



Effects of 6 Weeks of Slackline Training on Static and Dynamic Balance of Adolescent Girls

S. Arsham^{*1}, Z. Habibi²

¹ Department of Motor Behavior, Kharazmi University, Tehran, Iran

² PhD student in Sports Management, Islamic Azad University, Sari, Iran

ABSTRACT

Received: 6 March 2025

Reviewed: 10 April 2025

Revised: 5 May 2025

Accepted: 11 May 2025

KEYWORDS:

Biodex

Dynamic Balance

Girls

Slackline

Static Balance

Background and Objectives: This study aimed to investigate the effect of 6 weeks of slackline training on the static and dynamic balance of adolescent girls aged 9 to 12 years.

Methods: 30 novice female rock climbers were randomly divided into training and control groups. The training group performed balance exercises on a slackline for 6 weeks, 3 sessions per week. The static and dynamic balance of the participants was measured using the Biodex Balance System. Data were analyzed using paired and independent t-tests.

Findings: The results showed that slackline training significantly improved static and dynamic balance in the training group compared to the control group. Improvements were observed in the overall static balance index ($p = 0.010$), anteroposterior direction ($p = 0.035$), and mediolateral direction ($p = 0.006$), as well as in the overall dynamic balance index ($p = 0.001$), anteroposterior direction ($p = 0.014$), and mediolateral direction ($p = 0.000$).

Conclusion: The findings of this study indicate that slackline training is an effective intervention for enhancing static and dynamic balance in adolescent girls. As such, incorporating slackline exercises into training regimens can be a valuable method to improve balance and overall motor skill performance.

* Corresponding author

✉ saeedarsham@khu.ac.ir



NUMBER OF REFERENCES

2



NUMBER OF FIGURES

3



NUMBER OF TABLES

30



COPYRIGHTS

©2024 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

تأثیر ۶ هفته تمرینات اسلک لاین بر تعادل ایستا و پویای دختران نوجوان

سعید ارشم^{۱*}، زهرا حبیبی^۲^۱ دانشیار گروه رفتار حرکتی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران^۲ دانشجوی دکتری مدیریت ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

چکیده

پیشینه و اهداف: هدف از این پژوهش تعیین تأثیر ۶ هفته تمرینات اسلک لاین بر تعادل ایستا و پویای دختران

نوجوان بود.

روش‌ها: تعداد ۳۰ دختر نواآموز رشته صخره نوردی ۱۲-۹ ساله بصورت تصادفی به دو گروه تمرین و کنترل تقسیم شده و گروه تمرین، طی ۳ جلسه در هفته و به مدت ۶ هفته به انجام تمرینات تعادلی بر روی اسلک لاین پرداختند. تعادل ایستا و پویای آنها با دستگاه تعادل سنج بایودکس اندازه گیری شد و داده ها با استفاده از آزمون های t وابسته و مستقل تحلیل شد.**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که تمرینات اسلک لاین منجر به تفاوت معنی داری در تعادل ایستا در شاخص کلی ($p=0/01$)، جهت قدمی خلفی ($p=0/035$) و جهت میانی جانبی ($p=0/006$) و تعادل پویا در شاخص کلی ($p=0/001$)، قدمی خلفی ($p=0/014$) و جهت میانی جانبی ($p=0/000$) ایجاد می کند و در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل به طور معناداری بهتر بود ($p<0/05$).**نتیجه گیری:** این یافته ها نشان می دهد که تمرینات اسلک لاین باعث بهبود تعادل ایستا و پویای دختران نوجوان می شود و می توان از این فعالیت به عنوان زیربنایی جهت بهبود عملکرد تعادل در سایر مهارت ها استفاده کرد.

تاریخ دریافت: ۱۶ بهمن ۱۴۰۳

تاریخ داوری: ۲۱ فروردین ۱۴۰۴

تاریخ اصلاح: ۱۵ اردیبهشت ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۲۱ اردیبهشت ۱۴۰۴

واژگان کلیدی:

اسلک لاین

بایودکس

تعادل ایستا

تعادل پویا

دختران

* نویسنده مسئول

saeedarsham@khu.ac.ir

مقدمه

تعادل ایستا و پویا و ثبات کنترل قامت برای فعالیت های روزمره زندگی ضروری است [۱]. تعادل به عنوان فرآیند حفظ مرکز ثقل بدن در محدوده سطح اتکا معرفی می شود [۲ و ۳]. اهمیت تعادل در فعالیت های بدنی روزمره مانند نشستن، ایستادن، راه رفتن و انجام مهارت های ورزشی بسیار زیاد است [۴]. تعادل از اجزای جدایی ناپذیر مهارت های حرکتی است که نقش مهمی در موفقیت ورزشکاران ورزش های مختلف و به عنوان مهمترین بخش از توانایی آنها، در هر دو ورزش های کم تحرک مانند تیراندازی و ورزش های پرتحرک از قبیل ژیمناستیک و کشتی نقش تعیین کننده ای ایفا می کند [۵ و ۶].

همچنین از طریق مجموعه پیچیده ای از دستگاه های کنترل حسی حرکتی که مستلزم دروندادهای مختلف حسی است بدست آمده و حفظ می شود و اختلال در هر یک از این دروندادها موجب افزایش خطر افتادن می گردد [۷]. هر کدام از این دستگاه های بینایی، دهلیزی و حسی پیکری در شناسایی و پاسخ به نوع خاصی از محرک ها و آشفتگی های پاسچری عمل می کنند و برای جبران، حفظ و حتی بازآموزی تعادل، یک تعامل بین دستگاه ها و توانایی آنها وجود دارد [۸]. تعادل بیشتر از آمادگی بدنی و عملکرد عصبی عضلانی افراد تأثیر می پذیرد و انجام ورزش به طور منظم احتمالاً منجر به افزایش هماهنگی عصبی-عضلانی و تقویت عضلات و پایین آوردن آستانه تحریک گیرنده های حسی عمقی شده و باعث بهبود حفظ تعادل فرد

می شود. افراد می توانند با شرکت در برنامه های ورزشی منظم به ویژه تمریناتی که گیرنده های حسی عمقی را تحریک می کنند، وضعیت تعادل خود را بهبود بخشند و احتمال بروز آسیب های ورزشی ناشی از ضعف تعادل را کاهش دهند. می توان کنترل تعادل را از سه جنبه فیزیولوژیک، بیومکانیک و عملکردی مورد بررسی قرار داد [۸]. از نظر بیومکانیکی می توان آن را توانایی حفظ یا برگشت مرکز ثقل در محدوده پایداری توصیف کرد [۹]. از نظر عملکردی به شکل ایستا (حفظ یک وضعیت با حداقل حرکت در سطح اتکا) [۱۰]، نیمه پویا (یعنی حفظ یک وضعیت در حالی که سطح اتکا جا به جا می شود [۱۱] و پویا یا حفظ یک وضعیت با ثبات، همزمان با اجرای یک حرکت) تقسیم می شود [۱۰]. ضعف تعادل ایستا و پویا می تواند از طریق کاهش دقت و خطا در عملکرد حرکتی بدن زمینه آسیب دیدگی ورزشکار را فراهم کند [۱۲]. هر بی نظمی در هر یک از دستگاه ها ممکن است موجب بروز آشفتگی در کنترل پاسچر گردد، هر چند که اجرا و حفظ تعادل در وضعیت ایستا یا در حین فعالیت، به نیروی عضلانی و مکانیکی بدن وابسته است [۱۳]. احتمالاً می توان با استفاده از تمریناتی که تعادل را به چالش می کشند کنترل حرکتی را در تمام سطوح آن بهبود داد [۱۴]. تا به امروز روش های متعددی برای بهبود تعادل مورد بررسی و استفاده قرار گرفته اند، با این حال اثربخشی برخی از آنها مورد سؤال قرار گرفته است [۱۵-۱۷] در اسلک لاین (Slackline) که نوعی فعالیت ورزشی و یک مهارت حرکتی

تخصصی است، سطح اتکا ناپایدار به خوبی قابل مشاهده است. با توجه به مدل رشدی جنتایل بافت یا شرایط محیطی در اسکلاین به گونه ای است که در آن مهارت پیچیده تعادل باید در هر دو بعد ایستا و پویا تقویت شده و به اوج برسد. در این فعالیت یک تسمه یا طناب به دو ستون محکم در ارتفاع های مختلف از زمین متصل می شود و افراد سعی می کنند تعادل خود را روی آن حفظ کنند یا این که حرکتی مانند راه رفتن، پرش، چرخش روی آن انجام دهند. برخی مطالعات نشان داده که تمرینات تعادلی روی وسایلی که آشفته گی های سطحی غیرقابل کنترل ایجاد می کند احتمالا می تواند برای بهبود توانایی حفظ تعادل به ویژه روی سطوح متحرک سودمندتر از تمرین تعادلی روی سطح زمین یا سطوح قابل کنترل باشد [۱۰]. سرین (۲۰۱۷) گزارش داده است که به دلیل راهبردهای هماهنگی، الگوی تعادلی اسکلاین شبیه به سطوح حرکتی ناپایدار است و نمی تواند برای تکالیف سطح ثابت مفید باشد [۹]. از طرف دیگر گراناچر و همکارانش (۲۰۱۰) در مطالعه خود پیرامون تاثیر تمرینات اسکلاین بر قدرت و تعادل جوانان ۲۲ ساله نشان دادند که این تمرینات هیچ تاثیر معنی داری بر تعادل ایستا و پویا ندارد [۱۱]. در همین راستا، دونات و همکارانش (۲۰۱۳) نیز تاثیر تمرینات اسکلاین بر تعادل، عملکرد پرش و فعالیت عضلانی کودکان ۱۰ ساله را بررسی کردند، اما هیچ گونه تغییری در تعادل ایستا و پویا مشاهده نکردند [۱۲]. با این حال، هریسومالیس (۲۰۰۷)، دی استفانو و همکاران (۲۰۰۹) و لیسنسکی و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعات خود نشان دادند که تمرینات تعادلی موجب بهبود عملکرد تعادل ایستا و پویای افراد در زندگی روزمره و کاهش بروز آسیب در ورزشهای مختلف می گردد [۱۹-۱۷]. بر این اساس می توان اظهار داشت که اثربخشی تمرینات اسکلاین در فعالیت های نیازمند تعادل ایستا و پویا همچنان نامشخص است. لذا، این مطالعه با هدف ارزیابی تاثیر تمرینات اسکلاین بر تعادل ایستا و پویای دختران نوجوان و با فرض مثبت بودن اثر چنین تمریناتی انجام شده است.

روش شناسی

پژوهش حاضر از نوع بالینی با راهبرد نیمه تجربی است و طرح پژوهش به صورت درون آزمودنی پیش و پس آزمون یک گروهی است. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل تمام نوآموزان رشته صخره نوردی در مجموعه ورزشی انقلاب تهران بود، که از بین آنها ۱۵ دختر در دامنه سنی ۹-۱۲ ساله به صورت غیرتصادفی و داوطلبانه با تکمیل رضایت نامه دعوت به مشارکت شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل جنسیت زن، سن ۹ تا ۱۲ سال، عدم سابقه فعالیت منظم در رشته صخره نوردی، توانایی لازم برای شرکت در پروتکل ورزشی، سلامتی کامل بدنی و فاقد بیماری خاص و عدم مصرف دارو بود. همچنین معیارهای خروج از مطالعه شامل: بیماری های تنفسی، ناهنجاری های قامتی، مصرف داروی خاص، عدم اتمام پروتکل تمرینی، غیبت در

جلسات تمرین، آسیب دیدگی و ابتلا به هر نوع بیماری بود. آزمودنی ها تحت نظر پزشک ابتدا پرسشنامه دموگرافی را پر کرده سپس پزشک وضعیت بالینی و مصرف داروی آزمودنی ها را بطور کامل بررسی و جهت حضور در مطالعه تایید کرد. نمونه آماری این پژوهش شامل ۳۰ نفر بود که از بین دختران نوجوان رشته صخره نوردی مراجعه کننده به مجموعه ورزشی انقلاب تهران که برای شرکت در برنامه تحقیق حاضر دعوت شدند. مبنای انتخاب تعداد شرکت کنندگان بر اساس محاسبه نرم افزار جی پاور (G.Power 3.1) مطابق با روش پژوهش بود. شرکت کنندگان به صورت تصادفی به ۲ گروه ۱۵ نفری کنترل و تمرین تقسیم شدند.

آزمودنی های گروه تمرین در قالب یک گروه مداخله، تمرینات تعادلی بر روی اسکلاین را طی ۳ جلسه در هفته به مدت ۶ هفته اجرا نمودند. مراحل انجام پژوهش در باشگاه صخره نوردی وی راک در مجموعه ورزشی انقلاب تهران انجام شد. اگرچه افراد در طول هفته مشغول فعالیت ورزشی بودند اما، هیچ تجربه تخصصی با اسکلاین نداشتند. معیارهای ورود به مطالعه به شرح زیر بود: عدم سابقه آسیب تعادلی یا سابقه پیچ خوردگی مچ پا، درد ستون فقرات، زانو درد، سابقه در رفتگی و شکستگی اندام تحتانی، و برخورداری از شاخص توده بدنی (Body Mass Index, BMI) طبیعی (۱۸/۵ تا ۲۴/۹). برای شناسایی افراد با مشکلات جسمانی از جمله آسیب اندام تحتانی و یا مشکلات بینایی و دهلیزی، از فرم سابقه پزشکی استفاده شد [۲۰]. در تمام این مدت، گروه کنترل فقط تمرینات معمول صخره نوردی را انجام دادند.

وزن افراد با استفاده از ترازو تا دقت صدم کیلوگرم (با کمترین لباس) و قد افراد به صورت ایستاده کنار دیوار با متر نواری اندازه گیری شد. برای اندازه گیری تعادل ایستا و پویا از دستگاه تعادل سنج بایودکس مدل (SD) ساخت کمپانی بایودکس آمریکا در دانشگاه شهید بهشتی استفاده شد. دستگاه بایودکس دارای یک صفحه تعادل سنج دایره ای شکل، مانیتور و یک سیستم پردازشگر الکترونیکی است که داده ها را با فرکانس ۲۰ هرتز ثبت، همزمان پردازش و به حافظه دستگاه ارسال می کند. سطح پایداری دستگاه تعادل سنج دارای ۱۲ سطح پویا و یک سطح ثابت برای ارزیابی ایستا می باشد. سطح شماره ۱۲ باثبات ترین سطح و سطح شماره ۱ بی ثبات ترین حالت صفحه دستگاه می باشد. پس از ثبت مشخصات آزمون و آزمودنی ها، از افراد خواسته شد تا بدون کفش و جوراب روی صفحه دستگاه بایودکس بایستند. هر آزمودنی با نگاه کردن به مانیتور و تغییر محل قرارگیری کف پای خود بهترین حالت را انتخاب می کند، سپس مشخصات محل قرارگیری کف پا ثبت می شود.

برای سنجش تعادل ایستا و پویا تک پا (سمت راست) از گزینه Athlete single leg استفاده شد و پس از وارد کردن نام، سن و قد آزمودنی، گزینه چپ یا راست بودن پا و زاویه پا و موقعیت قرارگیری پاشنه پا را مشخص کرده و سطح تحرک یا ثابت بودن دستگاه تعیین

یافته‌ها

در جدول ۱ نتیجه آزمون شاپیرو ویلک برای نرمال بودن توزیع داده‌ها در متغیرهای وابسته ارائه شده است.

جدول ۱: نتایج آزمون شاپیرو ویلک برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها (p -value)

متغیر	خرده مقیاس	گروه تمرین	گروه کنترل
تعالادل ایستا	شاخص کلی	۰/۲۴۶	۰/۳۱۸
	قدامی- خلفی	۰/۳۴۹	۰/۳۴۹
تعالادل پویا	میانی- جانبی	۰/۳۱۸	۰/۳۵۱
	شاخص کلی	۰/۲۸۱	۰/۱۷۰
تعالادل ایستا	قدامی- خلفی	۰/۳۳۲	۰/۳۵۹
	میانی- جانبی	۰/۳۹۸	۰/۴۲۰

همان‌گونه که مشاهده می‌شود مقدار p در تمام خرده آزمون‌های تعادل ایستا و پویا در دو گروه بیشتر از مقدار ۰/۰۵ است، که حاکی از نرمال بودن این داده‌ها است و می‌توان از آزمون پارامتریک تی وابسته برای مقایسه درون گروهی و تی مستقل برای مقایسه بین گروهی استفاده کرد. نتایج آزمون تی وابسته برای هر دو آزمون تعادل ایستا و پویا در جدول ۲ گزارش شده است. همان‌گونه که می‌توان مشاهده کرد بین نمرات پیش آزمون و پس آزمون تعادل ایستا در شاخص کلی ($p = ۰/۰۱۰$)، جهت قدامی خلفی ($p = ۰/۰۳۵$) و جهت میانی جانبی ($p = ۰/۰۰۶$) تفاوت معنی‌داری وجود دارد و می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات اسلکلاین بر تعادل ایستا تاثیر داشته است.

می‌شود. برای تعادل ایستا، در قسمت platform setting، حالت (static) و برای تعادل پویا ناپایدارترین حالت متحرک یعنی حالت شماره ۱ را انتخاب کرده و آزمودنی ۳ کوشش ۲۰ ثانیه‌ای با ۱۰ ثانیه استراحت در بین کوشش‌ها انجام می‌داد. شرکت‌کننده در هر کوشش باید تعادل و پایداری قامت خود را بدون کوچکترین نوسانی حفظ کند. پس از اتمام سه کوشش نتایج حاصل از داده‌ها در سه شاخص کلی، جهت‌های قدامی - خلفی و میانی - جانبی ثبت شد. میزان انحراف صفحه از حالت افقی به منزله انحراف مرکز ثقل است و انحرافات از مرکز سطح اتکا به طور لحظه‌ای در حافظه دستگاه ثبت می‌شد. تفسیر نتایج دستگاه این است که پایین‌تر بودن نمره تعادل دال بر پایداری بیشتر فرد است [۲۱].

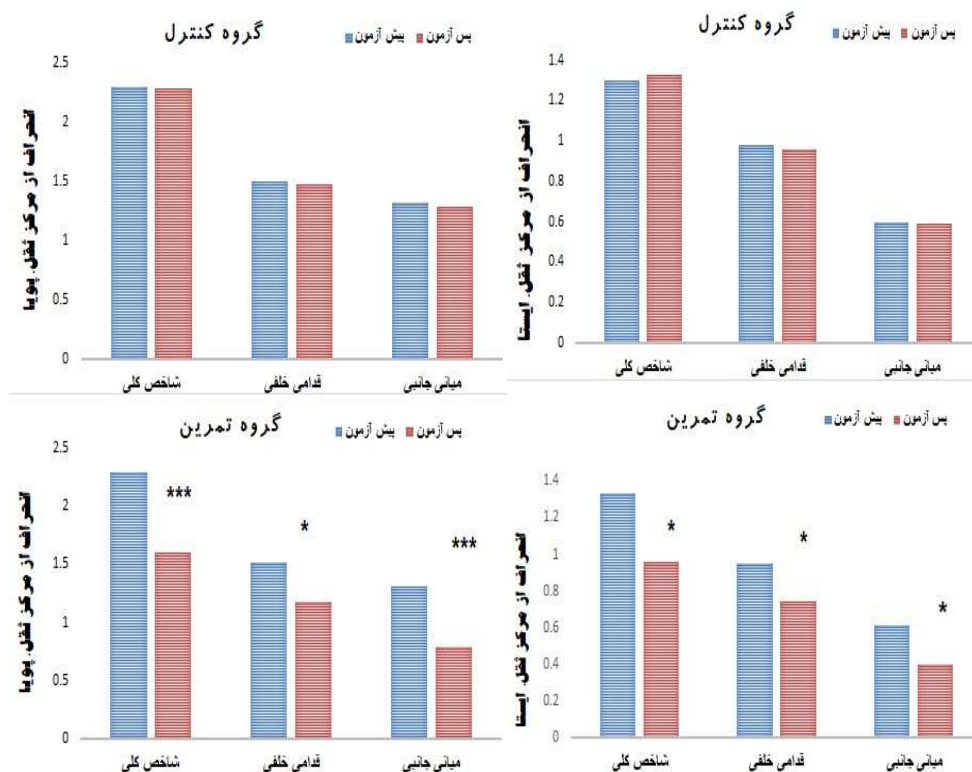
بعد از پیش آزمون، تمرینات تعادلی بر روی اسلکلاین طی ۳ جلسه در هفته و به مدت ۶ هفته انجام شد. تسمه اسلکلاین در ارتفاع ۶۰ سانتی متری از زمین قرار داشت و ابتدا طول آن روی ۲ متر تنظیم گردید. افراد به مدت یک هفته سعی می‌کردند به طور تک پا بر روی آن بایستند؛ در هفته دوم نیز طول تسمه ۲ متر بود و شرکت‌کنندگان توانستند مسافتی را طی کنند (میانگین ۴ گام) اما، در هفته سوم و چهارم هر هفته یک متر طول تسمه اضافه می‌شد و شرکت‌کنندگان مسافت بیشتری نسبت به جلسات گذشته طی می‌کردند. ۲ هفته آخر، طول تسمه ۵ متر بود و شرکت‌کنندگان مسافت تعیین شده را طی کردند. همه شرکت‌کنندگان راست پا بودند و برای شروع حرکت پای راست را روی تسمه قرار می‌دادند. در پس آزمون دوباره از دستگاه تعادل سنج بایودکس برای سنجش تعادل ایستا و پویا استفاده شد. در نسخه ۲۰ نرم‌افزار SPSS برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک و برای مقایسه میانگین‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیرها از آزمون پارامتریک t وابسته در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

جدول ۲: نتایج آزمون t وابسته برای مقایسه پیش آزمون و پس آزمون تعادل ایستا و پویا در دو گروه.

متغیر	خرده مقیاس	MD		t		df		p	
		تمرین	کنترل	تمرین	کنترل	تمرین	کنترل	تمرین	کنترل
تعالادل ایستا	شاخص کلی	۰/۲۷	۰/۳	۲/۹۹۵	۰/۳۳	۱۴	۱۴	۰/۰۱۰	۰/۱۹۰
	قدامی خلفی	۰/۲۰	۰/۲	۲/۳۳۲	۰/۲۴	۱۴	۱۴	۰/۰۳۵	۰/۱۳۹
	میانی جانبی	۰/۲۱	۰/۰۰	۳/۳۵۰	۰/۰۹	۱۴	۱۴	۰/۰۰۶	۰/۲۲۶
تعالادل پویا	شاخص کلی	۰/۶۹	۰/۱	۴/۲۶۰	۰/۱۸	۱۴	۱۴	۰/۰۰۱	۰/۳۱۱
	قدامی خلفی	۰/۳۴	۰/۱	۲/۷۹۱	۰/۱۹	۱۴	۱۴	۰/۰۱۴	۰/۲۱۰
	میانی جانبی	۰/۵۱	۰/۲	۴/۸۲۵	۰/۲۱	۱۴	۱۴	۰/۰۰۰	۰/۳۸۴

ضمن تاثیر بر تعادل پویا موجب بهبود آن در شاخص کلی، قدامی خلفی و میانی جانبی شده است. در خرده مقیاس‌های تعادل پویا در گروه کنترل تفاوت معناداری ایجاد نشد ($p > 0.05$). برای مقایسه بین گروه‌ها از آزمون t مستقل استفاده شد و نتایج در جدول ۳ و نمودار ۲ مشخص شده است.

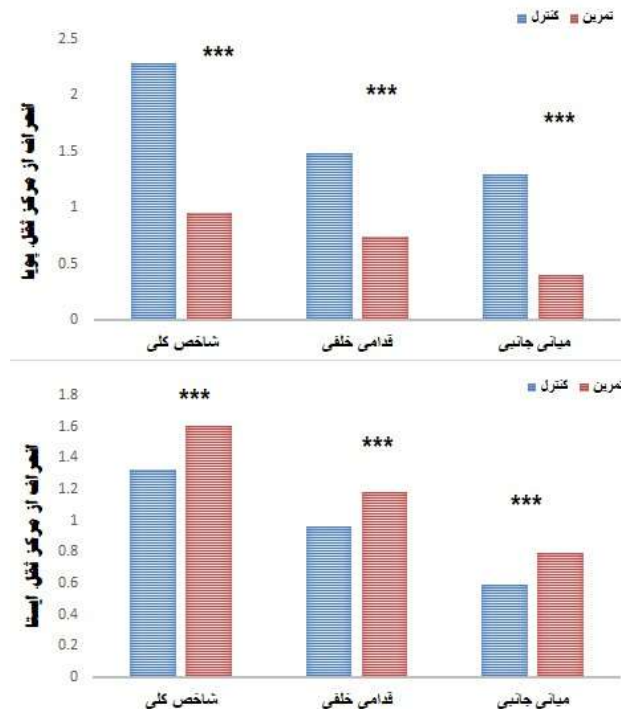
به عبارت دیگر، تمرینات اسکلالاین موجب بهبود تعادل ایستا در شاخص کلی، قدامی خلفی و میانی جانبی شده است. اما، در هیچکدام از متغیرهای گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد ($p > 0.05$). همچنین، بین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون تعادل پویا در شاخص کلی ($p = 0.001$)، جهت میانی جانبی ($p = 0.000$) و جهت قدامی خلفی ($p = 0.014$) تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. تمرینات اسکلالاین



نمودار ۲: مقایسه تعادل ایستا و پویا در سه حالت شاخص کلی، قدامی خلفی، میانی جانبی به تفکیک گروه کنترل و تمرین، نتایج t وابسته. *: تفاوت معنادار در سطح ۰/۰۵ نسبت به پیش‌آزمون، **: تفاوت معنادار در سطح ۰/۰۱ نسبت به پیش‌آزمون.

جدول ۳: نتایج آزمون t مستقل جهت مقایسه تعادل ایستا و پویا بین دو گروه تمرین و کنترل.

متغیر	خرده مقیاس	MD	t	df	p
تعادل ایستا	شاخص کلی	۰/۲۴	۲/۸۰۵	۱۴	۰/۰۰۱
	قدامی خلفی	۰/۲۴	۲/۴۹۱	۱۴	۰/۰۱۴
	میانی جانبی	۰/۳۰	۳/۰۳۶	۱۴	۰/۰۰۰
تعادل پویا	شاخص کلی	٪۱۲۸	۴/۱۲۰	۱۴	۰/۰۰۱
	قدامی خلفی	٪۱۰۰	۳/۹۶۱	۱۴	۰/۰۰۴
	میانی جانبی	٪۳۲۰	۵/۱۵۶	۱۴	۰/۰۰۰



نمودار ۲: مقایسه تعادل ایستا و پویا بین گروه تمرین و کنترل در فاز پس آزمون در سه حالت شاخص کلی، قدامی خلفی، میانی جانبی، نتایج t مستقل. ***: تفاوت معنادار در سطح $0/01$ نسبت به گروه کنترل.

با توجه به اثرگذاری تمرینات اسکلایلین بر جنبه های آزمون شده تعادل، نتایج پژوهش حاضر با یافته های پژوهش های انجام شده بر تعادل ایستا در شاخص کلی از جمله تحقیق گراناچر (۲۰۱۰) و دونات (۲۰۱۳)، ناهمسو است. در مطالعه گراناچر (۲۰۱۰) که بر روی ۲۷ شرکت کننده به مدت ۴ هفته با میانگین سنی ۲۲ سال با هدف تعیین تاثیر تمرینات اسکلایلین برای ارتقای قدرت و تعادل انجام شد، از دستگاه سکوی نیرو برای اندازه گیری متغیرهای تعادل (ایستا و پویا) استفاده گردید. نتایج نشان داد تمرینات اسکلایلین هیچ اثر معناداری بر تعادل ایستا و پویا نداشته است [۱۱].

همچنین در پژوهش دونات (۲۰۱۳) پیرامون تاثیر تمرینات اسکلایلین بر تعادل، عملکرد پرش و فعالیت عضلانی کودکان ۱۰ ساله، برای سنجش تعادل ایستا از دستگاه سکوی نیرو و اندازه گیری جابجایی مرکز فشار به صورت تک پا استفاده شد که نتایج آنها نشان داد تمرینات اسکلایلین هیچ اثر معناداری بر بهبود تعادل ایستا با استفاده از دستگاه سکوی نیرو نداشته است. دلیل ناهمسو بودن پژوهش انجام شده با دو پژوهش بالا، ممکن است تفاوت در نوع ابزار اندازه گیری باشد زیرا در مطالعه حاضر از دستگاه تعادل سنج بایودکس که سه شاخص تعادل کل و نوسانات میانی جانبی و قدامی خلفی را بررسی می کند، استفاده شد. به همین دلیل این دستگاه، دقت و پایداری لازم جهت سنجش تعادل ایستا و پویای ورزشکاران را نسبت به دستگاه سکوی نیرو دارد و همچنین ممکن است ناهمسویی به علت کم بودن مدت مداخله (۴ هفته) باشد.

بر اساس نتایج جدول ۳، مقایسه پس آزمون در تعادل پویا و ایستا بین دو گروه تمرین و کنترل نشان می دهد که در همه زیر مقیاس ها تفاوت معناداری به نفع گروه تمرین وجود دارد. بطوری که بین نمرات تعادل ایستا دو گروه در شاخص کلی ($t=2/805$ و $p=0/001$)، جهت قدامی خلفی ($t=2/491$ و $p=0/014$) و جهت میانی جانبی ($t=3/036$ و $p=0/000$) تفاوت معنی داری وجود دارد. همچنین در تعادل پویا، بین نمرات دو گروه در شاخص کلی ($t=4/120$ و $p=0/001$)، جهت قدامی خلفی ($t=3/961$ و $p=0/004$) و جهت میانی جانبی ($t=5/156$ و $p=0/010$) تفاوت معنی داری وجود دارد. بر این اساس، و با توجه به تفاوت معنادار خرده مقیاس ها در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل، می توان گفت که تمرینات اسکلایلین از طریق کاهش معنادار انحراف از مرکز ثقل موجب بهبود معنادار تعادل پویا و ایستای صخره نوردان شد (نمودار ۲).

بحث

هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر تمرینات اسکلایلین بر تعادل ایستا و پویای دختران نوجوان بود. نتایج تحقیق نشان داد که تفاوت معناداری در تعادل ایستا و تعادل پویا در شاخص کلی و در جهت قدامی خلفی و میانی جانبی نمرات پیش آزمون و پس آزمون شرکت کنندگان وجود دارد؛ بنابراین این روش تمرینی می تواند بر تعادل ایستا و پویا تاثیرگذار باشد و موجب تقویت و بهبود تعادل در شاخص کلی، جهت قدامی خلفی و میانی جانبی گردد.

فرکانس تقریباً در همه درجات آزادی به طور همزمان مشخص کرد. مشاهده انتقال کم راهبردهای هماهنگی به کار فلامینگو شواهد بیشتری را برای اصل اختصاصی بودن کار در تمرین تعادل می افزاید، به این معنی که تمرین اسلکلاین به تنهایی برای افزایش کنترل وضعیتی در موقعیت های چالش برانگیز دیگر کافی نخواهد بود [۱۰].

در مطالعه فستشمید (۲۰۱۳) نیز اندازه گیری مرکز ثقل و زوایای مفصلی (زانو، لگن، مچ پا) از طریق سینماتیک سه بعدی در طول ایستادن تک پا در دو سطح ثابت و متحرک هیچ گونه تغییراتی را در جهت قدامی خلفی پویا در هیچ یک از مفاصل مچ پا، ران و زانو نشان نداد. شاید یک دلیل دیگر ناهمسو بودن نتایج مطالعه حاضر با دو مورد این باشد که داده های حاصل به اندازه کافی برای استنباط تغییرات مورد نظر به ویژه در سطح کینماتیک استخراج نشده است. البته شیوه اندازه گیری تعادل نیز به نحوی بر پارامترهای خروجی حرکت در سطح بیومکانیکی تاثیر می گذارد. در سطح متحرک بهبودی تعادل در جهت میانی جانبی در محدوده زانو و لگن وجود داشت اما تغییری در مفصل مچ پا مشاهده نشد.

بر اساس مبانی نظری می توان گفت، از آنجا که در هر رشته ورزشی به سطوح مختلفی از فرایندهای حسی- حرکتی برای اجرای مهارتها و حفاظت از دستگاه عصبی عضلانی در برابر آسیب دیدگی نیاز دارد؛ از این رو هر رشته ورزشی، نسبت به ویژگی و نیاز خود و نوع تمرینات و مهارتهایی که انجام می گردد سطوح مختلفی از تعادل را تقویت می کند. هوراک و ناشنر (۱۹۸۶) معتقدند که راهبرد ران برای بازگرداندن تعادل، در پاسخ به نیروهای برهم زننده بزرگتر و سریع تر و یا زمانی که سطح حمایت کننده کوچکتر از سطح پا است؛ مانند ایستادن بر روی تسمه اسلک مورد استفاده قرار می گیرد؛ اما راهبرد مچ پا اصلی ترین راهبرد در کنترل تعادل در جهت قدامی خلفی است. راهبرد مچ پا و سینرژای عضلانی مربوط به آن از اولین الگوهایی است که جهت کنترل نوسان بدن در وضعیت ایستاده در جهت قدامی خلفی شناسایی شد. راهبرد مچ پا بیشتر در وضعیت هایی استفاده می شود که عامل برهم زننده تعادل ضعیف و سطح اتکا به اندازه کافی بزرگ است. لازمی استفاده از این راهبرد دامنه حرکتی کامل مفصل و قدرت کافی در عضلات اطراف مچ می باشد [۲۲]. در شرایطی که فرد روی یک سطح باریک و بی ثبات ایستاده است، برخی عضلات بطور طبیعی به نوسان قدامی خلفی، پاسخ می دهند. فعالیت عضلانی عضلات شکم حدود ۹۰ تا ۱۰۰ هزارم ثانیه پس از اعمال نیرو شروع می شود، پس از آن عضله چهارسر فعال می گردد [۲۲]. حرکت سطح اتکا به سمت عقب باعث ایجاد نوسان به سمت جلو می شود. فعالیت عضلانی در حدود ۹۰ تا ۱۰۰ میلی ثانیه پس از حرکت سطح اتکا، در عضله دوقلو شروع می شود و به دنبال آن عضله همسترینگ ۲۰ تا ۳۰ میلی ثانیه بعد فعال می شود و نهایتاً عضله راست کننده ستون مهره ها فعال میشود. فعال شدن عضله دوقلو باعث ایجاد گشتاور دورسی فلکشن مچ پا می شود و حرکت نوسانی بدن به سمت جلو را معکوس می نماید،

نتیجه پژوهش حاضر با یافته های تحقیقات انجام شده برای تعادل ایستا در شاخص کلی از جمله تحقیق دونات (۲۰۱۶) سارتو و همکاران (۲۰۲۲) و نیز با پژوهش دی استفانو و همکارانش (۲۰۰۹) که اثر تمرینات تعادلی بر افراد سالم را بررسی کرده بودند همراستا می باشد.

به علاوه، نتایج حاضر با یافته های تحقیقات انجام شده برای تعادل ایستا در جهت قدامی خلفی از جمله مطالعه فستشمید و دیگران (۲۰۱۳) هم راستا می باشد. در مطالعه فستشمید (۲۰۱۳)، آزمودنی ها با میانگین سنی ۲۳ سال به مدت ۴ هفته جهت بهبود ثبات قدامی به تمرینات اسلکلاین پرداختند. مرکز ثقل و زوایای مفصلی (زانو، لگن، مچ پا) از طریق سینماتیک سه بعدی در طول ایستادن تک پا در دو سطح ثابت و متحرک اندازه گیری شد. نتایج نشان داد در سطح ثابت (ایستا) در جهت قدامی خلفی میانگین مرکز ثقل بهبود داشته است؛ در نهایت به این نتیجه رسیدند که تمرینات اسلکلاین موجب بهبودی ثبات وضعیتی در ایستادن تک پا بر سطح ثابت در جهت قدامی خلفی می شود. با این حال این نتایج با مولفه میانی جانبی تعادل ایستا در مطالعه فستشمید و همکاران (۲۰۱۳) ناهمسو است. همان طور که پیشتر اشاره شد، احتمالاً علت ناهمسو بودن نتایج، تفاوت در نوع ابزار اندازه گیری و کم بودن مدت برنامه تمرینی (۴ هفته) باشد.

در شاخص کلی تعادل پویا نتایج متناقضی با پژوهش های گرانچر (۲۰۱۰) و دونات (۲۰۱۳) دیده می شود. گرانچر (۲۰۱۰) هنگام بررسی تاثیر تمرینات اسلکلاین بر قدرت و تعادل دریافت که این تمرینات هیچ اثر معناداری بر تعادل پویا (حاصله از جابجایی مرکز فشار روی سکوی نیرو) ندارد. در مطالعه دونات (۲۰۱۳) نیز تاثیر تمرینات اسلکلاین بر تعادل، عملکرد پرش و فعالیت عضلانی به صورت تک پا (چپ و راست) بر روی دستگاه سکوی نیرو بررسی شد و نتایج وی تغییری را در تعادل پویا نشان نداد. به نظر می رسد کم بودن زمان مداخله پژوهش حاضر به عنوان محدودیتی قلمداد می شود که نتایجی ناهمسو با گرانچر (۲۰۱۰) را نشان می دهد. در مطالعه دونات (۲۰۱۳) نیز برای توجیه عدم مشاهده تغییر در تعادل پویا به همگن نبودن گروه ها اشاره شده است.

در تحقیق سرین و همکارانش (۲۰۱۷) راهبردهای تعادلی با ابعاد بالا قبل و بعد از یک مداخله تمرینی ۶ هفته ای اسلکلاین استفاده شد. سیزده آزمودنی قبل و بعد از تمرین تعادل فلامینگو و اسلکلاین را انجام دادند و کینماتیک کل بدن استخراج شد. محاسبه و تجزیه و تحلیل دامنه حرکت، سرعت و فرکانس مرکز جرم و زوایای مفصل از لگن، تنه و ساق پا در راستای افزایش زمان ایستادن آنها در تکلیف فلامینگو و اسلکلاین بود، اما اندازه اثر در اسلکلاین بیش از سه برابر بزرگتر بود. در این مطالعه، تجزیه و تحلیل کینماتیکی نشان داد که الگوی هماهنگی تعادل بین قبل و بعد از آزمون فقط برای تکلیف اسلکلاین تفاوت معنی داری داشت. تغییر در هماهنگی تعادل در اسلکلاین را می توان با افزایش دامنه حرکت و کاهش سرعت و

بر روی تعادل ایستا در جهت میانی جانبی این است که منجر به تقویت عضلات مرکزی می شود و تقویت عضلات این ناحیه باعث بهبود کنترل عصبی عضلانی و جابجایی کمتر مرکز ثقل به خارج از سطح اتکا و کاهش نوسانات آن و بهبود حفظ تعادل می شود. از سوی دیگر تمرینات تعادل اسکلایین کارایی دستگاه عصبی عضلانی را بهبود بخشیده که این خود منجر به بهبود آرتروکینماتیک کمربند لگنی - رانی در طی حرکات زنجیره حرکتی عملکردی و تعادل عضلانی مطلوب تر می شود [۲۵]. بر اساس این تحقیقات این تمرینات تأثیر زیادی بر تقویت عضلات قامت داشته است و فعالیت این عضلات در تمریناتی که بر روی سطح ناپایدار انجام می شوند، نسبت به سطح پایدار بیشتر است [۲۶]. احتمالاً یکی از دلایل بهبود تعادل پویا پس از انجام تمرینات اسکلایین تقویت عضلات و افزایش هماهنگی انقباضات عضلات همکار می باشد. اسکلایین یک محیط ناپایدار را برای تحریک واحدهای حرکتی بیشتر فراهم می کند. هر چه این بی ثباتی افزایش یابد، عضلات بیشتری جهت حفظ ثبات به کار گرفته می شوند. زمانی که واحدهای حرکتی بیشتری به کار گرفته شوند سطوح بالاتری از تعادل، حس عمقی، کنترل عصبی عضلانی، ثبات مفصل و قدرت فراهم می شود. بهبود تعادل در اثر تمرین روی سطح ناپایدار را می توان به عواملی از جمله تقویت عضلات درگیر در تعادل، افزایش قدرت و توان عضلات همسترینگ و چهارسر و بهبود عملکرد قشر مخ و افزایش هماهنگی ارگانهای درگیر در تعادل، نسبت داد [۲۷]. هم چنین تمرین روی سطح ناپایدار به علت تحریک بیشتر عضلات عمقی و از طرفی انقباض همزمان عضلات، اثر بیشتری در بهبود تعادل دارد. ماهیت پویای اسکلایین می تواند وضعیت بدن، تعادل، هماهنگی، آگاهی بدن، انعطاف پذیری و قدرت را ارتقا بدهد. همچنین می توان گفت دلیل تأثیر اسکل بر تعادل پویا، افزایش سفتی مفصلی در نتیجه افزایش فعالیت عضلانی است. اسکلایین، به دلیل بالا بودن حرکات پویا، به بازیابی تعادل بیشتر از حفظ تعادل منجر می شود [۲۳].

سرنجام، یکی از محدودیت‌های این مطالعه عدم کنترل تفاوت‌های فردی و فعالیت‌های روزمره بین شرکت کنندگان بود. می توان پیشنهاد داد که جهت کنترل نوسانات پویا، فعالیت عضلات شانه و آرنج با استفاده از دستگاه الکترومیوگرافی (EMG) سنجیده شود تا میزان دخالت این سازوکار در تعادل پویا به طور دقیق مشخص گردد. همچنین، پژوهشی در زمینه ماندگاری توانایی تعادل پس از یک دوره بی تمرینی بعد از تمرینات اسکلایین روی بازیکنان رشته های ورزشی تعادلی مانند باله، اسکیت و ... انجام پذیرد.

نتیجه گیری

بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که ۶ هفته تمرینات اسکلایین می تواند باعث بهبود تعادل ایستا و پویا در شاخص کلی، جهت قدامی خلفی و میانی جانبی شود. احتمالاً یک دلیل بهبود

یعنی بدن را به سمت عقب بر می گرداند. فعال شدن عضلات همسترینگ و راست کننده ستون مهره ها، ران و زانوها را در وضعیت اکستنشن حفظ می کند. با حرکت سطح اتکا به سمت جلو، بدن به سمت عقب نوسان می کند، فعالیت درشت نئی قدامی شروع می شود و سپس چهارسر ران و نهایتاً عضلات شکمی فعال می شوند است. طبق توضیحات بالا در جهت قدامی خلفی هر دو راهبرد مچ پا و ران در سطح متحرک فعال می شوند اما راهبرد مچ پا بیشتر در سطوح ثابت و راهبرد ران بیشتر در سطوح متحرک کاربرد دارد؛ اما طبق نتایج به دست آمده تمرینات اسکلایین باعث بهبود تعادل ایستا و پویا در جهت قدامی خلفی شد و طبق نتایج حاصل از فرضیه دوم (تأثیر تمرینات اسکلایین بر قدرت مچ پا) می توان گفت بهبود در قدرت مچ پا تا حدودی باعث بهبود در تعادل قدامی خلفی و راهبرد مچ پا می شود.

در حقیقت، اولین کوشش‌ها بر روی اسکلایین منجر به نوسانات میانی جانبی می شود که تمرین موجب کاهش این نوسانات و در نتیجه بهبود ثبات پاسچری می شود [۲۳]. تحقیقات اولیه در بررسی راهبردهای کنترل تعادل، فقط جهت قدامی خلفی را بررسی کرده اند. پژوهش های اخیر، نشان داده است که راهبردهایی هم برای کنترل تعادل در سطح میانی - جانبی مورد استفاده قرار می گیرند. این بدان علت است که برای حفظ تعادل، نیروها در مفاصل و جهات مختلف فعال شوند. برای مثال، در اندام تحتانی حرکت میانی جانبی در مفاصل مچ و زانو احتمالاً بسیار کم است؛ بنابراین مفصل ران مفصل اصلی اندام تحتانی برای حفظ تعادل در جهت میانی جانبی است. عده ای از محققان پیشنهاد دادند که بر خلاف کنترل پاسچر در جهت قدامی خلفی که در مفصل مچ پا صورت می گیرد کنترل تعادل در جهت میانی جانبی به طور اولیه در مفصل ران و تنه صورت می گیرد. در حالت ایستاده زمانی که پاها به هم چسبیده هستند مقداری حرکت در مفصل مچ نیز انجام می شود اما هنگامی که پهنای ایستادن (فاصله پاها از هم) بیش از ۸ سانتی متر می گردد این حرکت به حداقل می رسد. بر خلاف الگوی واکنش عضلانی در قدامی خلفی که از دیستال به پروگزیمال سازماندهی می شود، الگوهای فعالیت عضلانی در جهت میانی جانبی از پروگزیمال به دیستال است؛ یعنی عضلات ران قبل از عضلات مچ پا فعال می شوند [۲۲]. ورزشکاران رشته اسکلایین به منظور جلوگیری از نوسانات میانی جانبی بیشتر به درون دادهای بینایی و دهلیزی وابسته هستند، درون داد بینایی و دهلیزی به ویژه زمانی اهمیت پیدا می کند که سطح اتکا ناپایدار باشد. ناپایدار بودن اسکلایین ممکن است نسبت به تمرینات بر روی زمین، تعداد بیشتری از واحدهای حرکتی عضلات ثبات دهنده تعادل را تحریک کند همچنین موجب فعال شدن برخی از مناطق ساقه مغز، دستگاه دهلیزی و مخچه می شود [۲۴]. در سطح ثابت بدن به طور عمده از مچ پا استفاده می کند اما کنترل نوسانات اسکلایین بیشتر برعهده ران و زانو است. شاید یکی از دلایل تأثیر تمرینات اسکلایین

[5] Zemková, E. (2014). Sport-specific balance. *Sports Medicine*, 44(5), 579-590.

[6] Rinkel, W. D., van Nieuwkesteele, S., Cabezas, M. C., van Neck, J. W., Birnie, E., & Coert, J. H. (2019). Balance, risk of falls, risk factors and fall-related costs in individuals with diabetes. *Diabetes research and clinical practice*, 158, 107930.

[7] Lockie, R. G., Schultz, A. B., Callaghan, S. J., & Jeffriess, M. D. (2013). The effects of isokinetic knee extensor and flexor strength on dynamic stability as measured by functional reaching. *Isokinetics and Exercise Science*, 21(4), 301-309.

[8] Abd Allah, H. A. H., Sayed, A. A., Mahmoud, A. R., Lasheen, Y. R., & Mehmed, S. (2023). Impact of chronic obstructive pulmonary diseases on static and dynamic balance: 2024, V. 10, No. 4. *Health, sport, rehabilitation*.

[9] Serrien, B., Hohenauer, E., Clijisen, R., Taube, W., Baeyens, J. P., & Küng, U. (2017). Changes in balance coordination and transfer to an unlearned balance task after slackline training: a self-organizing map analysis. *Experimental brain research*, 235(11), 3427-3436.

[10] Sarto, F., Pizzichemi, M., Chiossi, F., Bisiacchi, P. S., Franchi, M. V., Narici, M. V., ... & Marcolin, G. (2022). Physical active lifestyle promotes static and dynamic balance performance in young and older adults. *Frontiers in Physiology*, 13, 986881.

[11] Granacher, U., Iten, N., Roth, R., & Gollhofer, A. (2010). Slackline training for balance and strength promotion. *International journal of sports medicine*, 31(10), 717-723.

[12] Donath, L., Roth, R., Ruegge, A., Groppa, M., Zahner, L., & Faude, O. (2013). Effects of slackline training on balance, jump performance & muscle activity in young children. *International journal of sports medicine*, 34(12), 1093-1098.

[13] Donath, L., Roth, R., Zahner, L., & Faude, O. (2016). Slackline training and neuromuscular performance in seniors: A randomized controlled trial. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 26(3), 275-283.

[14] Lehman, G. J. (2007). An unstable support surface is not a sufficient condition for increases in muscle activity during rehabilitation exercise. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 51(3), 139-143.

[15] Söderman, K., Werner, S., Pietilä, T., Engström, B., & Alfredson, H. (2000). Balance board training: prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 8(6), 356-363.

[16] Wahl, M. J., & Behm, D. G. (2008). Not all instability training devices enhance muscle activation in highly resistance-trained individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4), 1360-1370.

[17] Hrysomallis, C. (2007). Relationship between balance

تعدادل پویا پس از انجام تمرینات اسکللاین، تقویت عضلات و افزایش هماهنگی انقباضات عضلات همکار می باشد [۹]. اسکللاین یک محیط ناپایدار را برای تحریک واحدهای حرکتی بیشتر فراهم می کند. هر چه این بی ثباتی افزایش یابد، عضلات بیشتری جهت حفظ ثبات به کار گرفته می شوند. از آنجا که آموزش تعادل سنتی هنوز در کودکان مفید نبوده و ممکن است جذاب نباشد، رویکردهای نوآورانه جذاب تر به نظر می رسند و می توانند در رویکردهای فعالیت فیزیکی چند حالت به کار گرفته شوند. در این راستا، آموزش اسکللاین ممکن است به عنوان ابزاری کارآمد و امکان پذیر باشد که می تواند در یک آموزش در باشگاه ها و تیم های صخره نوردی گنجانده شود [۲۸و۲۹]. تحقیقات آینده با توجه ویژه به سازگاریهای عصبی عضلانی در نتیجه روشهای مختلف آموزش و قابلیت انتقال آنها به سایر وظایف هماهنگ کننده ضروری به نظر می رسد. بعلاوه، به نظر می رسد مطالعه تفاوت های بالقوه در سازگاری های عصبی عضلانی بین کودکان خردسال، بزرگسالان و سالمندان موضوع جالبی باشد.

مشارکت نویسندگان

نویسندگان در تمام مراحل پژوهش مشارکت یکسانی داشتند.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر حاصل یک مطالعه پژوهشی مستقل بوده و از هیچ نهادی منابع مالی دریافت نکرده است. پژوهشگران لازم می دانند از مسئولان محترم مجموعه ورزشی انقلاب تهران و شرکت کنندگان در این پژوهش تشکر و قدردانی به عمل آورند.

تعارض منافع

هیچگونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

منابع و مآخذ

[1] Muehlbauer, T. (2021). Effects of balance training on static and dynamic balance performance in healthy children: role of training duration and volume. *BMC research notes*, 14(1), 465.

[2] Jouira, G., Borji, R., Waer, F. B., Srihi, S., Rebai, H., & Sahli, S. (2024). Impact of neuromuscular training including balance, strength and plyometric exercises on static and dynamic balance in high-level male runners with mild intellectual disability. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 37(3), e13211.

[3] Muehlbauer, T., Giesen, M., Roß, N., Schedler, S., & Hill, M. W. (2024). Time-course of balance training-related changes on static and dynamic balance performance in healthy children. *BMC Research Notes*, 17(1), 81.

[4] Pontaga, I., Vilks, S., & Abolins, V. (2024). Assessment of static and dynamic balance performance in team sports athletes. *Journal of Physical Education and Sport (JPES)*, 24(1), 123-132.

journal, 29(2), 10.

[25] Willardson, J. M. (2004). The effectiveness of resistance exercises performed on unstable equipment. *Strength & Conditioning Journal*, 26(5), 70-74.

[26] Sato, K., & Mokha, M. (2009). Does core strength training influence running kinetics, lower-extremity stability, and 5000-M performance in runners? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 133-140.

[27] de Meij, J. S., Chinapaw, M. J., van Stralen, M. M., van der Wal, M. F., van Dieren, L., & van Mechelen, W. (2011). Effectiveness of JUMP-in, a Dutch primary school-based community intervention aimed at the promotion of physical activity. *British Journal of Sports Medicine*, 45(13), 1052-1057.

[28] Zarei, H., Norasteh, A. A., Rahmanpournashrudkoli, A., & Hajihoseini, E. (2020). The effects of pilates training on static and dynamic balance of female deaf students: a randomized controlled trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 24(4), 63-69.

[29] Kriemler, S., Zahner, L., Schindler, C., Meyer, U., Hartmann, T., Hebestreit, H., ... & Puder, J. J. (2010). Effect of school based physical activity programme (KISS) on fitness and adiposity in primary schoolchildren: cluster randomized controlled trial. *Bmj*, 340.

[30] Pfusterschmied, J., Buchecker, M., Keller, M., Wagner, H., Taube, W., & Müller, E. (2013). Supervised slackline training improves postural stability. *European Journal of Sport Science*, 13(1), 49-57.

ability, training and sports injury risk. *Sports medicine*, 37(6), 547-556.

[18] DiStefano, L. J., Clark, M. A., & Padua, D. A. (2009). Evidence supporting balance training in healthy individuals: a systemic review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2718-2731.

[19] Lesinski, M., Hortobágyi, T., Muehlbauer, T., Gollhofer, A., & Granacher, U. (2015). Effects of balance training on balance performance in healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*, 45(12), 1721-1738.

[20] Boyanmış, A. H., Uslular, A., Korkmaz, C., Demir, A., Doğaner, S., & Akin, M. (2024). The Effect of Taekwondo Training on Static and Dynamic Balance Development: A Brief Review. *Educational Administration: Theory and Practice*, 30(5), 14491-14496.

[21] Horak, F. B., & Nashner, L. M. (1986). Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *Journal of neurophysiology*, 55(6), 1369-1381.

[22] Zhang, Y. (2024). Evaluation of Dynamic and Static Balance Ability of Athletes Based on Computer Vision Technology. *International Journal of High-Speed Electronics and Systems*, 2440092.

[23] Paterno, M. V., Myer, G. D., Ford, K. R., & Hewett, T. E. (2004). Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 34(6), 305-316.

[24] Faries, M. D., & Greenwood, M. (2007). Core training: stabilizing the confusion. *Strength and conditioning*

Citation (Vancouver): Arsham S, Habibi Z. [Effects of 6 Weeks of Slackline Training on Static and Dynamic Balance of Adolescent Girls]. *Res. Sport Sci. Edu.* 2024. 2(4): 1-10