛ پناهی زاده، مریم؛ ولی پور، علی اصغر (۱۳۹۳). تأثیر هشت هفته تمرینات طناب‌زنی بر اینترلوکین - ۱۸ و پروتئین واکنشگر C نوجوانان دارای اضافه وزن و چاق. ورزش و علوم زیست حرکتی، ۱۱(۱)، ۳۷-۴۸.
- شیخ الاسلامی وطنی، داریوش؛ جهانی، ناصح (۱۳۹۳). تأثیر تمرینات طناب‌زنی بر شاخص‌های آمادگی جسمانی پسران ۹-۱۲ ساله دارای اضافه وزن و چاق. مطالعات کاربردی علوم زیستی در ورزش، ۲(۳)، ۶۰-۷۱.
- صلواتی، م (۱۳۸۱). اختلالات کنترل وضعیتی در بیماران مبتلا به کمر درد مزمن و تأثیر آموزش‌های تثبیت کننده. پایان نامه کارشناسی ارشد، تهران، ایران: دانشگاه تربیت مدرس.
- ظهیری، مهسا؛ جعتی، زهرا؛ علی نیا، نرگس (۱۳۹۷). اثر تمرینات طناب‌زنی و پلايومتریک بر آمادگی جسمانی مرتبط با اجرا در دانش آموزان دختر ۸-۹ ساله. دومین همایش ملی دستاوردهای علوم ورزشی و سلامت اهواز، اهواز. <https://civilica.com/doc/813120>.
- عبداللهی، مریم؛ افضل پور، محمد اسماعیل؛ زردست، محمود (۱۴۰۰). تأثیر حاد دو نوع فعالیت مقاومتی بیشینه و هایپرتروفیک بر ایمنوگلوبولین‌های سرم (IgM, IgA, IgG) در دختران جوان سالم. مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش، ۸(۱)، ۶۰-۵۴.
- عباسی، فاطمه (۱۳۹۷). ارزیابی اثر تمرینات استقامتی بر قدرت عضلانی و تعادل ایستا در دانش‌آموزان دختر. نشریه فیزیولوژی و عملکرد ورزشی، ۳۰-۴۰، (۲)۸.
- فتحی رضائی، زهرا؛ نهروانی، سمانه؛ بهزادنیا، بهزاد؛ عباس پور، کوثر؛ نراقی، مهسا (۱۴۰۱). تأثیر تمرینات طناب‌زنی با و بدون موسیقی بر تعادل ایستا و پویای کودکان ۱۲-۱۰ سال. فصلنامه ذهن حرکت و رفتار، ۱۱(۱)، ۱-۱۲.
- فتاحی، علی؛ ایل بیگی، سعید؛ خیرخواه شستان، مهین؛ نظامی، نیلوفر (۱۳۹۹). بررسی اثرات ۸ هفته برنامه طناب‌زنی بر تعادل ایستا و پویای پسران کم توانی ذهنی آموزش پذیر. ششمین همایش بین المللی مطالعات ورزشی و سلامت در جهان اسلام، تهران. <https://civilica.com/doc/1181219>.
- قادریان، مهدی؛ قاسمی، غلام علی؛ ذوالاکتاف، وحید (۱۳۹۵). تأثیر تمرینات طناب‌زنی بر کنترل پاسچر، تعادل ایستا و پویای دانش آموزان پسر دارای کف پای صاف. مطالعات کاربردی علوم زیستی در ورزش، ۴(۸)، ۸۹-۱۰۲.
- کریم‌زاده، علی؛ حسینی، مریم؛ رضایی، محمد. (۱۳۹۹). تأثیر عدم توجه به فعالیت‌های بدنی بر سلامت و تناسب اندام نوجوانان. مجله تحقیقات تربیت بدنی و سلامت.
- کوهی، جواد؛ مرادی، فرهاد (۱۳۹۹). تحقیق در زمینه فاکتورهای ورزشی نوجوانان در مدارس ایران. مجله تحقیقاتی ورزشی، ۱۱(۲)، ۱۳۴-۱۵۰.



کاظمی، نسیم؛ کشاورزی، فریبا؛ احمدی، مژگان؛ حسینی، سید علی؛ مولایی، امین (۱۳۹۹). تاثیر هشت هفته تمرین طناب زنی و الاستیک بر آمادگی جسمانی کودکان دانش آموز. نشریه پرستاری کودکان، ۷(۲)، ۱-۱۰.

محبی، نیما (۱۴۰۱). برنامه ریزی تمرینات ورزشی برای بهبود تعادل و استقامت نوجوانان. پژوهش در آموزش تربیت بدنی، ۷(۲)، ۱۲۳-۱۳۸.

نظرزاده محمد، لتافتکار ع، صابونچی ر. اثر آموزش حسی- حرکتی در حس عمقی و همکاری عصبی عضلانی در کمر غیر اختصاصی بیماران مجله مطالعات پزشکی ورزشی، ۱۳۹۳؛ ۷۷:۱۴-۸۱.

نوروزی، پریسا، بیات، محمدرضا، پاپلی براتی، محمد امین، بدیع آخر، امین (۱۳۹۵). تاثیر ۶ هفته تمرینات طناب زنی زیگزاگ و زانو بلند روی سرعت و چابکی دختران ابتدایی دومین همایش ملی علوم ورزشی و تربیت بدنی ایران. منابع انگلیسی

Anderson, R. (2019). The impact of balance training on youth athletes. *Journal of Sports Science*, 45(2), 123-135.

Anderson, M. (2020). Social influences on adolescent sports participation. *Journal of Adolescent Health*, 67(3), 345-352.

Berg KO, Maki BE, Williams JI, Holliday PJ, (1992). Wood-Dauphinee SL. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil*; 73:1073-80.

Bozoğlu, Y. (2024). Chronic Effect of Jump Rope Exercises on Inspiratory and Expiratory Muscle Strength. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 9(1), 117-125.

Bouchard, C., & Rankinen, T. (2021). Individual Differences in Response to Regular Exercise: A Novel Resistance to Physical Activity. *Journal of Physiology*, 599(16), 3891-3903

Brown, T., & Johnson, L. (2021). The benefits of zigzag rope jumping in adolescent girls. *Journal of Physical Education and Sport*, 35(1), 45-55.

Byun, J. C. (2019). The effects of music rope skipping exercise on dynamic and static balance and body compositions in intellectual disabilities men. *Journal of Convergence for Information Technology*, 9(4), 139-145.

Bouchard, C., Blair, S. N., & Haskell, W. L. (2012). Physical activity and health. *Human Kinetics*

Chen & Wu, H. J. (2022). The effect of an 8-week rope skipping intervention on standing long jump performance. *International journal of environmental research and public health*, 19(14), 8472.

Cengizel, Ç. A. G. D. A. Ş., Öz, E., & Cengizel, E. (2022). Short-term plyometric and jump rope training effect on body profile and athletic performance in adolescent basketball players. *International Journal of Sport Studies for Health*, 5(2).

Davis, K. (2018). Understanding aerobic capacity in adolescents. *International Journal of Sports Medicine*, 39(4), 291-297.

Eler, N., & Acar, H. (2018). The Effects of the Rope Jump Training Program in Physical Education Lessons on Strength, Speed and VO 2 Max in Children. *Universal Journal of Educational Research*, 6(2), 340-345.

Fitzgerald, L. R., & Montalvo, M. (2021). Dynamic Balance Training: A Review of the Literature and Applications for Practice. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 16(3), 608-619.



Froese, S. M., & Sweeney, A. (2020). The Effects of Jump Rope Training on Physical Fitness: A Review of the Literature. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(6), 1644-1651.

Fathirezai, Z., Nahravani, S., Behzadnia, B., Abbaspour, K., & Naraghi, M. (2022). The Effect of Rope Exercises with and without Music on Static and Dynamic Balance in Children Aged 10-12 Years. *Mind, Movement, and Behavior*, 1(1), 17-32.

Garcia, L., & Lee, P. (2022). The role of physical activity in youth development. *Youth Sports Journal*, 27(3), 215-230.

Gorman, P. P., Butler, R. J., Plisky, P. J., Kiesel, K. B. (2012). Upper quarter Y balance test: Reliability and performance comparison between genders in active adults. *J Strength Cond Res*, 26(11), 30-43-8.

Haff, G. G., & Triplett, N. T. (2015). *Essentials of Strength Training and Conditioning* (4th ed.). Human Kinetics.

Holly, M., & Power, J. (2018). *High-knee jump rope exercises: An effective method for improving fitness*. Health and Sport Publishing.

Johnson, T. (2021). Effects of high-knee exercises on muscle strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(2), 130-138.

Johnson, K. R., & Lee, S. Y. (2019). Strength training effects on balance and endurance in middle school students. *International Journal of Sports Science*, 8(4), 256-265.

Johnson, M., Williams, K., & Smith, J. (2018). The effects of physical exercise on static and dynamic balance in adolescent girls. *Journal of Sports Science and Medicine*, 17(3), 345-352.

Lahtinen, U. (1986). "The development of the functional ability and physical activity of young people with mental retardation in different living settings: a follow – up study". Jyväskylä, Finland: *Studies in Sport Physical Education and Health*

Lee, S., et al. (2022). Coordination training and its effects on youth. *Journal of Sports Training*, 22(1), 56-72.

Luomajoki, H. (2011). Moseley G. Tactile acuity and lumbo pelvic motor control in patients with back pain and healthy controls. *British Journal of Sports Medicine*. 45, 437-440

Miller, R. (2019). Psychological benefits of physical activity in youth. *Child Health Journal*, 19(2), 75-81.

McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance* (8th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.

Makaruk, H. (2013). Acute effects of rope jumping warm-up on power and jumping ability in track and field athletes. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 20(3), 200-204.

McGill, SM. Childs, A. Liebensohn, C. Endurance times for low back stabilization exercises: clinical targets for testing and training from a normal database. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999; 80(8): 941- 4.

Plisky, P. J., Gorman, P. P., Butler, R. J., Kiesel, K. B., Underwood, F.B, Elkins, B. (2009). The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *NAm J Sports Phys Ther*, 4(2), 92-9.



Smith, J., Johnson, A., & Brown, P. (2020). The impact of zigzag jump rope training on muscular endurance and coordination in adolescents. *Journal of Sports Science and Physical Education*, 12(4), 230-245.

Smith, A., & Johnson, C. (2020). The importance of physical activity for adolescent health. *Health and Fitness Review*, 33(4), 200-210.

Sullivan, M. (2021). Knee Drive: An Important Aspect of Sprinting Mechanics. *Strength and Conditioning Journal*, 43(4), 82-89.

Shi, Z., Xuan, S., Deng, Y., Xu, B., & Lin, B. (2023). The Effect of Rope Jumping Training on The Dynamic Balance Ability and Hitting Stability among Adolescent Tennis Players: A Systematic Analysis of Randomized Controlled Trials.

Suzuki, T., Kim, H., Yoshida, H., & Ishizaki, T. (2004). Randomized controlled trial of exercise intervention for the prevention of falls in community-dwelling elderly Japanese women. *Journal of bone and mineral metabolism*, 22(6), 602-611.

Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2020). *Motor Control: Translating Research into Clinical Practice*. Lippincott Williams & Wilkins.

Thompson, L. (2021). Resistance training and its impact on adolescent health. *Journal of Adolescent Health*, 68(4), 451-459.

Williams, S. (2020). The importance of strength training for youth athletes. *Sports Performance Journal*, 30(2), 150-162.

Williams, J. (2020). The benefits of high-knee jump rope exercises for cardiovascular endurance and muscular strength. *Journal of Sports Science and Fitness*, 12(3), 45-59.

WHO (2021). *Global recommendations on physical activity for health*. World Health Organization.



The effect of 8 weeks of zigzag and high knee rope training on muscular endurance and strength, static and dynamic balance of female first grade high school students

Shadi Moshfegh^a, Zahra Sayevand^{*b}

a. Master of Science in Exercise Physiology, Malayer Branch, Islamic Azad University, Malayer, Iran

b. Assistant Professor, Department of Physical Education, Malayer Branch, Islamic Azad University, Malayer, Iran

Abstract

The present study aimed to investigate the effect of 8 weeks of zigzag and high knee rope training on muscular endurance and strength, static and dynamic balance of female first grade high school students. The research method was semi-experimental (pre-test and post-test) with two experimental groups (zigzag and high knee rope training) and a control group. The statistical population of the study included all female first-grade students in Malayer city, aged 13 to 15 years, of whom 45 were randomly selected (staged cluster) and then randomly assigned to three groups. Static balance was measured with Stork and Berg tests, dynamic balance with standing and walking tests, and heel-to-toe walking tests, muscular strength with a one-repetition maximum test for 10 repetitions of barbell shoulder press, barbell chest press, barbell squat, and barbell deadlift, and muscular endurance with crunch, side plank, and push-up tests. The results of the analysis of covariance and analysis of variance showed that 8 weeks of zigzag rope jumping and knee-high rope jumping exercises had an effect on muscular endurance, muscular strength, static and dynamic balance of female first-year high school students ($P < 0.05$), so that zigzag and knee-high rope jumping exercises caused the students' muscular endurance and strength levels to grow significantly and significantly, and these two groups of exercises also strengthened the students' dynamic and static balance. It was also found that in the endurance and muscular strength variables, the average of the knee-high rope jumping group was higher than that of the zigzag rope jumping group, and in this regard, there was a significant difference between the zigzag and knee-high exercises, while in the static and dynamic balance variables, the zigzag rope jumping group obtained higher scores than the knee-high rope jumping group ($P < 0.05$).

Keywords: Zigzag and knee-high rope skipping, muscular endurance and strength, static and dynamic balance

