



DOI: [10.22034/mmbj.2026.66939.1171](https://doi.org/10.22034/mmbj.2026.66939.1171)

The Effect of Music on Postural Sway in Male Bodybuilders: A Quasi-Experimental Study

Morteza Taheri¹, Pezhman Razmjoo¹, Elham Hatami Shah Mir¹

1. Department of Motor Behavior, Faculty of Sport and Health Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
Email: Taheri.mortza@ut.ac.ir

Received Date: 2025 April 23

Review Date: 2026 January 23

Accepted Date: 2026 January 31

Published Date: 2026 July 14

Abstract

Bodybuilding, as a resistance-based sport, poses challenges to postural control and balance, potentially increasing the risk of musculoskeletal injuries. Music, known for its effects on neural and sensory systems, may serve as a non-pharmacological method to improve balance. This study investigated the impact of music on postural sway in male bodybuilders. Using a quasi-experimental, pretest-posttest design with a control group, forty male bodybuilders were randomly assigned to either an experimental or a control group. Postural stability was assessed using the Biodex Balance System, measuring the Overall Stability Index (OSI), Anterior-Posterior Stability Index (APSI), and Medial-Lateral Stability Index (MLSI). The experimental group completed balance tests while listening to music, whereas the control group performed the tests in silence. Mixed ANOVA results showed that music significantly reduced postural sway and improved balance measures. These findings suggest that music can be an effective complementary tool in bodybuilding training programs to enhance postural stability.

Key words: Music, Postural Control, Balance, Bodybuilding, Postural Sway.



Extended Abstract

Background and Purpose

Bodybuilding is considered one of the core disciplines within strength sports, pursued with the primary objectives of enhancing muscular strength, improving motor coordination, and achieving optimal body composition. Although it offers numerous physical benefits, the demanding nature of resistance training - particularly when involving complex compound exercises such as squats and deadlifts - can elevate the risk of musculoskeletal injuries. These injuries are often associated with deficits in balance and postural stability. Balance is a fundamental element of athletic performance and relies on the coordinated functioning of several physiological systems, including the central nervous system, the vestibular system, visual input, and proprioceptive feedback. Any disruption in these systems may impair athletic efficiency and increase the likelihood of injury. To address these challenges, sensorimotor-based interventions such as core stability exercises and mind-body training have been introduced as effective strategies for improving balance control. Simultaneously, music has attracted growing interest as a multisensory cognitive stimulus with the potential to enhance physical performance. It may positively influence motor function by reducing anxiety levels, activating motor pathways, and improving neuromuscular coordination. Despite these promising effects, the current body of research presents inconsistent findings regarding the influence of music on balance, particularly among strength-trained individuals such as bodybuilders. This inconsistency indicates a notable gap in the literature. Therefore, the present study aims to examine the effects of music on postural sway and specific balance indices in male bodybuilders.

Materials and Methods

This study employed a quasi-experimental pretest – posttest design with a control group and was approved by the Ethics Committee of the University of Tehran (Code: IR.UT.SPORT.REC.1403.107). Forty male bodybuilding practitioners from the University of Tehran, all of whom trained at least four hours per week, voluntarily participated. Inclusion criteria ensured adequate training experience, while exclusion criteria ruled out individuals with vestibular or visual impairments, musculoskeletal injuries, recent surgeries, or those using medications affecting balance. Participants were randomly assigned to experimental ($n = 20$) and control ($n = 20$) groups. Balance was assessed using the Biodex Balance System (USA), a validated device for measuring postural control. Three indices were recorded: Overall Stability Index (OSI), Anterior–Posterior Stability Index (APSI), and Medial–Lateral Stability Index (MLSI), where lower scores indicate better balance. Each participant performed a single-leg stance on their dominant leg, barefoot, with arms crossed, and eyes open, while maintaining balance for 20 seconds on a level 5 unstable platform. All participants completed a pretest under standard laboratory conditions. The experimental group then performed the posttest while listening to a 60 dB instrumental traditional Iranian music track ("The Silence of the Night" by Kayhan Kalhor and Mohammad-Reza Shajarian) through



headphones. The control group completed the posttest in silence. Statistical analysis was conducted using SPSS version 26. Data normality was assessed via the Shapiro–Wilk test, and homogeneity of variances using Levene’s test. A mixed ANOVA was applied to evaluate within- and between-group differences. The significance level was set at $p < 0.05$.

Findings

The study evaluated 30 male bodybuilders (mean age: 26.77 ± 2.78 years; height: 180.17 ± 4.62 cm; weight: 81.32 ± 4.94 kg; weekly training: 5.15 ± 0.92 hours) to assess the effect of music on postural stability. Pre-test results revealed no significant differences between the intervention and control groups across all three balance indices: Overall Stability Index (OSI), Anterior-Posterior Stability Index (APSI), and Medial-Lateral Stability Index (MLSI), indicating baseline homogeneity. Following the intervention, mixed ANOVA results demonstrated significant improvements in the experimental group exposed to traditional Iranian instrumental music during postural testing. For the OSI, there were significant main effects for time ($F=1035.86$, $p<0.0001$), group ($F=253.72$, $p<0.0001$), and the interaction effect ($F=886.76$, $p<0.0001$). Post hoc comparisons showed that the intervention group experienced a significant reduction in OSI (from pre-test to post-test), while the control group did not. Similarly, APSI and MLSI also exhibited significant improvements in the music group (all $p<0.0001$), with no notable changes in the control group ($p=0.07$ and $p=0.10$, respectively). These findings suggest that music enhanced anterior-posterior and medial-lateral stability. Across all measures, the experimental group demonstrated superior postural control in the post-test compared to the control group. Overall, the results provide strong evidence that music can significantly enhance static balance and reduce postural sway in trained male bodybuilders.

Discussion and Conclusion

This study examined the effect of music on postural sway in male bodybuilders and found that listening to music significantly improved overall postural stability. Participants in the intervention group demonstrated better balance during testing compared to the control group. These results align with previous studies suggesting that music enhances motor coordination, reduces stress, and stimulates sensorimotor integration. Specifically, similar findings were reported in research by Keshavarz, Zhou, Trombetti, and others, where rhythmic auditory cues improved postural control. Studies using classical or soothing music, akin to traditional Iranian music, also support these outcomes due to their calming effect on the nervous system. Furthermore, the study showed significant improvements in both anterior–posterior and medial–lateral stability indices, particularly in participants exposed to low-intensity, calming music (around 60 dB). Contrasting findings from studies using high-intensity sound stimuli (e.g., 100–120 dB) or white noise suggest that excessive auditory stimulation may negatively affect balance by disrupting vestibular function and concentration. Discrepancies in the literature may be due to differences in population (e.g., elderly, children with cerebral palsy), types of auditory stimuli, and measurement tools (e.g., Biodex vs. simple functional tests).



Nonetheless, the present findings emphasize music's potential as a non-invasive, cost-effective tool to enhance balance in strength athletes. Coaches are encouraged to incorporate music into training programs to improve postural control. Future studies should explore the effects of music type, frequency, and duration, as well as long-term impacts across various populations. More precise tools for assessing limb dominance may also enhance the reliability of future research.

Funding

This study received no funding from public, commercial, or nonprofit organizations.

Authors' Contributions

All authors have participated in designing, implementing and writing all parts of the present study.

Conflicts of Interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgement

We sincerely thank all the students who collaborated in this research.



DOI: [10.22034/mmbj.2026.66939.1171](https://doi.org/10.22034/mmbj.2026.66939.1171)

تأثیر موسیقی بر نوسانات قامتی در مردان بدنساز: یک مطالعه نیمه تجربی

مرتضی طاهری^۱، پژمان رزمجو^۱، الهام حاتمی شاه میر^۱

Taheri.mortza@ut.ac.ir

۱. گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۰۳ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۱/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۱۱ تاریخ آنلاین: ۱۴۰۵/۰۴/۲۳

چکیده

بدنسازي به عنوان ورزشي مقاومتي، با چالش هايي در كنترل قامت و تعادل مواجه است كه ممكن است به آسيب هاي اسکلتی-عضلانی منجر شود. موسيقي به واسطه آثارش بر سيستم هاي عصبي و حسي، مي تواند به عنوان يك مداخله غيردارويي، به بهبود تعادل كمك كند. اين پژوهش با هدف بررسي تأثير موسيقي بر نوسانات قامتي در مردان بدنساز انجام شد. روش تحقيقاتي نيمه تجربی با طرح پيش آزمون-پس آزمون و گروه كنترل بود. ۴۰ مرد بدنساز به صورت تصادفي به دو گروه تجربی و كنترل تقسيم شدند. از دستگاه بايودكس براي اندازه گيري شاخص هاي ثبات كلي، ثبات قدامی-خلفی و ثبات ميانی-جانبی استفاده شد. گروه تجربی آزمون ها را با موسيقي و گروه كنترل بدون موسيقي انجام دادند. نتايج تحليل واريانس مركب نشان داد كه موسيقي تأثير معناداری بر كاهش نوسانات قامتي و بهبود شاخص هاي تعادل دارد. با توجه به يافته ها، مي توان موسيقي را به عنوان ابزار مكمل در تمرينات بدنسازان جهت ارتقاء تعادل پيشنهاد كرد.

کلید واژه ها: موسيقي، كنترل قامت، تعادل، بدنسازي، نوسان قامتي.



مقدمه

بدنسازي از رشته‌های ورزشی پایه‌ای است که با هدف تحریک هایپرتروفی، ارتقای توان عضلانی، افزایش قدرت عضلانی، بهبود تعادل، هماهنگی حرکتی و دستیابی به اندامی متناسب با حداقل چربی و حداکثر توده عضلانی انجام می‌شود (Alves et al., 2020; Krzysztofik et al., 2019; Meşe & Cengizel, 2023). با وجود این مزایا، اجرای تمرینات سنگین می‌تواند درد و آسیب‌های جسمی را افزایش دهد و افزایش حجم تمرینات هفتگی با شیوع بیشتر آسیب در مفاصل فوقانی مانند شانه و آرنج و نیز مفاصل تحتانی نظیر مچ پا و زانو همراه است (Lavallee & Balam, 2010; Siewe et al., 2014). آسیب‌ها، به‌ویژه در نواحی پایین تنه، با کاهش کارایی سیستم تعادلی مرتبطند (Baltich et al., 2015; Wikstrom et al., 2010). همچنین در بدنسازان ضعف در ثبات مرکزی و هماهنگی عصبی-عضلانی می‌تواند به افت تعادل کلی منجر شود (Meşe & Cengizel, 2023). توانایی فرد در اجرای یک مهارت حرکتی، صرف‌نظر از شرایط محیطی یا سن، مستلزم حفظ ثبات قامت است. این توانایی مرتبط با کنترل موقعیت بدن در فضا برای تأمین ثبات و جهت‌گیری مناسب است (Gebel et al., 2020). تعادل نیز، به‌عنوان یکی از اجزای اصلی کنترل قامت، فرآیندی پویاست که طی آن مرکز ثقل^۱ (COG) بدن باید بر سطح تکیه‌گاه حفظ شود. این امر تنها با بهره‌گیری از تعامل دقیق و سریع سیستم‌های بینایی، دهلیزی و حس عمقی امکان‌پذیر است که خود تحت نظارت سیستم عصبی مرکزی قرار دارند (Brachman et al., 2017). سیستم عصبی مرکزی به‌طور فعال فرآیند تعادل را کنترل کرده و عضلات مسئول حفظ قامت را در زمان نیاز فعال می‌سازد. برای تقویت تعادل و ثبات قامتی، پژوهشگران روش‌های مختلفی را پیشنهاد کرده‌اند. از جمله مهم‌ترین این مداخلات می‌توان به تمرینات اختصاصی ثبات مرکزی (Szafraniec et al., 2018)، آموزش‌های عصبی-عضلانی و تمرینات مبتنی بر تقویت حس عمقی (Tekin et al., 2018) اشاره کرد. این تمرینات شامل کار با سطوح پایدار یا ناپایدار، تمرینات تعادلی در شرایط بینایی مختلف، فعالیت‌های همراه با بازخورد بصری (نظیر هدایت نشانگر به هدف با جابجایی وزن بدن) (Brachman et al., 2017)، تمرینات پرشی پلايومتریک با تأکید بر دقت حرکتی و راستای اندام‌ها (Ramírez-Campillo et al., 2015)، و همچنین تمرینات ذهن-بدن نظیر یوگا (Polsgrove et al., 2016) و تای‌چی (Feng, 2023) هستند. افزون بر این‌ها، موسیقی به‌عنوان یک محرک چندوجهی در ارتقاء تعادل نیز مورد توجه قرار گرفته است (Zhou et al., 2021). اثرگذاری گوش‌دادن به موسیقی بر کاهش نوسانات قامتی را می‌توان در چارچوب کنترل قامت به‌عنوان یک سامانه چندحسی تبیین کرد؛ به‌گونه‌ای که دستگاه عصبی مرکزی با ادغام و وزن‌دهی پویا به ورودی‌های بینایی، دهلیزی، حس عمقی و شنوایی، در حضور سرنخ‌های شنیداری قابل اتکا قادر به کاهش خطای تخمین وضعیت بدن و بهبود ثبات می‌شود (Zarei et al., 2022).

^۱. Central of gravity



منظر عصب حرکتی، موسیقی دارای ریتم منظم با سازمان‌دهی ضمنی زمان‌بندی حرکت و تسهیل هم‌قفل‌شدن شنیداری-حرکتی، دقت اصلاح خطا و تنظیم راهبردهای مچ پا و لگن را افزایش داده و نوسانات ریز مرکز فشار را کاهش می‌دهد (Repp & Su, 2013; Waer et al., 2023). افزون بر این، مکانیسم‌های روان‌فیزیولوژیک نیز نقش مکمل دارند؛ به‌طوری‌که موسیقی ملایم با تعدیل برانگیختگی، کاهش اضطراب و پاسخ استرس (مانند تغییرات کورتیزول)، شرایط بهینه‌تری برای کارایی راهبردهای کنترل قامت فراهم می‌کند، که این اثر در مردان بدنساز با سطوح بالاتر هم‌انقباضی و تنش عضلانی می‌تواند بارزتر باشد (Park et al., 2011; Thoma et al., 2013). موسیقی از طریق چهار مکانیسم کاهش درک خستگی، افزایش انگیزندگی، بهبود هماهنگی عضلانی و افزایش حس آرامش (Poorhosseini & Tahmasebi Boroujeni, 2018) و به عبارتی از طریق تغییر وضعیت روانی و فیزیولوژیکی ورزشکار، می‌تواند عملکرد وی را بهبود بخشد. تحریک ریتمیک شنوایی به‌عنوان یک تکنیک عصبی شناخته می‌شود که از ریتم‌های صوتی برای تحریک و هم‌راستاسازی سیستم حرکتی استفاده می‌کند. این فرآیند از طریق ریتم‌های منظم، به برنامه‌ریزی و اجرای بهتر حرکات کمک می‌کند. پژوهش‌های انجام‌شده در این زمینه، بهبود چشمگیر عملکرد اندام فوقانی و تحتانی، پارامترهای راه‌رفتن مانند سرعت، ریتم، طول گام، و حتی شاخص‌های روان‌شناختی نظیر افسردگی، خشم و کیفیت زندگی را گزارش کرده‌اند (Efraimidou et al., 2016).

هرچند بدنسازی فوایدی چون افزایش قدرت، بهبود ترکیب بدنی و ارتقاء هماهنگی حرکتی دارد، اما ماهیت تمرینات این رشته ممکن است باعث افزایش نوسانات قامتی و تضعیف تعادل شود (Meşe & Cengizel, 2023). از آنجا که تعادل نه‌تنها برای ارتقاء عملکرد، بلکه برای پیشگیری از آسیب‌های ورزشی نیز حیاتی است، یافتن راهکارهایی برای بهبود آن در بدنسازان اهمیتی دوچندان دارد. برخی پژوهش‌ها از تأثیر مثبت موسیقی بر پارامترهای تعادلی در جمعیت‌های خاص مانند سالمندان (Waer et al., 2023) یا نوجوانان دچار اختلال بینایی (Maatoug et al., 2023) حمایت کرده‌اند. برخی دیگر از محققان نشان دادند موسیقی می‌تواند بهبودهایی را در شاخص‌های ثبات افراد سالم ایجاد کند (Unver & Buke, 2024). با این حال، مطالعاتی نیز وجود دارند که به نتایجی مخالف اشاره کرده‌اند؛ به‌عنوان نمونه، قهرمان و همکاران دریافتند که موسیقی در ژانرهای مختلف مانند کلاسیک، راک یا پاپ، تأثیر معناداری بر تعادل ایستا یا پویا در جوانان بزرگسال نداشته است (Kahraman et al., 2019). این تضادهای موجود در یافته‌ها، به‌ویژه با توجه به خلأ تحقیقاتی در جامعه ورزشکاران بدنساز، ضرورت بررسی‌های بیشتر را نمایان می‌سازد. از همین‌رو، هدف از این پژوهش بررسی تأثیر موسیقی بر نوسانات قامتی در مردان بدنساز است.

مواد و روش‌ها



این مطالعه از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل و از نظر هدف کاربردی بود.

شرکت کنندگان

این پژوهش با کد اخلاق IR.UT.SPORT.REC.1403.107 مورد تأیید کمیته اخلاق دانشگاه تهران در زمینه مطالعات انسانی قرار گرفت. شرکت کنندگان پژوهش حاضر شامل دانشجویان پسر ورزشکار رشته بدنسازی در دانشگاه تهران بود. فراخوان آزمودنی‌ها از طریق اطلاع‌رسانی در گروه‌های مجازی دانشگاه و نصب اعلان در باشگاه بدنسازی خوابگاه کوی پسران صورت پذیرفت. با استفاده از نرم‌افزار G-Power (نسخه ۳.۱.۹.۲) و بر اساس آزمون تحلیل واریانس مرکب (اثر تعاملی زمان × گروه) و در نظر گرفتن توان آماری ۰/۸، اندازه اثر ۰/۲۵ و سطح معناداری ۰/۰۵، حجم نمونه مورد نیاز ۳۴ نفر برآورد شد؛ اما با پیش‌بینی احتمال ریزش، تست اولیه از ۴۰ نفر (با میانگین سنی: ۲۶/۷۷±۲/۷۷۸ سال، قد: ۱۸۰/۱۷±۴/۶۲۳ سانتی‌متر، وزن: ۸۱/۳۲±۴/۹۳۷ کیلوگرم و میزان تمرین در هفته: ۵/۱۵±۰/۹۲۱ ساعت) گرفته شد.

معیار ورود به مطالعه، داشتن حداقل ۴ ساعت تمرین هفتگی در رشته بدنسازی بود (Meşe & Cengizel, 2023). معیارهای خروج شامل ابتلا به اختلالات دهلیزی یا بینایی، استفاده از داروهایی که می‌توانند بر سیستم تعادلی تأثیرگذار باشند مانند آرام‌بخش‌ها و داروهای خواب‌آور (Waer et al., 2023) و همچنین وجود هرگونه آسیب اسکلتی-عضلانی یا جراحی در ۶ ماه گذشته بود (Meşe & Cengizel, 2023)، با این حال، یکی از محدودیت‌های پژوهش حاضر عدم بررسی و یکسان‌سازی آزمودنی‌ها و گروه‌ها به لحاظ پای برتر بود.

ابزار پژوهش

دستگاه تعادل‌سنج بایودکس

برای اندازه‌گیری مؤلفه‌های تعادل ایستا و پویا، از دستگاه تعادل‌سنج بایودکس ساخت آمریکا استفاده شد که از جمله ابزارهای رایج و معتبر در سنجش نوسانات قامتی است. این سیستم قابلیت اندازه‌گیری سه شاخص کلیدی را دارد: شاخص ثبات کلی^۱ (OSI)، شاخص ثبات قدامی-خلفی^۲ (APSI) و شاخص ثبات میانی-جانبی^۳ (MLSI). نمرات پایین‌تر نشانگر تعادل بهتر هستند. سکوی متحرک دستگاه از سطح ۱ (کمترین پایداری) تا سطح ۱۲ (بالاترین

^۱. Overall Stability Index

^۲. Anterior-Posterior Stability Index

^۳. Medial-Lateral Stability Index



پایداری) تنظیم‌پذیر بوده و زاویه انحراف آن از ۰ درجه (برای حالت ایستا) تا ۲۰ درجه (برای حالت پویا) قابل تغییر است.

در این پژوهش، شرکت‌کنندگان به صورت ایستادن تک‌پا و با پای غالب بر روی سکوی دستگاه قرار گرفتند. مختصات پای افراد پس از استقرار اولیه ثبت و به‌عنوان مرجع آزمون‌های بعدی استفاده شد. صفحه‌نمایش دستگاه شامل چهار دایره متحد‌المركز (A, B, C, D) است که به چهار ربع مساوی (AM, AL, PM, PL) تقسیم می‌شود و زمان ماندگاری در هر ناحیه به‌صورت جداگانه گزارش می‌گردد. ماندگاری بیشتر در منطقه A، معیاری برای تعادل بهتر تلقی می‌شود. در نهایت، مقادیر کمی نوسانات قامت توسط نرم‌افزار دستگاه محاسبه و نمایش داده می‌شوند.

فرآیند اجرای آزمون

پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه و اطلاعات فردی توسط آزمودنی‌ها، فرآیند آزمایش در آزمایشگاه حرکت اصلاحی دانشکده علوم ورزشی و تندرستی دانشگاه تهران آغاز شد. سپس شرکت‌کنندگان به‌صورت تصادفی به دو گروه ۲۰ نفره کنترل و مداخله تقسیم شدند. ابتدا پیش‌آزمون در شرایط آرام و استاندارد آزمایشگاهی با چشمان باز انجام شد. از همه شرکت‌کنندگان خواسته شد تا با پای غالب، به‌صورت برهنه و در مرکز سکوی متحرک بایودکس بایستند. دستانشان باید روی سینه به صورت ضربدری قرار می‌گرفت و پای غیرغالب نباید با زمین تماس داشته باشد. در این وضعیت، مختصات پای شرکت‌کننده به‌عنوان موقعیت اولیه در دستگاه ثبت شد. از آن‌ها خواسته شد ضمن نگاه به نمایشگر دستگاه، برای ۲۰ ثانیه موقعیت متعادل خود را حفظ کنند. سطح ناپایداری سکوی بایودکس روی درجه ۵ تنظیم شد و شرکت‌کنندگان موظف بودند به نقطه‌ای مشخص در سطح چشم روی دیوار تمرکز کنند. آزمون سه مرتبه انجام شد و بین هر تکرار، ۱۰ ثانیه استراحت لحاظ گردید. در مواردی که شرکت‌کننده قادر به حفظ تعادل در طول آزمون نبود، تکرار مجدد انجام شد. در پایان، سه شاخص تعادلی ثبت گردید: OSI، APSI و MLSI که مقادیر بالاتر آن‌ها بیانگر اختلال تعادل هستند (Löklüoğlu et al., 2024). پس از اتمام پیش‌آزمون، یک دقیقه استراحت برای جلوگیری از اثرات خستگی در نظر گرفته شد. سپس پس‌آزمون دقیقاً با همان شرایط اجرا شد؛ با این تفاوت که در گروه مداخله، همزمان با اجرای آزمون تعادلی، موسیقی از طریق هدفون برای شرکت‌کنندگان پخش گردید (Waer et al., 2023). موسیقی سنتی ایرانی انتخابی، قطعه‌ای بی‌کلام از آلبوم «شب، سکوت، کویر» اثر استاد کیهان کلهر و محمدرضا شجریان به نام «سکوت شب» بود که در شدت صوتی ۶۰ دسی‌بل پخش شد (Fathabadi et al., 2021). گروه کنترل، آزمون را در شرایط سکوت و آرامش کامل انجام دادند. نهایتاً، سه شاخص نوسانات قامتی در هر دو گروه مجدداً ثبت گردیدند.

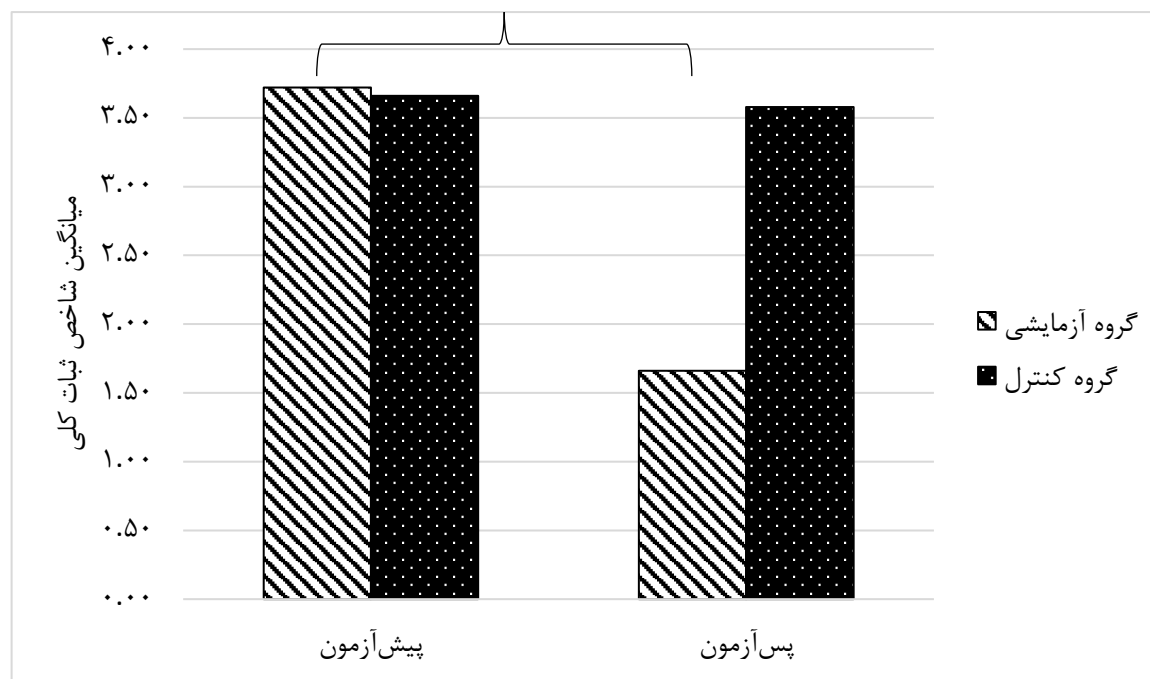
روش تجزیه و تحلیل آماری

برای توصیف ویژگی‌های آماری گروه‌ها، از میانگین و انحراف معیار استفاده شد. نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک بررسی گردید. همچنین آزمون لون برای ارزیابی همگنی واریانس‌ها به کار رفت. جهت مقایسه اثر مداخله بین دو گروه در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون، از تحلیل واریانس مرکب بهره گرفته شد. تمامی تحلیل‌های آماری در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شدند و سطح معناداری برای کلیه آزمون‌ها برابر ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

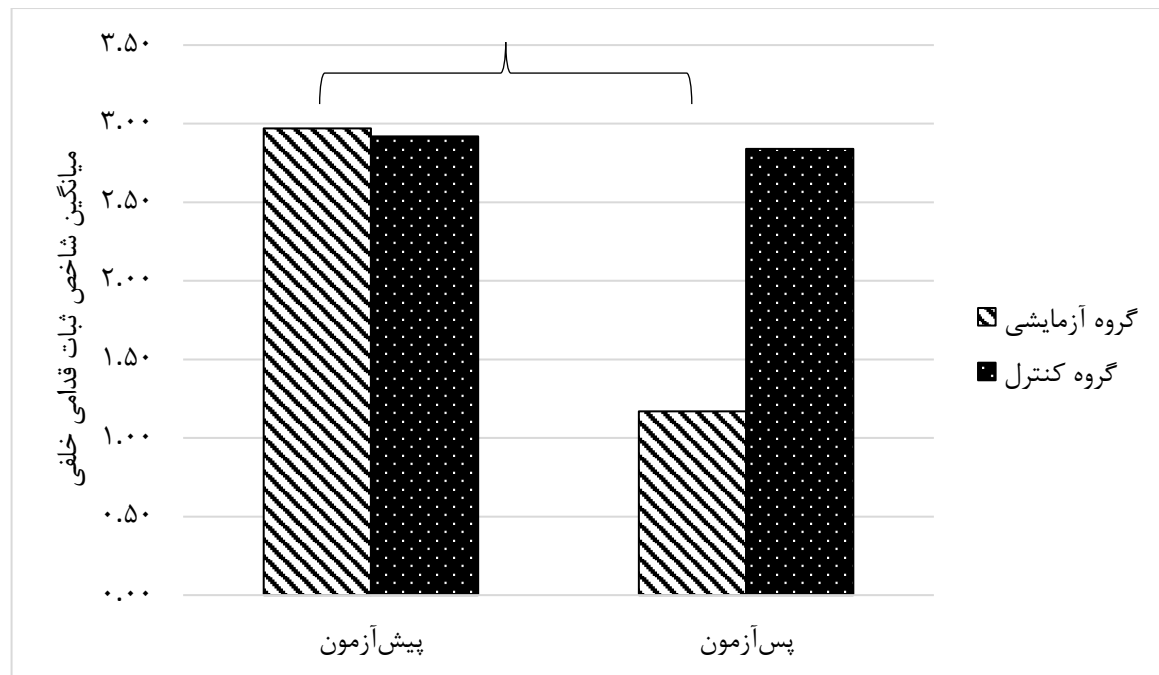
نتایج تحلیل نشان داد که در شاخص ثبات کلی پیش‌آزمون، بین گروه مداخله ($3/72 \pm 0/21$) و گروه کنترل ($3/66 \pm 0/22$) تفاوت معناداری مشاهده نشد. همچنین در شاخص ثبات قدامی-خلفی و پیش‌آزمون، تفاوت معناداری بین گروه مداخله ($2/97 \pm 0/24$) و گروه کنترل ($2/92 \pm 0/25$) وجود نداشت. به علاوه در شاخص ثبات میانی-جانبی پیش‌آزمون، بین گروه مداخله ($2/32 \pm 0/23$) و گروه کنترل ($2/33 \pm 0/24$) تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. ($p=0/824$)

در بررسی اثر موسیقی بر شاخص ثبات کلی، نتایج آزمون تحلیل واریانس مرکب نشان داد که اثر اصلی آزمون ($F=1035/86$, $p=0/0001$, $\eta^2=0/96$)، اثر متقابل آزمون و گروه ($F=886/75$, $p=0/0001$, $\eta^2=0/95$) و اثر اصلی گروه ($F=253/71$, $p=0/0001$, $\eta^2=0/87$)، از لحاظ آماری معنی‌دار بود. به دلیل معنادار بودن اثر متقابل فقط مقایسات زوجی ارائه می‌شود. همچنین نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسات زوجی اثر متقابل آزمون و گروه نشان می‌دهد که در پس‌آزمون شاخص ثبات کلی بین گروه‌های آزمایشی ($1/66 \pm 0/14$) و کنترل ($3/58 \pm 0/04$) تفاوت معناداری وجود دارد. به علاوه نتایج نشان داد که شاخص ثبات کلی گروه آزمایشی از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون ($p=0/0001$) بهبود معناداری داشته است. بهبود معناداری در گروه کنترل ($p=0/097$) مشاهده نشد. بنابراین موسیقی موجب بهبود شاخص ثبات کلی مردان بدنساز شده‌است (نمودار ۱).



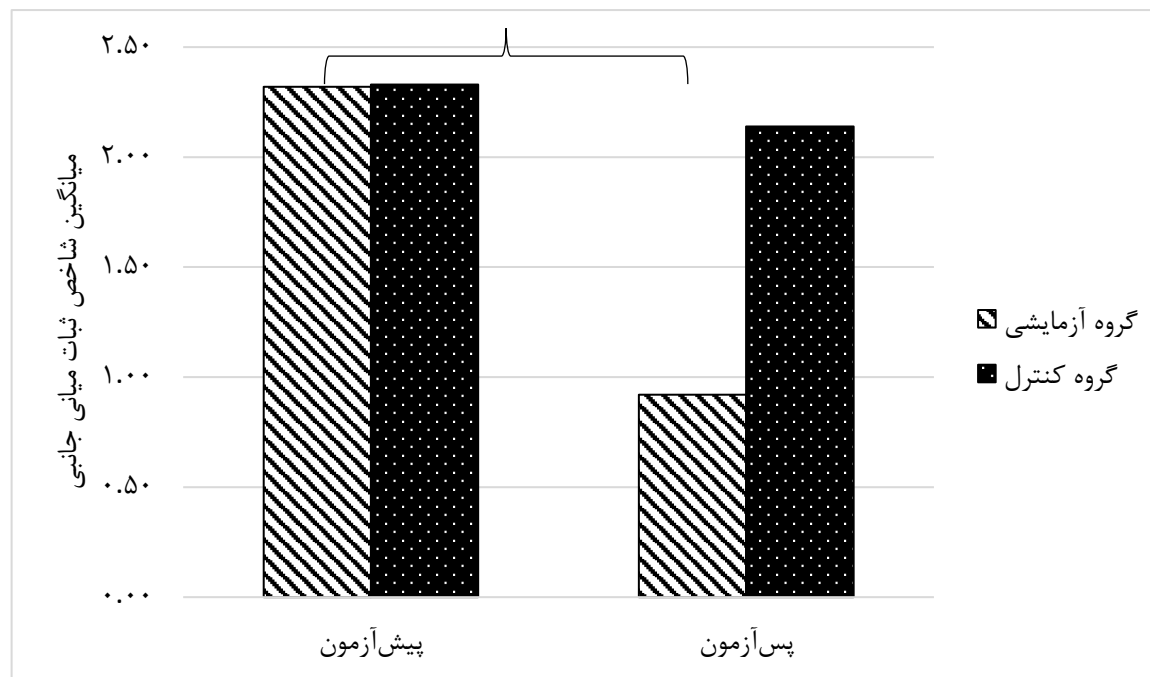
نمودار ۱. مقایسه شاخص ثبات کلی گروه‌ها؛ نتایج این آزمون نشان‌دهنده کاهش معنی‌دار میانگین شاخص ثبات کلی گروه آزمایشی نسبت به گروه کنترل است ($P=0/0001$).

در بررسی اثر موسیقی بر شاخص ثبات قدامی-خلفی، نتایج آزمون تحلیل واریانس مرکب نشان داد که اثر اصلی آزمون ($F=963/41$, $p=0/0001$, $\eta^2=0/96$)، اثر متقابل آزمون و گروه ($F=806/80$, $p=0/0001$, $\eta^2=0/95$)، و اثر اصلی گروه ($F=961/15$, $p=0/0001$, $\eta^2=0/80$)، از لحاظ آماری معنی‌دار بود. به دلیل معنادار بودن اثر متقابل فقط مقایسات زوجی ارائه می‌شود. همچنین نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسات زوجی اثر متقابل آزمون و گروه نشان می‌دهد، در پس‌آزمون شاخص ثبات قدامی-خلفی بین گروه‌های آزمایشی ($1/17 \pm 0/19$) و کنترل ($0/21 \pm 0/21$) تفاوت معناداری وجود دارد. به علاوه نتایج نشان می‌دهد که شاخص ثبات قدامی-خلفی گروه آزمایشی از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون ($p=0/0001$) بهبود معناداری داشته است. بهبود معناداری در گروه کنترل ($p=0/07$) مشاهده نشد. بنابراین موسیقی شاخص ثبات قدامی خلفی مردان بدنساز را بهبود داده است (نمودار ۲).



نمودار ۲- مقایسه شاخص ثبات قدامی خلفی گروه‌ها؛ نتایج این آزمون نشان‌دهنده کاهش معنی‌دار میانگین شاخص ثبات قدامی خلفی گروه آزمایشی نسبت به گروه کنترل است ($P=0/0001$).

در بررسی اثر موسیقی بر شاخص ثبات میانی-جانبی، نتایج آزمون تحلیل واریانس مرکب نشان داد که اثر اصلی آزمون ($F=467/132$, $p=0/0001$, $\eta^2=0/92$)، اثر متقابل آزمون و گروه ($F=266/620$, $p=0/0001$, $\eta^2=0/87$)، و اثر اصلی گروه ($F=126/949$, $p=0/0001$, $\eta^2=0/77$)، از لحاظ آماری معنی‌دار بود. به دلیل معنادار بودن اثر متقابل فقط مقایسات زوجی ارائه می‌شود. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسات زوجی اثر متقابل آزمون و گروه نشان می‌دهد، در پس‌آزمون شاخص ثبات میانی-جانبی بین گروه‌های آزمایشی ($0/92 \pm 0/16$) و کنترل ($2/14 \pm 0/18$) ($p=0/0001$) تفاوت معناداری وجود دارد. به علاوه نتایج نشان می‌دهد که شاخص ثبات میانی-جانبی گروه آزمایشی از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون ($p=0/0001$) بهبود معناداری داشته است. بهبود معناداری در گروه کنترل ($p=0/1$) مشاهده نشد. بنابراین موسیقی شاخص ثبات میانی جانبی مردان بدنساز را بهبود داده است (نمودار ۳).



نمودار ۳. مقایسه شاخص ثبات میانی جانبی گروه‌ها؛ نتایج این آزمون نشان‌دهنده کاهش معنی‌دار میانگین شاخص ثبات میانی جانبی گروه آزمایشی نسبت به گروه کنترل است ($P=0/0001$).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش بررسی تأثیر موسیقی بر نوسانات قامتی در مردان بدنساز بود. بر اساس یافته‌های این پژوهش، شنیدن موسیقی در طول آزمون تعادل، به شکل قابل توجهی باعث بهبود شاخص ثبات کلی در مردان بدنساز شد. افرادی که حین آزمون موسیقی گوش می‌دادند، موفق شدند تعادل خود را به نحو موثرتری حفظ کنند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که به کارگیری موسیقی در جریان اجرای آزمون تعادل می‌تواند به طور معناداری موجب بهبود کنترل قامت و هماهنگی حرکتی شود. این یافته را می‌توان در چارچوب نظریه‌های کنترل پاسچر و ادغام چندحسی تبیین کرد. سیستم عصبی مرکزی با دریافت هم‌زمان اطلاعات شنوایی، دهلیزی و حس عمقی، قادر به تنظیم دقیق‌تر پاسخ‌های عصبی-عضلانی برای حفظ ثبات بدن است. موسیقی، به‌ویژه زمانی که دارای ریتم منظم و ماهیت آرام‌بخش باشد، می‌تواند به عنوان یک مرجع زمانی و حسی عمل کرده و از طریق بهبود زمان‌بندی حرکات و کاهش تنش‌های غیرضروری عضلانی، تعادل ایستا را تقویت کند. این تبیین نظری با پژوهش‌هایی که به نقش موسیقی در تحریک حس حرکتی، ارتقای هماهنگی عصبی-عضلانی و کاهش سطح استرس اشاره کرده‌اند، هم‌راستا است (Keshavarz et al., 2024; Trombetti et al., 2011; Zhou et al., 2021). از منظر ویژگی‌های صوتی، نوع و ساختار موسیقی نقش تعیین‌کننده‌ای در میزان اثرگذاری آن بر تعادل دارد. مطالعاتی که از موسیقی کلاسیک یا موسیقی‌هایی با ویژگی‌های آرام‌بخش استفاده کرده‌اند، بهبود شاخص‌های تعادلی را گزارش کرده‌اند؛ امری که با

یافته‌های پژوهش حاضر و شباهت ماهوی موسیقی سنتی ایرانی با موسیقی کلاسیک از حیث آرام‌سازی روانی و کاهش برانگیختگی هم‌خوانی دارد (Dallas et al., 2024; Waer et al., 2023). همچنین شواهدی وجود دارد که مؤلفه‌های صوتی خاص، مانند فرکانس‌های مشخص، می‌توانند از طریق تحریک هدفمند سیستم‌های شنوایی و دهلیزی، کنترل قامت را بهبود بخشند (Xu et al., 2018). در این چارچوب، کاهش نوسانات قامتی مشاهده‌شده در پژوهش حاضر را می‌توان نتیجه تعامل میان اثرات آرامش‌بخش موسیقی، کاهش اضطراب و بهینه‌سازی پردازش حسی-حرکتی دانست؛ موضوعی که در جمعیت‌های مختلف از جمله کودکان نیز گزارش شده و بر عمومیت این سازوکار دلالت دارد (Fathirezaei et al., 2022; Palm et al., 2009). بنابراین به نظر می‌رسد، گوش دادن به موسیقی می‌تواند از طریق تحریک سیستم‌های شنوایی و دهلیزی، کنترل قامت را بهبود بخشد (Carrick et al., 2007; Efraimidou et al., 2016; Maatoug et al., 2023). بررسی شاخص‌های اختصاصی تعادل نشان داد که موسیقی نه‌تنها موجب بهبود ثبات کلی، بلکه باعث کاهش معنادار نوسانات در محور قدامی-خلفی و میانی-جانبی نیز شده است. بهبود ثبات قدامی-خلفی احتمالاً بازتاب تنظیم دقیق‌تر راهبردهای مچ پا و لگن در پاسخ به محرک‌های حسی هماهنگ است؛ در حالی که نتایج متناقض پژوهش‌هایی که از نویز با شدت بالا استفاده کرده‌اند، مؤید این نکته است که تحریکات صوتی شدید می‌تواند با ایجاد بار حسی اضافی، عملکرد سیستم دهلیزی را مختل کرده و تعادل را تضعیف کند (Park et al., 2011). در محور میانی-جانبی نیز، نتایج این پژوهش با یافته‌هایی هم‌راستاست که نشان می‌دهند تحریکات شنیداری، حتی در قالب نویز سفید کنترل‌شده، می‌تواند از طریق افزایش حساسیت سیستم دهلیزی و بهبود ادغام حسی، ثبات جانبی بدن را ارتقا دهد (Hengsomboon et al., 2019; Unver & Buke, 2024).

در تفسیر ناهم‌خوانی برخی پژوهش‌ها با نتایج حاضر، اتکا صرف به تفاوت نتایج کافی نیست و لازم است این اختلاف‌ها در چارچوب مبانی نظری کنترل قامت و پردازش شنیداری تحلیل شوند. بر اساس مدل‌های کنترل پاسچر، تعادل ایستا و پویا حاصل ادغام چندحسی اطلاعات بینایی، دهلیزی، حس عمقی و شنوایی است و هرگونه تغییر در کیفیت، شدت یا معناداری ورودی‌های حسی می‌تواند وزن‌دهی این سامانه‌ها را دگرگون کند. از این منظر، عدم مشاهده تفاوت معنادار بین پیلاتس با و بدون موسیقی در مطالعه استیری (۲۰۲۵) را می‌توان چنین تبیین کرد که در تمرینات پیلاتس، تمرکز آگاهانه بر تنفس، کنترل مرکزی و توجه درونی خود به‌عنوان یک راهبرد شناختی-حرکتی غالب عمل می‌کند؛ بنابراین موسیقی به‌عنوان یک محرک بیرونی اضافی، سهم تعیین‌کننده‌ای در بازسازی زمان‌دهی کنترل قامت پیدا نمی‌کند و اثر آن در مقایسه با تمرین بدون موسیقی خنثی می‌شود (Estiri et al., 2025).

از سوی دیگر، اختلاف با نتایج قهرمان (۲۰۱۹) را می‌توان به تفاوت در «سطح پیچیدگی تکلیف تعادلی» نسبت داد. آزمون‌هایی مانند نشستن و برخاستن یا راه رفتن، بیش از آن‌که نوسانات ظریف قامتی را بسنجند، بازتاب توانایی‌های عملکردی کلی و الگوهای حرکتی آموخته‌شده‌اند. در چنین تکالیفی، نقش محرک‌های شنیداری ممکن است در سطح کنترل ریزپاسچر آشکار نشود. در مقابل، استفاده از دستگاه‌هایی نظیر بایودکس که تغییرات لحظه‌ای مرکز فشار را ثبت می‌کنند، امکان آشکارسازی اثرات ظریف موسیقی بر تنظیم عصبی-عضلانی و راهبردهای مچ پا و لگن را فراهم می‌سازد. بنابراین، ناهمخوانی نتایج بیش از آن‌که به بی‌اثر بودن موسیقی مربوط باشد، به تفاوت در حساسیت ابزار اندازه‌گیری و نوع خروجی‌های تعادلی برمی‌گردد (Kahraman et al., 2019). یافته‌های متناقض مطالعاتی که از تحریکات صوتی شدید یا نویز استفاده کرده‌اند در چارچوب نظریه «برانگیختگی بیش‌ازحد حسی» تبیین می‌شود. بر این اساس، شدت‌های بالای صوتی می‌توانند با ایجاد بار حسی اضافی، موجب اختلال در یکپارچگی اطلاعات دهلیزی و حس عمقی شده و کنترل قامت را تضعیف کنند. این امر به‌ویژه در جمعیت‌های آسیب‌پذیر مانند کودکان مبتلا به فلج مغزی تشدید می‌شود. در مقابل، موسیقی ملایم با شدت متوسط می‌تواند از طریق کاهش اضطراب، تعدیل سطح برانگیختگی و تسهیل هم‌زمانی شنیداری-حرکتی، به بهبود تنظیم پاسچر منجر شود. بر این اساس، نتایج متناقض نه تنها یافته‌های این پژوهش را تضعیف نمی‌کنند، بلکه نشان می‌دهند اثر موسیقی بر تعادل به‌شدت وابسته به ویژگی‌های محرک صوتی، نوع تکلیف تعادلی و ویژگی‌های جمعیت مورد مطالعه است (Azevedo et al., 2016; Bateni et al., 2013; Esmailpour Nosar et al., 2018).

در مجموع، یافته‌های حاضر نشان می‌دهد که موسیقی، به‌ویژه زمانی که با شدت و ساختار صوتی مناسب انتخاب شود، می‌تواند به‌عنوان یک مداخله ساده، ایمن و کم‌هزینه برای بهبود تعادل و کنترل قامت در مردان بدنساز مورد استفاده قرار گیرد و مبنایی نظری و کاربردی برای به‌کارگیری آن در برنامه‌های تمرینی فراهم آورد. همچنین شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات ورزشی می‌توانند دستگاه‌هایی با قابلیت پخش موسیقی طراحی کنند که در تمرینات تعادلی مؤثر باشند. اطلاع‌رسانی عمومی درباره نقش موسیقی در بهبود عملکرد جسمی و ذهنی، به‌ویژه تعادل، نیز اهمیت دارد. برای تحقیقات آینده، پیشنهاد می‌شود تأثیر انواع مختلف موسیقی، شرایط محیطی متفاوت، و ویژگی‌های صوتی مانند فرکانس و شدت بر تعادل بررسی شود. همچنین مطالعه اثر موسیقی بر تعادل افراد آسیب‌دیده، سنجش ماندگاری اثر آن در ورزشکاران مختلف می‌تواند از موضوعات پژوهشی بعدی باشد. با توجه به اینکه یکی از محدودیت‌های پژوهش حاضر عدم غربالگری صحیح ورزشکاران در خصوص پای غالب است،

برای مطالعات آتی استفاده از روش‌های دقیق‌تر برای تعیین پای برتر مانند پرسشنامه‌های معتبر مانند پرسشنامه پابرتی واترلو^۱ توصیه می‌شود.

تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقای پژمان رزمجو در دانشگاه تهران است. بدین‌وسیله از تمامی عزیزانی که در مراحل گردآوری داده‌ها همکاری و همراهی صمیمانه‌ای داشتند، صادقانه تقدیر و تشکر می‌شود.

تضاد منافع

بنا بر اظهار نویسندگان هیچ گونه تعارض منافی در این مقاله حاضر وجود ندارد.

^۱. Waterloo Footedness Questionnaire



References:

- Alves, R. C., Prestes, J., Enes, A., de Moraes, W. M., Trindade, T. B., de Salles, B. F., Aragon, A. A., & Souza-Junior, T. P. (2020). Training programs designed for muscle hypertrophy in bodybuilders: a narrative review. *Sports*, 8(11), 149.
- Azevedo, R., Teixeira, N., Abade, E., & Carvalho, A. (2016). Effects of noise on postural stability when in the standing position. *Work*, 54(1), 87-91.
- Baltich, J., Whittaker, J., Von Tscharnier, V., Nettel-Aguirre, A., Nigg, B. M., & Emery, C. (2015). The impact of previous knee injury on force plate and field-based measures of balance. *Clinical Biomechanics*, 30(8), 832-838.
- Bateni, H., Vaizasatya, A., & Blaschak, M. (2013). The effect of 80 dB environmental noise on control of posture in healthy young adults. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 23(3), 213-221.
- Brachman, A., Kamieniarz, A., Michalska, J., Pawłowski, M., Słomka, K. J., & Juras, G. (2017). Balance training programs in athletes—A systematic review. *Journal of human kinetics*, 58(1), 45-64.
- Carrick, F. R., Oggero, E., & Pagnacco, G. (2007). Posturographic changes associated with music listening. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 13(5), 519-526.
- Dallas, G., Dallas, C., Stavropoulou, E., & Toli, D. (2024). The effect of classical music on balance, emotional state, and perceived effort in precompetitive artistic gymnasts and trampoline athletes.
- Efraimidou, V., Tsimaras, V., Proios, M., Christoulas, K., Giagazoglou, P., Sidiropoulou, M., & Orologas, A. (2016). The effect of a music and movement program on gait, balance and psychological parameters of adults with cerebral palsy. *Journal of Physical Education and Sport*, 16(4), 1357.
- Esmailpour Nosar, M., Hosseini, S. A., Akbarfahimi, N., & Tabatabai Ghomshe, S. F. (2018). Effect of Different Intensities of Harsh Reliance of Auditory Stimulation on Static Balance in 5-12 Years Old Children With Cerebral Palsy in Tehran City, Iran. *Archives of Rehabilitation*, 19(3), 194-205.
- Estiri, Z., Shahabi Kaseb, M. R., & Tayebi, S. M. (2025). The Effect of Six-weeks of Pilates Training With Music on Balance and the Quality of Life in Multiple Sclerosis Patients. *Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal*, 15(1), 69-80.
- Fathabadi, M., Alipour, A., & Aghayousefi, A. (2021). The assessment of the effect of positive and negative mood induction using Iranian music on cardiovascular reactions [Research]. *journal of Psychology new Ideas*, 8(12), 1-13. <http://jnip.ir/article-1-440-fa.html>
- Fathirezaei, 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.
- Feng, Y. (2023). Biomechanical Analysis of Tai Chi (Eight Methods and Five Steps) for Athletes' Body Balance Control. *Molecular & Cellular Biomechanics*, 20(2), 97-108.
- Gebel, A., Prieske, O., Behm, D. G., & Granacher, U. (2020). Effects of balance training on physical fitness in youth and young athletes: a narrative review. *Strength & Conditioning Journal*, 42(6), 35-44.

- Hengsomboon, P., Hiengkaew, V., Hsu, W.-L., & Bovonsunthonchai, S. (2019). Effect of sound on standing postural stability in the elderly with and without knee osteoarthritis. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 21(3), 99-108.
- Kahraman, T., Beşli, M., Ünver, B., & SALIK ŞENGÜL, Y. (2019). Influence of different genres of music on static and dynamic balance control of young adults. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi/Journal of Health Sciences and Professions*, 6(2), 342-349.
- Krzysztofik, M., Wilk, M., Wojdała, G., & Gołaś, A. (2019). Maximizing muscle hypertrophy: a systematic review of advanced resistance training techniques and methods. *International journal of environmental research and public health*, 16(24), 4897.
- Lavallee, M. E., & Balam, T. (2010). An overview of strength training injuries: acute and chronic. *Current sports medicine reports*, 9(5), 307-313.
- Löklüoğlu, B., Yılmaz, S., Özcan, S., & Tatlıcı, A. (2024). Investigation of balance performance of wrestling and kickboxing athletes. *Physical Education of Students*, 28(1), 37-42.
- Maatoug, H., Baccouch, R., Borji, R., Rebai, H., & Sahli, S. (2023). Effects of music listening on postural balance in adolescents with visual impairment. *Perceptual and Motor Skills*, 130(1), 112-126.
- Meşe, D., & Cengizel, E. (2023). Functional Movement Screen (FMSTM) and balance in bodybuilders during the definition period. *Lase Journal of Sport Science*, 14(1).
- Palm, H.-G., Strobel, J., Achatz, G., von Luebken, F., & Friemert, B. (2009). The role and interaction of visual and auditory afferents in postural stability. *Gait & posture*, 30(3), 328-333.
- Park, S. H., Lee, K., Lockhart, T., & Kim, S. (2011). Effects of sound on postural stability during quiet standing. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 8(1), 67.
- Polsgrove, M. J., Eggleston, B. M., & Lockyer, R. J. (2016). Impact of 10-weeks of yoga practice on flexibility and balance of college athletes. *International journal of yoga*, 9(1), 27-34.
- Poorhosseini, F., & Tahmasebi Boroujeni, S. (2018). The Effect of Fast and Slow Music on Depth Perception of Female Young Athletes in Fatigue Condition. *Journal of Sports and Motor Development and Learning*, 10(1), 61-77.
- Ramírez-Campillo, R., Gallardo, F., Henriquez-Olguín, C., Meylan, C. M., Martínez, C., Álvarez, C., Caniuqueo, A., Cadore, E. L., & Izquierdo, M. (2015). Effect of vertical, horizontal, and combined plyometric training on explosive, balance, and endurance performance of young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1784-1795.
- Repp, B. H., & Su, Y.-H. (2013). Sensorimotor synchronization: a review of recent research (2006–2012). *Psychonomic bulletin & review*, 20(3), 403-452.
- Siewe, J., Marx, G., Knöll, P., Eysel, P., Zarghooni, K., Graf, M., Herren, C., Sobottke, R., & Michael, J. (2014). Injuries and overuse syndromes in competitive and elite bodybuilding. *International journal of sports medicine*, 35(11), 943-948.
- Szafraniec, R., Barańska, J., & Kuczyński, M. (2018). Acute effects of core stability exercises on balance control. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 20(3), 145-151.
- Tekin, D., Agopyan, A., & Baltacı, G. (2018). Balance training in modern dancers: proprioceptive-neuromuscular training vs kinesio taping. *Medical problems of performing artists*, 33(3), 156-165.

- Thoma, M. V., La Marca, R., Brönnimann, R., Finkel, L., Ehlert, U., & Nater, U. M. (2013). The effect of music on the human stress response. *PloS one*, 8(8), e70156.
- Unver, F., & Buke, M. (2024). The Effect of Music on Balance Parameters. *Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin*, 34(02), 93-98.
- Waer, F. B., Sahli, S., Alexe, C. I., Man, M. C., Alexe, D. I., & Burchel, L. O. (2023). The Effects of Listening to Music on Postural Balance in Middle-Aged Women. *Sensors*, 24(1), 202.
- Wikstrom, E. A., Naik, S., Lodha, N., & Cauraugh, J. H. (2010). Bilateral balance impairments after lateral ankle trauma: a systematic review and meta-analysis. *Gait & posture*, 31(4), 407-414.
- Xu, H., Ohgami, N., He, T., Hashimoto, K., Tazaki, A., Ohgami, K., Takeda, K., & Kato, M. (2018). Improvement of balance in young adults by a sound component at 100 Hz in music. *Scientific reports*, 8(1), 16894.
- Zarei, H., Norasteh, A. A., & King, L. (2022). The effect of auditory cues on static postural control: A systematic review and meta-analysis. *Audiology and Neurotology*, 27(6), 427-436.
- Zhou, Z., Zhou, R., Wei, W., Luan, R., & Li, K. (2021). Effects of music-based movement therapy on motor function, balance, gait, mental health, and quality of life for patients with Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Clinical rehabilitation*, 35(7), 937-951.