Volume 4, Number 1, Spring 2025

DOI: 10.22034/mmbj.2025.65227.1152

The Effect of Artificial Auditory Stimulation During an Endurance Activity on Recovery

Hesam Ramezanzade*[1]

1- Department of Sport Sciences, School of Humanities, Damghan University, Damghan, Iran.
Email: h.ramezanzadeh@du.ac.ir

Received Date: 2024 December 30 **Review Date**: 2025 March 4 **Accepted Date**: 2025 March 16 **Published Date**: 2025 July 9

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of increasing and decreasing auditory stimulation during shuttle run task on performance and recovery. 24 male subjects (Mean age 19.35) performed in four conditions including increasing frequency, constant frequency, decreasing frequency, and standard condition. Scores, heart rate and blood oxygen level at the end of the task, and the first, third, fifth, seventh, tenth and fifteenth minutes after performing task were measured. Systolic and diastolic blood pressure was recorded at the first, fifth, tenth and fifteenth minutes after performing task. The performance in the decreasing auditory condition was significantly better than in other conditions. Heart rate in all minutes after completion of the task was lower in decreasing and increasing conditions than in the constant and standard conditions and in tenth and fifteenth minutes after the completion of the task, in decreasing condition was significantly better than increasing condition. Systolic (not diastolic) blood pressure was better than other conditions in the first minute after completion of the task in the decreasing condition. According to the results, auditory stimulation, especially with decreasing frequency, has a positive effect on performance and recovery of an endurance task. However, the long-term effects of this type of stimulation are not yet known and should be studied in future researches.

Keywords: Increasing and decreasing auditory stimulation, Shuttle run, Heart rate, Blood oxygen level.

OPEN ACCESS

Copyright ©The authors

Publisher: University of Tabriz

Extended Abstract

Background and Purpose.

Numerous studies have demonstrated that high levels of psychological-physiological arousal produce ergogenic effects (enhancing work capacity). Therefore, it can be predicted that auditory stimulation, in addition to its effects on arousal and physiological indices, may also influence performance. Many studies have examined the effects of such stimulation on performance, and the results have shown positive effects of stimulating music (with different rhythms) compared to relaxing music and control groups (without music) on cardiorespiratory endurance, muscular endurance, and strength tasks. However, previous research has utilized pre-prepared music that contains emotional content or evokes memories for individuals, making it unclear whether the effect of music on performance is due to the nature of auditory stimulation or distraction. The present study employed auditory stimulation with frequency variations, which represents one component of sound that has received less attention. Another important point is that previous studies have consistently examined the effect of auditory stimulation on performance, while its effect on recovery has been neglected.

Materials and Methods

The participants in this study comprised 24 trained male individuals (undergraduate students in sports science) with a mean age of 19.35 years. The study employed a within-subjects design whereby each participant was tested under four conditions: 1) shuttle run test (original version), 2) shuttle run test with auditory stimulation at constant frequency, 3) shuttle run test with auditory stimulation at increasing frequency, and 4) shuttle run test with auditory stimulation at decreasing frequency. Except for the auditory stimulation, all other factors (testing environment, execution time, intervals between the four conditions, and measured variables) remained identical across all four conditions. The execution protocol consisted of two phases: warm-up and test execution. A 72-hour interval was maintained between sessions to ensure complete recovery. Prior to test commencement, participants' heart rate, blood oxygen saturation, and blood pressure were measured. Subsequently, participants performed according to the audio file (previously described). Upon task completion, participants in all auditory stimulation conditions underwent a similar recovery period without auditory stimulation. Physiological indices including heart rate, blood oxygen saturation, and blood pressure were measured immediately after test completion and at the 1st, 3rd, 5th, 7th, 10th, and 15th minutes post-task completion. To assess cardiorespiratory endurance, the shuttle run test was employed. In this study, participants' shuttle run test scores were converted to maximal oxygen consumption using the following predictive formula. Consistent with the study's objective and the nature of the endurance test (shuttle run test), specific auditory stimulation was utilized. To create this auditory stimulation, using the Sonification Sandbox program, sound pitch (an important sound characteristic) was designed based on positive quadratic function patterns (increasing pitch), negative quadratic function patterns (decreasing pitch), and constant function (constant pitch). In the increasing pattern, sound pitch changed from Note #32 (Ab) to Note #113 (F), while in the decreasing pattern, sound pitch changed from Note #113 (F) to Note #32 (Ab). In the constant pattern, no frequency variation occurred in the sound. This study utilized *Electric Piano 1* timbre. The constructed auditory patterns were incorporated between the beeps of the shuttle run test audio file, such that participants heard the auditory pattern sound once in addition to the beep sounds while covering each 20-meter distance.

Copyright ©The authors

To compare the research variables (shuttle run test performance, heart rate, blood oxygen saturation, and blood pressure) across four different auditory pattern conditions (increasing, decreasing, constant, and control), repeated measures analysis of variance was employed.

Results

The results showed that participants performed significantly better in the shuttle run test with increasing sound frequency (Cohen's d = 0.865) and decreasing frequency (Cohen's d = 1.22) compared to the standard shuttle run test. However, participants' performance in the original test was significantly better than the shuttle run test with constant frequency (Cohen's d = 0.399). Participants performed significantly better under decreasing frequency conditions compared to increasing frequency conditions (Cohen's d = 0.365). Regarding the heart rate variable, the results indicated that there was no significant difference between conditions in end-task heart rate. However, participants' heart rate across all post-task completion minutes was better in the decreasing and increasing conditions compared to the constant and standard conditions, and at the 10th and 15th minutes, the decreasing condition was significantly superior to the increasing condition ($p<0.05$). The results showed that participants' blood oxygen saturation immediately following the completion of the shuttle run task was significantly higher in the decreasing and increasing sound conditions compared to the standard and constant sound conditions ($p<0.05$). The results also demonstrated that, except for the first minute where a significant difference was observed only between the increasing and constant conditions, at the 3rd, 5th, and 7th minutes, blood oxygen saturation in both decreasing and increasing conditions was significantly higher than the standard and constant conditions. At the 10th and 15th minutes, participants' blood oxygen saturation showed significant differences with the constant and standard conditions only in the decreasing condition. Participants' systolic blood pressure (but not diastolic) was better in the decreasing condition compared to other conditions only at the first minute following execution completion.

Conclusion

The results of this study demonstrated that auditory stimulation with frequency variation (decreasing and increasing) during endurance task execution, compared to no-sound conditions (standard conditions) and constant frequency conditions, leads to better performance and faster post-task recovery. The findings of this study also indicated that in order to enhance the motivational quality of sound, in addition to rhythm, musical components such as frequency can be utilized. Therefore, based on the results of this study, it can be suggested that auditory stimulation with sound frequency variation, particularly decreasing frequency, should be employed to enhance endurance performance and facilitate faster recovery.

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.

Copyright ©The authors

Acknowledgement
We sincerely thank all the participants who collaborated in this research.

Copyright ©The authors Publisher: University of Tabriz

سال چهارم شماره‌ی ۱
بهار ۱٤۰٤، صفحات

DOI: 10.22034/mmbj.2025.65227.1152

اثر تحریک شنیداری ساختگی در حین اجرای یک فعالیت استقامتی بر ریکاوری

حسام رمضان‌زاده*[۱]

۱- گروه علوم‌ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه دامغان، دامغان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱٤۰۳/۱۰/۱۰ **تاریخ بازنگری:** ۱٤۰۳/۱۲/۱٤ **تاریخ پذیرش:** ۱٤۰۳/۱۲/۲٦ **تاریخ آنلاین:** ۱٤۰٤/۰٤/۱۸

چکیده

هدف پژوهش حاضر بررسی اثر تحریک شنیداری فزاینده و کاهنده با تغییر فرکانس در حین اجرای تکلیف شاتل‌ران، بر عملکرد و ریکاوری بود. ۲٤ آزمودنی مرد با میانگین سنی ۱۹/۳۵ در چهار شرایط تحریک شنیداری با فرکانس فزاینده، فرکانس ثابت، فرکانس کاهنده و شرایط استاندارد در تکلیف شاتل‌ران شرکت کردند. رکورد افراد، ضربان قلب و سطح اکسیژن خون پایان اجرا و دقایق اول، سوم، پنجم، هفتم، دهم و پانزدهم و همچنین فشار خون سیستولیک و دیاستولیک دقایق اول، پنجم، دهم و پانزدهم پس از اتمام تکلیف ثبت شد. عملکرد افراد در شرایط کاهنده به طور معنی‌داری بهتر از سایر شرایط و در شرایط فزاینده بهتر از شرایط ثابت و استاندارد بود. ضربان قلب افراد نیز در تمام دقایق پس از اتمام تکلیف در شرایط کاهنده و فزاینده بهتر از شرایط ثابت و استاندارد بود و در دقایق دهم و پانزدهم، در شرایط کاهنده به طور معنی‌داری بهتر از شرایط فزاینده بود. فشار خون سیستولیک (و نه دیاستولیک) افراد تنها در دقیقه اول پس از اتمام اجرا در شرایط کاهنده بهتر از سایر شرایط بود. نتایج این پژوهش نشان داد تحریک شنیداری با تغییر فرکانس (به ویژه فرکانس کاهنده) اثر مثبتی بر عملکرد و ریکاوری یک تکلیف استقامتی دارد. با این وجود اثرات طولانی‌مدت این نوع تحریک هنوز مشخص نیست و می‌بایست در پژوهش‌های آتی بررسی شود.

کلید واژه‌ها: تحریک شنیداری کاهنده و فزاینده، شاتل‌ران، ضربان قلب، سطح اکسیژن خون.

OPEN ACCESS

Copyright ©The authors

Publisher: University of Tabriz

مقدمه

فواید پیشنهاد شده موسیقی در زمینه‌های ورزش، تمرین و دیگر زمینه‌های مرتبط با فعالیت‌بدنی شامل فیزیوتراپی و بازتوانی، بیش از ٤٠ سال است که محققان را مجذوب خود کرده است (C. I. Karageorghis & Priest, 2012). مطالعات انجام شده با هدف توسعه روانی-فیزیولوژیکی ورزشکاران، اثر موزیک را بر متغیرهای روانشناختی همچون خلق و خو (G. Tenenbaum, 2001)، حالات احساسی مثبت (Elliott, Carr, & Savage, 2004; C. I. Karageorghis et al., 2009) و انگیزه (Hutchinson et al., 2011; Costas I. Karageorghis et al., 2013) بررسی کرده‌اند. همچنین، پژوهش‌های این حیطه، اثر مثبت تحریک شنیداری را بر انگیختگی جسمانی نشان داده‌اند (Hutchinson et al., 2018; C. I. Karageorghis & Priest, 2012). اگرچه، مشخص شده است که تحریک شنیداری موزیکال، پاسخ‌های روانشناختی گوناگونی را ایجاد می‌کند، اما اثرات تحریک شنیداری بر پدیده‌های فیزیولوژیکی هنوز به خوبی مورد مطالعه قرار نگرفته است. در سال‌های اخیر، علاقه بسیار زیادی در خصوص اثرات قلبی-عروقی، تنفسی و نروفیزولوژیکی گوش دادن به تحریک شنیداری موزیکال به وجود آمده است و نشان داده شده است که تحریک شنیداری موزیکال می‌تواند پاسخ‌های فیزیولوژیکی (Franco & Bezerra, 2009) و روانی-عصبی-ایمنولوژی (Fancourt, Ockelford, & Belai, 2014) را ارتقاء دهد. مطالعات قبلی، پاسخ‌های پایدار قلبی-عروقی و تنفسی را به تحریک شنیداری در اکثر افراد نشان داده است که در آن انگیختگی با گام صدا (میزان سرعت صدا) ارتباط داشت و با تنفس سریع‌تر مرتبط بود (Bernardi, Porta, & Sleight, 2006; Valenti et al., 2012). علاوه بر این پژوهش‌ها نشان داده‌است که در حالی‌که موسیقی انگیزشی ممکن است انگیختگی را افزایش دهد، موسیقی آرامش‌بخش، انگیختگی را کاهش می‌دهد (Ghaderi, Rahimi, & Ali Azarbayjani, 2009; C. I. Karageorghis & Priest, 2012). همچنین نشان داده شده است که تحریک شنیداری موزیکال، ضربان قلب و فشار خون را در انسان کاهش می‌دهد (Lee, Chung, Chan, & Chan, 2005) یا نرخ ابتلا به فشار خون را کم می‌کند (Sutoo & Akiyama, 2004) لذا پیشنهاد شده است که تحریک شنیداری موزیکال می‌تواند کارکردهای خودمختار قلبی-عروقی را تحت تاثیر قرار دهد.

از آنجا که بسیاری از پژوهش‌ها نشان داده‌اند که سطوح بالای انگیختگی روان‌شناختی-فیزیولوژیک، اثر ارگوژنیک ایجاد می‌کند (ظرفیت کار را توسعه می‌دهد) (Cohen, Paradis, & LeMura, 2007; C. I. Karageorghis, 2008) لذا می‌توان پیش‌بینی کرد که تحریکات شنیداری علاوه بر اثری که بر انگیختگی و شاخص‌های فیزیولوژیک دارد، می‌تواند عملکرد را نیز تحت تاثیر قرار دهد. پژوهش‌های بسیاری اثر این نوع تحریکات را بر عملکرد مورد بررسی قرار داده‌اند و نتایج این پژوهش‌ها اثر مثبت موسیقی تحریکی (با ریتم‌های مختلف) را در مقایسه با موسیقی آرامش‌بخش و گروه کنترل (بدون موسیقی) بر استقامت قلبی‌تنفسی (Nakamura, Pereira, Papini, Nakamura, & Kokubun, 2010; Patania et al., 2020; Yamashita, Iwai, Akimoto, Sugawara, & Kono, 2006) استقامت عضلانی (Crust, 2004; Crust & Clough, 2006; C. I. Karageorghis, 2008) و تکالیف قدرتی (Rose & Parfitt, 2010; Sors et al., 2018) نشان داده است. با این وجود، در پژوهش‌های گذشته از موسیقی‌های از پیش آماده استفاده شده است که دارای محتوای هیجانی هستند یا برای افراد یادآور خاطراتی می‌باشند و مشخص نیست که اثر موسیقی بر عملکرد به دلیل ماهیت تحریک شنیداری است یا حواس‌پرتی. پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که توجه نامربوط (به عنوان مثال توجه به مناظر بیرونی، خیال بافی و ....) با ایجاد حواس‌پرتی منجر به کاهش ادراک فشار و عملکرد بهتر می‌شود(Lind, Welch, & Ekkekakis, 2009; Rose & Parfitt, 2010; G. Tenenbaum, 2005). لذا موسیقی‌هایی که دارای

Copyright ©The authors

بار هیجانی هستند، احتمالا با تغییر توجه افراد از تلاش فرد به عوامل بیرونی، خستگی ادراک‌شده را به تعویق انداخته و عملکرد را توسعه می‌دهند. بنابراین این احتمال وجود دارد که اثر مثبت تحریک شنیداری موزیکال در پژوهش‌های گذشته به دلیل ایجاد توجه نامربوط است نه ماهیت تحریک شنیداری.

از آنجا که در پژوهش‌های گذشته از موسیقی‌های از پیش آماده استفاده کرده‌اند، تغییر ریتم موسیقی به عنوان تنها خصیصه اثرگذار بر انگیختگی و عملکرد مورد توجه بوده است. نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داده است که موسیقی‌های با ریتم‌های سریع‌تر، اثر انگیزشی بیشتری ایجاد خواهد کرد و لذا اثر قوی‌تری بر انگیختگی و کاهش خستگی ادراک‌شده خواهد داشت(Hutchinson et al., 2011; Koc¸ & Curtseit, 2009; Rendi, Szabo, & Szabo´, 2008). با این وجود، پاسخ ریتم تنها مشخصه اثرگذار بر کیفیت انگیزشی موسیقی نیست و بر طبق مدل کاراجئورجیس و همکاران (۱۹۹۹)، اجزاء موسیقیایی (حجم صدا، زیر و بمی صدا و ....) نیز می‌تواند بر کیفیت انگیزشی موسیقی اثرگذار باشد (C.I. Karageorghis, Terry, & Lane, 1999). از این رو در پژوهش حاضر از یک تحریک شنیداری ساختگی با تغییر فرکانس صدا استفاده شده است که محتوای هیجانی ندارد. رمضان‌زاده و همکاران (۲۰۲٤)، اثر این نوع تحریک شنیداری را بر عملکرد و خستگی ادراک‌شده افراد در تکلیف استقامتی شاتل ران بررسی کردند (Ramezanzade et al., 2024). آن‌ها از تحریک‌های شنیداری ساختگی در فواصل بین صداهای هشدار آزمون شاتل ران استفاده کردند. نتایج نشان داد که در شرایط فرکانس کاهنده، عملکرد افراد بهتر از سایر شرایط و خستگی ادراک‌شده افراد کمتر از سایر شرایط بود. همچنین نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که عملکرد افراد در شرایط فرکانس فزاینده بهتر از فرکانس ثابت و کنترل بود. جالب این که افراد در شرایط کنترل بهتر از شرایط فرکانس ثابت اجرا کردند.

اگرچه اثر مثبت تحریک شنیداری با فرکانس کاهنده در تکلیف استقامتی شاتل ران نشان داده شده است (رمضان‌زاده و همکاران، ۲۰۲٤)، اما مشخص نیست که عملکرد بهتر افراد در این شرایط با ریکاوری بهتر نیز همراه باشد. برخی از پژوهش‌ها اثر مثبت تحریک شنیداری موزیکال در حین ریکاوری را بر ریکاوری نشان داده‌اند(Alvarsson, Wiens, & Nilsson, 2010; Gomes et al., 2018). با این وجود، مطالعات کمی راجع به اثر تحریک شنیداری موزیکال در حین تمرین، بر ریکاوری بعد از تمرین انجام شده است (Pastre, Bastos, Júnior, Vanderlei, & Hoshi, 2009) و این مطالعات نیز تنها تفاوت‌های جزئی را گزارش نموده‌اند. لذا پژوهش حاضر با کار بردن تحریک شنیداری متفاوت از پژوهش‌های گذشته در طول اجرای تکلیف، علاوه بر مقایسه عملکرد افراد در تکلیف شاتل‌ران در چهار شرایط فرکانس فزاینده، فرکانس کاهنده، فرکانس ثابت و کنترل، تغییرات شاخص‌های فیزیولوژیک (ضربان قلب، سطح اکسیژن خون و فشار خون) ۱۵ دقیقه پس از اتمام تکلیف نیز مورد بررسی قرار گرفته است تا اثر این نوع تحریک شنیداری ساختگی در طول تکلیف بر ریکاوری پس از اتمام تکلیف بررسی شود.

مواد و روش‌ها

جامعه آماری و شرکت کنندگان

شرکت‌کنندگان این پژوهش شامل ۲٤ مرد تمرین کرده (دانشجوی دوره کارشناسی علوم ورزشی) با میانگین سنی ۱۹/۳۵ بودند. سلامت عمومی آزمودنی‌ها با استفاده از پرسشنامه سلامت عمومی گلدبرگ و همکاران (۱۹۹۷) مورد بررسی قرار گرفت. شرکت‌کنندگان این پژوهش سیگاری نبودند و الکل مصرف نمی‌کردند. پس از این‌که آزمودنی‌ها از هدف پژوهش آگاه شدند و روش کار به طور کامل برای آن‌ها توضیح داده شد، فرم رضایت‌نامه شرکت در پژوهش را امضا کردند. طرح پژوهش توسط کمیته اخلاق دانشگاه دامغان **با شناسه اخلاق IR.DU.REC.1400.015** مصوب گردید.

Copyright ©The authors

روش پژوهش

به منظور اجرای پروتکل پژوهش، از همه آزمودنی‌ها خواسته شد تا حداقل ۱۲ ساعت قبل از اجرای پروتکل، قهوه مصرف نکنند. ۲ ساعت قبل از شروع کار یک وعده غذایی سبک مصرف کنند و از هر گونه فعالیت‌بدنی شدید و طولانی (حداقل ٢٤ ساعت قبل از آزمون) بپرهیزند. طرح این پژوهش صورت درون گروهی بود بدین صورت که هر فرد در چهار شرایط ۱) آزمون شاتل‌ران (نسخه اصلی) ۲) آزمون شاتل‌ران - تحریک شنیداری با فرکانس ثابت ۳) آزمون شاتل‌ران – تحریک شنیداری با فراکانس فزاینده و ٤) آزمون شاتل‌ران – تحریک شنیداری با فرکانس کاهنده مورد آزمون قرار گرفت. به استثناء تحریک شنیداری، بقیه موارد (محیط اجرا، زمان اجرا، فاصله بین چهار شرایط و متغیرهای مورد اندازه‌گیری) برای همه چهار شرایط یکسان بود. پروتکل اجرا شامل دو بخش گرم کردن و اجرای آزمون بود.

در این پژوهش، آزمودنی‌ها در چهار شرایط مختلف آزمون (چهار جلسه مجزا) شرکت کردند. بین جلسات ۷۲ ساعت فاصله وجود داشت تا ریکاوری به طور کامل صورت گیرد. یک ساعت قبل از جلسه اول، توضیحات کامل و یکسان به همه آزمودنی‌ها در خصوص شیوه گرم کردن، چگونگی اجرای آزمون، مقیاس خستگی ادراک‌شده و شاخص‌های فیزیولوژیک مورد اندازه‌گیری ارائه شد. همه آزمودنی‌ها در جلسه اول، در آزمون اصلی شاتل‌ران (بدون مداخله شنیداری) شرکت کردند. اما در جلسات بعدی به منظور حذف اثر مجاورت، شرایط اجرای آزمون کانتربالانس شد. بدین صورت که از ٢٤ شرکت‌کننده در جلسه دوم، ۸ نفر تحت شرایط الگوی شنیداری فزاینده، ۸ نفر تحت شرایط الگوی شنیداری کاهنده و ۸ نفر تحت شرایط الگوی شنیداری ثابت آزمون شدند. در جلسات سوم و چهارم نیز به همین صورت عمل شد.

همه آزمودنی‌ها پس از گرم کردن، پشت خط شروع آزمون قرار گرفتند. قبل از شروع آزمون، ضربان قلب، سطح اکسیژن خون و فشار خون آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. سپس شرکت‌کنندگان مطابق با فایل صوتی (که قبلا در خصوص آن توضیح داده شده است)، اجرا کردند. با اتمام تکلیف، افراد در همه شرایط تحریک شنیداری، دوره ریکاوری را مشابه و بدون تحریک شنیداری سپری کردند. بلافاصله پس از اتمام آزمون و دقایق اول، سوم، پنجم، هفتم، دهم و پانزدهم پس از اتمام تکلیف، شاخص‌های فیزیولوژیک ضربان قلب، سطح اکسیژن خون و فشار خون اندازه‌گیری شد. جدول ۱ مراحل اجرای پروتکل و زمان‌بندی اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیولوژیک را با جزئیات نشان می‌دهد.

جدول ۱) پروتکل پژوهش

گرم کردن (۷ دقیقه)	دویدن نرم (۲ دقیقه) حرکات کششی بالاتنه و پایین‌تنه (۳ دقیقه) حرکات چرخشی (۲ دقیقه)
اجرا	شروع آزمون: اندازه‌گیری ضربان قلب، سطح اکسیژن خون و فشار خون پایان آزمون: اندازه‌گیری ضربان قلب و سطح اکسیژن خون (بلافاصله پس از اتمام آزمون)، فشار خون (یک دقیقه پس از اتمام آزمون)
ریکاوری	اندازه‌گیری شاخص‌های ضربان قلب و سطح اکسیژن خون در دقایق اول، سوم، پنجم، هفتم، دهم و پانزدهم پس از اتمام تکلیف اندازه گیری فشار خون سیستولیک و دیاستولیک در دقایق اول، پنجم، دهم و پانزدهم پس از اتمام تکلیف.

ابزار اندازه‌گیری

استقامت قلبی-تنفسی

به منظور ارزیابی استقامت قلبی-تنفسی، از آزمون شاتل‌ران استفاده شد. این آزمون یک آزمون استقامتی پیش‌رونده است که در آن آزمودنی می-بایست یک فاصله ۲۰ متری را در سطوح و مراحل مختلف طی کند. آزمون شامل ۲۱ سطح است و هر سطح شامل تعدادی مرحله است (مثلا

Copyright ©The authors

سطح ۱ شامل ۷ مرحله است). یک مرحله به معنای یک بار طی نمودن مسافت ۲۰ متر است. روش اجرای آزمون بدین صورت است که فرد باید متناسب با فایل صوتی که همزمان با شروع آزمون پخش می‌شود، در فاصله بین دو بار پخش شدن صدای بیب، فاصله ۲۰ متر را طی کند. فاصله بین دو بیب در هر سطح ثابت است ولی در سطوح بالاتر، فاصله بین بیب‌ها کمتر می‌شود (آزمودنی می‌بایست سریع‌تر فاصله بین دو بیب را طی کند) (مثلا فاصله بین بیب‌ها در سطح اول ۹ ثانیه، در سطح دوم ۸ ثانیه، در سطح سوم ۷/۵۸ ثانیه و ....) است. اگر صدای بیب پخش شود ولی هنوز فرد مسیر ۲۰ متر را تمام نکرده باشد، خطا محسوب می‌شود و با دو بار خطا، فرد از آزمون خارج خواهد شد. بنابراین اتمام آزمون هنگامی است که فرد به حد واماندگی برسد و خود از آزمون خارج شود یا دو بار خطا کند. در نهایت سطح و مرحله خروجی آزمودنی در فرم مخصوص ثبت می‌گردد. رکورد فرد جهت محاسبه شاخص حداکثر اکسیژن مصرفی[۲] مورد استفاده قرار می‌گیرد.

آزمون شاتل‌ران توسط لی‌جیر و لامبرت در سال ۱۹۸۲ ابداع شد (Leger & Lambert, 1982). در سال ۱۹۸۹، لی‌جیر و گادوری تغییرات دیگری را در آزمون شاتل‌ران ایجاد نمودند (Leger, Mercier, Gadoury, & Lambert, 1988). ناظم و همکاران (۲۰۰۲) همبستگی معنی‌داری را بین برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی در آزمون شاتل‌ران و برآورد آن در آزمون نوارگران الستاد به دست آوردند (R= 0.81) و لذا نشان دادند که این آزمون جهت برآورد ارزش نسبی حداکثر اکسیژن مصرفی از اعتبار بالایی برخوردار است. در این پژوهش، امتیاز افراد در آزمون شاتل‌ران، با استفاده از فورمول پیش‌بین زیر، به حداکثر اکسیژن مصرفی تبدیل شد (Paradisis et al., 2014):

$y = 0.2761 x + 27.504$ (where y = VO2 max and x = number of 20-m shuttles).

ضربان قلب، سطح اکسیژن خون و فشار خون

به منظور سنجش ضربان قلب از دستگاه ضربان‌سنج پلار (مدل S625X – فنلاند) شامل دو بخش سینه‌ای و ساعت مچی استفاده شد. همچنین به منظور سنجش سطح اکسیژن خون، از دستگاه پالس اکسی‌متر JZIKI (مدل JZK-303 – چین) استفاده گردید. علاوه بر این جهت ارزیابی فشار خون از دستگاه فشارسنج میکرولایف (BP A2 Basic – چین) استفاده شد. زمان‌بندی ارزیابی شاخص‌های فیزیولوژیک در بخش‌های بعدی به تفصیل شرح داده شده است.

تحریک شنیداری

در این پژوهش، متناسب با هدف و نوع آزمون استقامتی (آزمون شاتل‌ران) از تحریک شنیداری خاصی استفاده شد. به منظور ساخت این تحریک شنیداری، با استفاده از برنامه سانیفیکیشن سندباکس، پیچ صدا (یک مشخصه مهم صدا) بر اساس الگوی تابع درجه ۲ مثبت (پیچ فزاینده)، الگوی تابع درجه ۲ منفی (پیچ کاهنده) و تابع ثابت (پیچ ثابت) طرح‌ریزی شد. در الگوی فزاینده، پیچ صدا از Note #32 (Ab) الی Note #113 (F) و در الگوی کاهنده، پیچ صدا از Note #113 (F) الی Note #32 (Ab) تغییر می‌کرد. در الگوی ثابت، هیچ تغییری در فرکانس صدا وجود نداشت. در این پژوهش از طنین *پیانو الکتریکی*[۱] استفاده شد. الگوهای شنیداری ساخته شده در فاصله بین بیب‌های فایل صوتی آزمون شاتل ران، گنجانده شدند به گونه‌ای که آزمودنی‌ها در هنگام طی کردن هر مسافت ۲۰ متر، علاوه بر صدای بیب‌ها، یک بار صدای الگوی شنیداری را نیز می‌شنیدند.

تحلیل آماری

به منظور توصیف آماری متغیرهای پژوهش از میانگین و انحراف استاندارد و رسم نمودار استفاده شد. همچنین به منظور مقایسه متغیرهای پژوهش (عملکرد در آزمون شاتل ران، ضربان قلب، سطح اکسیژن خون و فشار خون) در چهار شرایط الگوی شنیداری مختلف (فزاینده، کاهنده، ثابت و کنترل) از تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر استفاده شد.

Copyright ©The authors Publisher: University of Tabriz

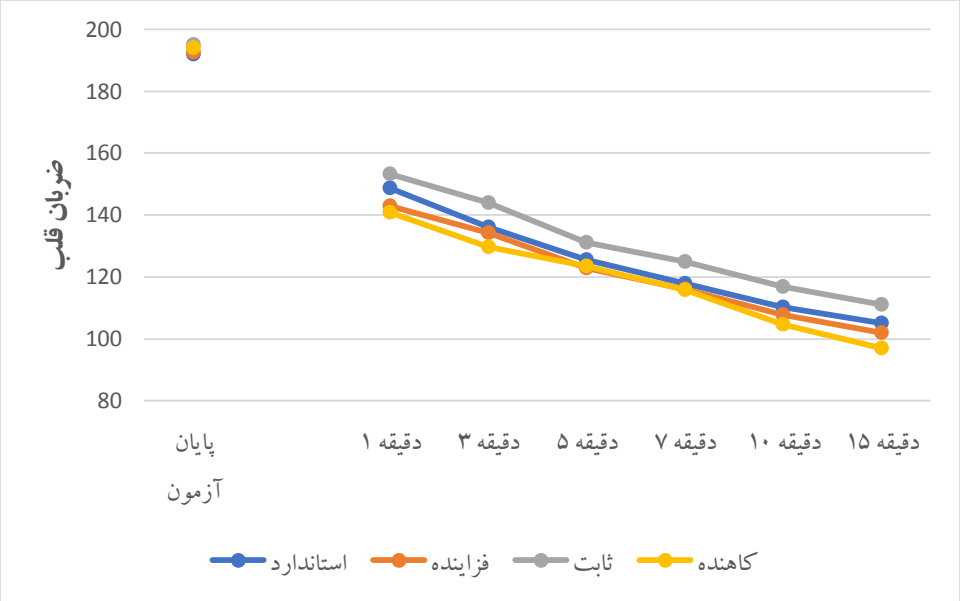
یافته ها

به منظور مقایسه حداکثر اکسیژن مصرفی در چهار شرایط مختلف (تکلیف اصلی شاتل ران، آزمون شاتل ران – فرکانس فزاینده، آزمون شاتل ران– فرکانس کاهنده و آزمون شاتل ران– فرکانس ثابت) از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد. قبل از استفاده از آزمون، پیش فرض تجانس واریانس – کوواریانس با استفاده از آزمون کرویت موچلی بررسی و تایید شد (Mauchly's W = 0.662, df = 5, p = 0.11). جدول ۱ خروجی آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر را نشان می‌دهد.

جدول ۱) خروجی آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر

منبع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	آماره تحلیل واریانس	معنی‌داری	ضریب اتا
شرایط	۲۵٤/۷۷۸	۳	۸٤//۹۲٦	۷۷/۰۱۳	۰/۰۰۱	۰/۷۷
خطا	۷٦/۰۹	٦۹	۱/۱۰۳			

از آنجا که اثر شرایط آزمون معنی‌دار بود، به منظور بررسی محل تفاوت‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. نتایج نشان داد افراد در آزمون شاتل ران با فرکانس صدای فزاینده (d_{Cohen}= 0.865) و کاهنده (d_{Cohen}= 1.22) به طور معنی‌داری بهتر از آزمون استاندارد شاتل ران اجرا کردند. با این وجود عملکرد افراد در آزمون اصلی به طور معنی‌داری بهتر از آزمون شاتل ران با فرکانس ثابت بود (d_{Cohen}= 0.399). افراد در شرایط فرکانس کاهنده، به طور معنی‌داری بهتر از شرایط فرکانس فزاینده اجرا نمودند (d_{Cohen}= 0.365). شکل ۱ تغییرات ضربان قبل افراد را از پایان اجرای تکلیف تا ۱۵ دقیقه پس از آن نشان می‌دهد.



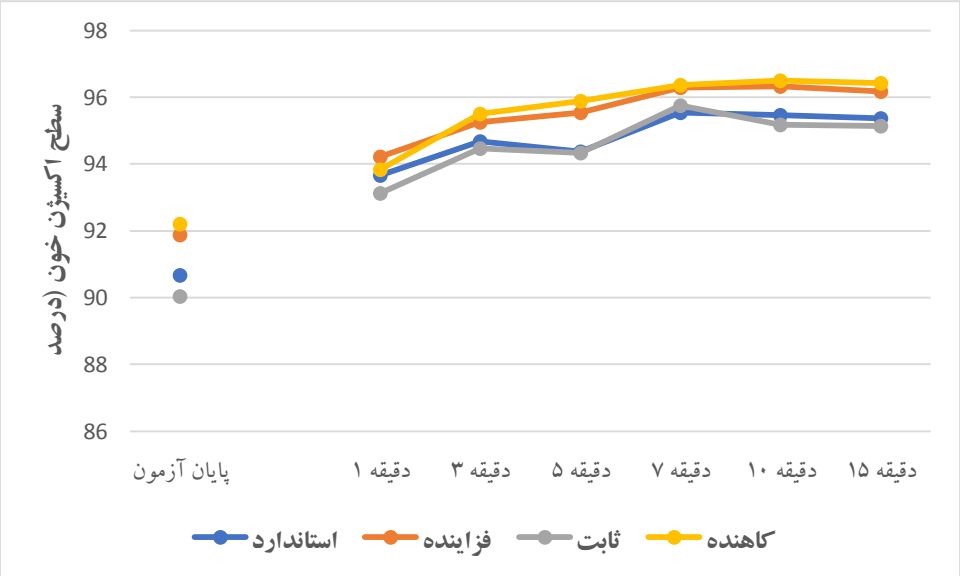
شکل ۱) تغییر ضربان قلب افراد از پایان آزمون تا دقیقه ۱۵ پس از آزمون

همان‌طور که شکل ۱ نشان می‌دهد، ضربان قلب افراد در دقیقه اول پس از اتمام تکلیف، در شرایط صدای فزاینده و کاهنده پایین‌تر از شرایط استاندارد و صدای ثابت است. همچنین ضربان قلب افراد در دقیقه ۱۵ پس از اجرای تکلیف به ترتیب در شرایط صدای کاهنده، صدای فزاینده، شرایط استاندارد و شرایط صدای ثابت، پایین‌تر است. به منظور مقایسه ضربان قلب افراد در شرایط مختلف تحریک شنیداری و در دقایق مختلف پس از اتمام تکلیف، از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد. نتایج نشان داد در ضربان قلب پایان تکلیف، بین شرایط مختلف، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. در دقایق اول،

Copyright ©The authors

سوم و پنجم ضربان قلب افراد در شرایط کاهنده و فزاینده به طور معنی‌داری پایین‌تر از دو شرایط دیگر (استاندارد و ثابت) بود. در دقیقه هفتم، ضربان قلب افراد در شرایط کاهنده و فزاینده تنها از شرایط صدای ثابت پایین‌تر بود و تفاوت معنی‌داری با شرایط استاندارد نداشت. علاوه بر این، در دقایق ۱۰ و ۱۵ پس از اتمام تکلیف، ضربان قلب افراد در شرایط صدای کاهنده و فزاینده به طور معنی‌داری پایین‌تر از سایر شرایط بوده است. همچنین بر اساس نتایج، ضربان قلب افراد در شرایط صدای کاهنده به طور معنی‌داری پایین‌تر از شرایط صدای فزاینده بوده است (دقیقه ۱۵: MD= 4.917, p= 0.001, d_{Cohen}= 1.876، دقیقه ۱۰: MD= 4.917, p= 0.001, d_{Cohen}= 1.007). علاوه بر این، ضربان قلب افراد در دقایق دهم و پانزدهم در شرایط استاندارد، به طور معنی‌داری پایین‌تر از شرایط صدای ثابت است (دقیقه ۱۵: MD= 6.583, p= 0.001, d_{Cohen}= 1.226، دقیقه ۱۰: MD= 6, p= 0.001, d_{Cohen}= 1.451).

شکل ۲ تغییرات سطح اکسیژن خون افراد را در شرایط مختلف اجرای تکلیف شاتل ران از پایان تکلیف تا دقیقه ۱۵ پس از تکلیف نشان می‌دهد.



شکل ۲) تغییر سطح اکسیژن خون از پایان آزمون تا دقیقه ۱۵ پس از آزمون

به منظور مقایسه سطح اکسیژن خون افراد در شرایط مختلف تحریک شنیداری از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد. نتایج نشان داد که سطح اکسیژن خون افراد بلافاصله پس از پایان تکلیف شاتل‌ران در شرایط صدای کاهنده و فزاینده به طور معنی‌داری بالاتر از شرایط استاندارد و صدای ثابت بود. نتایج همچنین نشان داد که به استثناء دقیقه اول که تنها بین شرایط فزاینده و ثابت تفاوت معنی‌داری مشاهده شد، در دقیقه‌های سوم، پنجم و هفتم، سطح اکسیژن خون در هر دو شرایط کاهنده و فزاینده به طور معنی‌داری بالاتر از شرایط استاندارد و ثابت بود. در دقایق دهم و پانزدهم، سطح اکسیژن خون افراد تنها در شرایط کاهنده تفاوت معنی‌داری با شرایط ثابت (دقیقه ۱۵: MD= 1.292, p= 0.014, d_{Cohen}= 0.841، دقیقه ۱۰: MD= 1.33, p= 0.002, d_{Cohen}= 1.082) و شرایط استاندارد (دقیقه ۱۵: MD= 1.043, p= 0.035, d_{Cohen}= 0.866، دقیقه ۱۰: MD= 1.042, p= 0.007, d_{Cohen}= 0.986) داشت.

در نهایت، خروجی تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در خصوص مقایسه فشار خون سیستولیک افراد در شرایط مختلف تحریک شنیداری (در دقایق اول، پنجم، دهم و پانزدهم پس از پایان تکلیف) نشان داد که تنها در فشار خون سیستولیک دقیقه

Copyright ©The authors Publisher: University of Tabriz

اول بین شرایط مختلف تحریک شنیداری تفاوت معنی‌داری مشاهده شد و سطح فشار خون سیستولیک شرایط کاهنده به طور معنی‌داری پایین‌تر از شرایط فرکانس فزاینده (MD= 6, p= 0.048, d_{Cohen}= 0.7)، فرکانس ثابت (MD= 13.667, p= 0.001, d_{Cohen}= 1.623) و شرایط استاندارد (MD= 9.958, p= 0.001, d_{Cohen}= 1.12) بود. همچنین سطح فشار خون سیستولیک شرایط فزاینده پایین‌تر از شرایط استاندارد (MD= 3.958, p= 0.009, d_{Cohen}= 0.426) و ثابت (MD= 7.667, p= 0.001, d_{Cohen}= 0.869) بود. در نهایت افراد در شرایط استاندارد، فشار خون سیستولیک پایین‌تری نسبت به شرایط ثابت (MD= 3.708, p= 0.001, d_{Cohen}= 0.39) داشتند. در فشار خون دیاستولیک، در هیچ کدام از دقایق اول تا پانزدهم پس از اجرای تکلیف، بین شرایط مختلف تحریک شنیداری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر تحریک شنیداری ساختگی مداوم با تغییر فرکانس بر عملکرد افراد در آزمون شاتل‌ران و ریکاوری بعد از اجرای تکلیف انجام شده است. بدین منظور آزمودنی‌های پژوهش در چهار شرایط استاندارد، تحریک شنیداری فزاینده، تحریک شنیداری ثابت و تحریک شنیداری کاهنده به اجرای تکلیف شاتل ران پرداختند. نمره افراد در تکلیف شاتل‌ران بر اساس یک فورومول پیش‌بین معتبر به حداکثر اکسیژن مصرفی تبدیل شد. همچنین ضربان قلب و سطح اکسیژن خون پایان تکلیف و دقایق اول، سوم، پنجم، هفتم، دهم و پانزدهم پس از اتمام تکلیف ثبت شد. علاوه بر این فشار خون سیستولیک و دیاستلویک دقایق اول، پنجم، دهم و پانزدهم اندازه‌گیری و ثبت شد. نتایج نشان داد که عملکرد افراد در شرایط فرکانس کاهنده به طور معنی‌داری بهتر از سایر شرایط بود. همچنین افراد در شرایط فرکانس فزاینده بهتر از شرایط استاندارد و فرکانس ثابت اجرا کردند. برتری عملکرد افراد در شرایط فرکانس صدای فزاینده نسبت به آزمون اصلی، قابل پیش‌بینی بود و همراستا با پژوهش‌هایی است که اثر مثبت موسیقی با ریتم بالا را بر عملکرد استقامتی نشان داده‌اند (Nakamura et al., 2010; Patania et al., 2020; Yamashita et al., 2006). یکی از تبیین‌های ارائه شده این است که موسیقی با ریتم بالا، انگیزه فعالیت را افزایش می‌دهد (Hutchinson et al., 2011; Costas I. Karageorghis et al., 2013) و انگیختگی فیزیولوژیک را توسعه می‌دهد (Birnbaum, Boone, & Huschle, 2009; Terry & Karageorghis, 2011) و به نظر می‌رسد، این به نفع تداوم یک فعالیت استقامتی باشد. پریست، کاراجئورجیس و شارپ (۲۰۰٤) نشان دادند که ریتم موزیکال علاوه بر فعال‌سازی ساختارهای عصبی خاص به منظور ارتقاء حرکات ریتمیک، ممکن است منجر به تحریک بخش‌های خاصی از مغز شود که کنترل کننده انگیختگی است (Priest, Karageorghis, & Sharp, 2004). اگرچه ماهیت صدای استفاده شده در این پژوهش (تغییر فرکانس) با صدای استفاده شده در پژوهش‌های گذشته (تغییر ریتم یا صدا) متفاوت است اما به نظر می‌رسد افزایش فرکانس صدا در طول اجرای تکلیف، نقش تحریکی و انگیزشی داشته است.

اگرچه در این پژوهش عملکرد افراد در شرایط فرکانس فزاینده بهتر از شرایط استاندارد فرکانس ثابت بود اما افراد در شرایط فرکانس فزاینده نسبت به فرکانس کاهنده عملکرد ضعیف‌تری داشتند. پژوهش‌های مختلفی نشان دادند، استفاده از موسیقی آرامش‌بخش در تکالیف کوتاه مدت و شدید (قدرت گرفتن دست)، عملکرد خوبی را به همراه نداشته است (C. I. Karageorghis, Drew, & Terry, 1996; Pearce, 1981) اما در فعالیت‌های طولانی مدت (استقامتی) اثرات مطلوبی مشاهده شده است. در برخی از پژوهش‌ها نشان داده شده است که موسیقی آهسته و آرامش‌بخش، منجر به کاهش فشار خون (Merakou et al., 2015)، کاهش ضربان قلب (Knight & Rickard Ph, 2001) و کاهش جریان شریان مغزی

Copyright ©The authors

(Bernardi et al., 2009) و در مجموع کاهش انگیختگی فیزیولوژیک می‌شود (Yamamoto et al., 2003). به نظر می‌رسد، کاهش انگیختگی در طول یک تمرین استقامتی طولانی‌مدت، با ایجاد اقتصاد انرژی، خستگی کمتری را برای افراد به ارمغان داشته باشد. در پژوهش حاضر نیز، فشار خون سیستولیک (و نه دیاستولیک) پایان آزمون در شرایط فرکانس صدای کاهنده، بهتر از سایر شرایط بود. نتایج این پژوهش از این حیث همراستا با پژوهش‌هایی است که از موسیقی آرامش‌بخش در تکالیف استقامتی استفاده کرده‌اند و این نوع موسیقی منجر به توسعه عملکرد استقامتی شده است (Ghaderi et al., 2009; Hepler & Kapke, 1996). اگرچه هر دو نوع تحریک شنیداری کاهنده و فزاینده نسبت به شرایط بدون صدا و فرکانس ثابت، منجر به عملکرد بهتری شده است با این وجود به نظر می‌رسد مزایای فرکانس کاهنده، بیشتر از فرکانس فزاینده است.

بر اساس نتایج این پژوهش، عملکرد افراد در شرایط فرکانس فزاینده و کاهنده و نیز شرایط اصلی آزمون، بهتر از شرایط فرکانس ثابت است. این یافته، نشان می‌دهد که هر نوع تحریک شنیداری، اثرات مثبتی را بر عملکرد به همراه ندارد و ویژگی‌های تحریک شنیداری از جمله تغییر فرکانس نیز اهمیت دارد. در برخی از پژوهش‌ها، دلیل اثرگذاری موسیقی بر عملکرد به قابلیت آن در ایجاد حواس‌پرتی نسبت داده شده است (Elliott, Carr, & Orme, 2005; Grande-Alonso et al., 2020). با این وجود در پژوهش حاضر، اجرا در شرایط فرکانس ثابت، بدتر از شرایط اصلی آزمون (شرایط کنترل) بود. بر این اساس، حواس‌پرتی به تنهایی نمی‌تواند توجیه کننده برتری اجرا در شرایط با تحریک شنیداری باشد. یکی دیگر از احتمالات برتری اجرا در شرایط فرکانس کاهنده نسبت به سایر شرایط، افزایش فعالیت بخش‌های خاصی از مغز است. به عنوان مثال، کورنیشوا و همکاران(Kornysheva, von Cramon, Jacobsen, & Schubotz, 2010) (۲۰۱۰)، درگیری بخش‌های پیش‌حرکتی و مخچه مغز را در طول گوش دادن به ریتم‌های مرجح در مقابل ریتم‌های غیرمرجح نشان دادند و عنوان کردند که فعالیت در قشر شکمی پیش‌حرکتی به وسیله سرعت مرجح موسیقی، افزایش می‌یابد و این افزایش، فرایند "تنظیم" را برای یک ریتم موسیقی جذاب، تسهیل کند . افزایش کارامدی عصبی–عضلانی که منجر به کاهش هزینه سوخت و سازی می‌شود، از دیگر احتمالات مطرح شده است (Roerdink, 2008). احتمالات مطرح شده بالا، می‌تواند در پژوهش‌های آتی در یک طرح کنترل‌شده مورد بررسی قرار گیرد.

نتایج این پژوهش در بخش ریکاوری نیز نشان داد که در ضربان قلب پایان تکلیف، بین شرایط مختلف، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. با این وجود ضربان قلب افراد در دقایق اول، سوم و پنجم پس از اتمام تکلیف، در شرایط فرکانس کاهنده و فزاینده پایین‌تر از شرایط استاندارد و فرکانس ثابت است. همچنین ضربان قلب افراد در دقایق دهم و پانزدهم پس از اتمام تکلیف در شرایط فرکانس کاهنده بهتر از سایر شرایط و در شرایط فرکانس فزاینده بهتر از شرایط استاندارد و ثابت بوده است. عدم تفاوت بین شرایط مختلف تحریک شنیداری در ضربان قلب پایان تکلیف، بر اساس پژوهش‌های گذشته قابل پیش‌بینی بود. پژوهش‌های گذشته نشان داده‌اند که موسیقی بر سطوح پایین و متوسط فعالیت‌بدنی اثرگذار است و خستگی ادراک‌شده را کاهش می‌دهد اما اثری بر سطوح شدید تمرین و فعالیت‌بدنی ندارد (Hutchinson et al., 2011; Potteiger, Schroeder, & Goff, 2000; Ramezanzade et al., 2024; Razon, Basevitch, Land, Thompson, & Tenenbaum, 2009; Yamashita et al., 2006). رمضان زاده و همکاران (۲۰۲٤) نشان دادند که ضربان قلب افراد در شرایط مختلف تحریک شنیداری در مراحل پایانی آزمون شاتل‌ران (مراحل هفتم الی نهم)، مشابه است اگرچه در مراحل با شدت متوسط (مراحل چهارم الی ششم) و شدت پایین (مراحل اول الی سوم)، ضربان قلب و خستگی ادراک‌شده افراد در شرایط فرکانس کاهنده بهتر از سایر شرایط بود (Ramezanzade et al., 2024). ضربان قلب (و نیز سطح اکسیژن خون) پایین‌تر افراد در بازه ریکاوری در شرایط فرکانس کاهنده و فزاینده (به ویژه شرایط فرکانس کاهنده) نسبت به شرایط استاندارد

Copyright ©The authors

و فرکانس ثابت، نشان از تاثیر مثبت تحریک شنیداری ساختگی مداوم این پژوهش بر ریکاوری افراد است. تبیین‌های احتمالی را می‌توان برای این اثر پیشنهاد کرد. اول این‌که تحریک شنیداری به افراد اجازه می‌دهد تا آرام باشند و تنش عضلانی خود را کاهش دهند از این رو جریان خون و ریکاوری عضلات افزایش می‌یابد. تبیین دوم اثر مستقیم تحریک شنیداری بر ریکاوری قلبی–تنفسی است. برخی از پژوهش‌ها نشان داده‌اند که افراد در گروه موزیک، ریکاوری سریع‌تر ضربان قلب را در مقایسه با گروه کنترل تجربه می‌کنند (Gomes et al., 2018; Thoma et al., 2013). در سابقه پژوهش، پذیرفته شده است که تحریک شنیداری موزیکال، فعالیت عصب واگ را افزایش داده و لذا فعالیت سمپاتیک را کاهش می‌هد و منجر به کاهش ضربان قلب می‌شود (Gordan, Gwathmey, & Xie, 2015). این واکنش تعدیل خودکار ممکن است با کاهش فشار خون سیستولیک مرتبط باشد (Irigoyen, Consolim-Colombo, & Krieger, 2001). این واکنش، ریکاوری سریع-تر فشار خون سیستولیک را در گروه موزیک به همراه دارد. در پژوهش حاضر، فشار خون سیستولیک در دقیقه اول پس از اتمام تکلیف در شرایط فرکانس کاهنده نسبت به سایر شرایط پایین‌تر بود. همراستا با این نتایج گوردون و همکاران (۲۰۱۵)، مشاهده کردن که موسیقی آرامش‌بخش، تون عصب واگ را بعد از ۵ کیلومتر دویدن تسریع می‌کند (Gordan et al., 2015). از طرفی می‌توان فرض کرد که ریکاوری سریع‌تر ضربان قلب و فشار خون سیستولیک ممکن است به سطوح پایین‌تر کورتیزول ناشی از گوش دادن به موسیقی نسبت داده شود (Yamasaki et al., 2012).

تبیین محتمل‌تر دیگر، کاهش خستگی ادراک شده افراد در شرایط تحریک شنیداری در مقایسه با شرایط بدون تحریک (شرایط استاندارد) و شرایط فرکانس ثابت است. پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که تحریک شنیداری از نوع موزیکال (Bigliassi, León-Domínguez, Buzzachera, Barreto-Silva, & Altimari, 2015; Elliott et al., 2004; Nethery, 2002) و غیرموزیکال (Ramezanzade et al., 2024) منجر به کاهش خستگی ادراک‌شده افراد در طول اجرا می‌شود. احتمالا خستگی ادراک‌شده کمتر در طول اجرا، با ریکاوری سریع‌تر پس از اجرا مرتبط است.

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد تحریک شنیداری با تغییر فرکانس (کاهنده و فزاینده) در طول اجرای تکلیف استقامتی نسبت به شرایط بدون صدا (شرایط استاندارد) و شرایط با فرکانس ثابت، منجر به عملکرد بهتر و ریکاوری سریع‌تر پس از تکلیف خواهد شد. نتایج این پژوهش همچنین نشان داد که به منظور توسعه کیفیت انگیزشی صدا علاوه بر ریتم می‌توان از اجزاء موسیقیایی همچون فرکانس استفاده کرد. لذا بر اساس نتایج این پژوهش می‌توان پیشنهاد نمود که به منظور توسعه عملکرد استقامتی و ریکاوری سریع‌تر از تحریک شنیداری با تغییر فرکانس صدا به ویژه فرکانس کاهنده استفاده شود.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله بر خود لازم می دانیم از تمامی شرکت‌کنندگان این پژوهش تشکر و قدردانی کنیم.

Copyright ©The authors

References:

Alvarsson, J. J., Wiens, S., & Nilsson, M. E. (2010). Stress recovery during exposure to nature sound and environmental noise. *Int J Environ Res Public Health, 7*(3), 1036-1046. doi:10.3390/ijerph7031036

Bernardi, L., Porta, C., Casucci, G., Balsamo, R., Bernardi, N. F., Fogari, R., & Sleight, P. (2009). Dynamic interactions between musical, cardiovascular, and cerebral rhythms in humans. *Circulation, 119*(25), 3171-3180. doi:10.1161/circulationaha.108.806174

Bernardi, L., Porta, C., & Sleight, P. (2006). Cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory changes induced by different types of music in musicians and non-musicians: The importance of silence. *Heart, 92*(4), 445-452. doi:10.1136/hrt.2005.064600

Bigliassi, M., León-Domínguez, U., Buzzachera, C. F ,.Barreto-Silva, V., & Altimari, L. R. (2015). How does music aid 5 km of running? *J Strength Cond Res, 29*(2), 305-314. doi:10.1519/jsc.0000000000000627

Birnbaum, L., Boone, T., & Huschle, B. (2009). Cardiovascular responses to music tempo during steady-state exercise. *Journal of Exercise Physiology Online, 12*, 50_57 .

Cohen, S. L., Paradis, C., & LeMura, L. M. (2007). The effects of contingent-monetary reinforcement and music on exercise in college students. *Journal of Sport Behavior, 30*, 146−160 .

Crust ,L. (2004). Carry-over effects of music in an isometric muscular endurance task. *Percept Mot Skills, 98*(3 Pt 1), 985-991. doi:10.2466/pms.98.3.985-991

Crust, L., & Clough, P. J. (2006). The influence of rhythm and personality in the endurance response to motivational asynchronous music. *J Sports Sci, 24*(2), 187-195. doi:10.1080/02640410500131514

Elliott, D., Carr, S., & Orme, D. (2005). The effect of motivational music on sub-maximal exercise. *European Journal of Sport Science, 5*(2), 97-106. doi:10.1080/1٧٤٦١٣٩٠٥٠٠١٧١٣١٠

Elliott, D., Carr, S., & Savage, D. (2004). Effects of motivational music on work output and affective responses during sub-maximal cycling of a standardized perceived intensity. *Journal of Sport Behavior, 27*, 134−147 .

Fancourt, D., Ockelford, A., & Belai, A. (2014). The psychoneuroimmunological effects of music: A systematic review and a new model. *Brain Behav Immun, 36*, 15-26. doi:10.1016/j.bbi.2013.10.014

Franco, M., & Bezerra, A. R. (2009). Music therapy in relief of pain in oncol-ogy patients. *The Einstein Journal of Biology and Medicine, 7*, 147—151 .

Ghaderi, M., Rahimi, R., & Ali Azarbayjani, M. (2009). The effect of motivational and relaxation music on aerobic performance, rating perceived exertion and salivary cortisol in athlete meals. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education & Recreation, 31*, 29−38 .

Gomes, R. L., Vanderlei, L. C. M., Garner, D. M., de Marco, R. L., Gonzaga, L. A., & Valenti, V. E. (2018). The effects of musical auditory stimulation on cardiorespiratory variables after aerobic exercise. *Science & Sports, 33*(4), 221-227. doi:https://doi.org/10.1016/j.scispo.2018.01.002

Gordan, R., Gwathmey, J. K., & Xie, L. H. (2015). Autonomic and endocrine control of cardiovascular function. *World J Cardiol, 7*(4), 204-214. doi:10.4330/wjc.v7.i4.204

Grande-Alonso, M., Ortega-López, F., Vittecoq, R., Mayo-Fernández, E., Navarro-Fernández, G., & Cuenca-Martínez, F. (2020). Auditory and visual distraction improve muscle endurance: A randomised controlled trial. *37*(4), 334-342. doi:10.1080/08990220.2020.1834378

Copyright ©The authors Publisher: University of Tabriz

Hepler, C., & Kapke, R. (1996). Effect of music on cardiovascular performance during treadmill walking. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology, 57*(4), 448−451 .

Hutchinson, J. C., Jones, L., Vitti, S. N., Moore, A., Dalton, P. C., & O'Neil, B. J. (2018). The influence of self-selected music on affect-regulated exercise intensity and re-membered pleasure during treadmill running. . *Sport, Exercise and Performance Psychology, 7*, 80−92 .

Hutchinson, J. C., Sherman, T., Davis, L. K., Cawthon, D., Reeder, N. B., & Tnenbaum, G. (2011). The influence of asynchronous motivational music on a supramaximal exercise bout. *International Journal of Sport Psychology, 42*, 135−148 .

Irigoyen, M. C., Consolim-Colombo, F. M., & Krieger, E. M. (2001). Controle cardiovascular: Regulac¸ão reflexa e papel do sistema nervososimpático. *Rev Bras Hipertens, 8*(1), 55-62 .

Karageorghis, C. I. (2008). *The scientific application of music in sport and exercise. In a.M. Lane (ed.), sport and exercise psychology (pp. 109−137)*: Hodder Education.

Karageorghis, C. I., Drew, K. M., & Terry, P. C. (1996). Effects of pretest stimulative and sedative music on grip strength. *Percept Mot Skills, 83*(3 Pt 2), 1347-1352. doi:10.2466/pms.۱۹۹٦,۸۳,۳f.1347

Karageorghis, C. I., Hutchinson, J. C., Jones, L., Farmer, H. L., Ayhan, M. S., Wilson, R. C., . . . Bailey, S. G. (2013). Psychological, psychophysical, and ergogenic effects of music in swimming. *Psychology of Sport and Exercise, 14*(4), 5 .٥٦٨-٦٠ doi:https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2013.01.009

Karageorghis, C. I., Mouzourides, D. A., Priest, D. L., Sasso, T. A., Morrish, D. J., & Walley, C. J. (2009). Psychophysical and ergogenic effects of synchronous music during treadmill walking .*J Sport Exerc Psychol, 31*(1), 18-36. doi:10.1123/jsep.31.1.18

Karageorghis, C. I., & Priest, D. L. (2012). Music in the exercise domain: A review and synthesis (part i). *Int Rev Sport Exerc Psychol, 5*(1), 44-66. doi:10.1080/1750984x.2011.631026

Karageorghis, C. I., Terry, P. C., & Lane, A. M. (1999). Development and initial validation of an instrument to assess the motivational qualities of music in exercise and sport: The brunel music rating inventory. *J Sports Sci, 17*, 713−724 .

Knight, W. E., & Rickard Ph, D. N. (2001). Relaxing music prevents stress-induced increases in subjective anxiety, systolic blood pressure, and heart rate in healthy males and females. *J Music Ther, 38*(4), 254-272. doi:10.1093/jmt/38.4.254

Koc¸, H., & Curtseit, T. (2009). The effects of music on athletic performance. *Ovidius University Annals, Series Physical Education and Sport/Science, Movement and Health, 1*, 44_47 .

Kornysheva, K., von Cramon, D. Y., Jacobsen, T., & Schubotz, R. I. (2010). Tuning-in to the beat: Aesthetic appreciation of musical rhythms correlates with a premotor activity boost. *Hum Brain Mapp, 31*(1), 48-64. doi:10.1002/hbm.20844

Lee, O. K., Chung, Y. F., Chan, M. F., & Chan, W. M. (2005). Music and its effect on the physiological responses and anxiety levels of patients receiving mechanical ventilation: A pilot study. *J Clin Nurs, 14*(5), 609-620. doi:10.1111/j.1365-2702.2004.01103.x

Leger, L. A., & Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict vo2 max. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, 49*, 1−12. doi:http://doi.org/10.1007/BF00428958

Leger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 meter shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci, 6*(2), 93−101. doi:http://doi.org/10.1080/02640418808729800

Copyright ©The authors

Lind, E., Welch, A. S., & Ekkekakis, P. (2009). Do 'mind over muscle' strategies work? Examining the effects of attentional association and dissociation on exertional, affective and physiological responses to exercise. *Sports Med, 39*(9), 743-764. doi:10.2165/11315120-000000000-00000

Merakou, K., Varouxi, G., Barbouni, A., Antoniadou, E., Karageorgos, G., Theodoridis, D., . . . Kourea-Kremastinou, J. (2015). Blood pressure and heart rate alterations through music in patients undergoing cataract surgery in greece. *Ophthalmol Eye Dis, 7*, 7-12. doi:10.4137/oed.s20960

Nakamura, P. M., Pereira, G., Papini, C. B., Nakamura, F. Y., & Kokubun, E. (2010). Effects of preferred and nonpreferred music on continuous cycling exercise performance. *Percept Mot Skills, 110*(1), 257-264. doi:10.2466/pms.110.1.257-264

Nethery, V. M. (2002). Competition between internal and external sources of information during exercise: Influence on rpe and the impact of the exercise load. *J Sports Med Phys Fitness, 42*(2), 172-178 .

Paradisis, G. P., Zacharogiannis, E., Mandila, D., Smirtiotou, A., Argeitaki, P., & Cooke, C. B. (2014). Multi-stage 20-m shuttle run fitness test, maximal oxygen uptake and velocity at maximal oxygen uptake. *Journal of Human Kinetics, 41*, 81−87. doi:http://doi.org/10.2478/hukin-2014-0035

Pastre, M., Bastos, F. N., Júnior, J. N., Vanderlei, L. C. M., & Hoshi, R. A. (2009). Méto-dos de recuperac¸ão pós-exercício: Uma revisão sistemática. *Rev Bras Med Esporte, 15*(2), 138-144 .

Patania ,V. M., Padulo, J., Iuliano, E., Ardigò, L. P., Čular, D., Miletić, A., & De Giorgio, A. (2020). The psychophysiological effects of different tempo music on endurance versus high-intensity performances. *Front Psychol, 11*, 74. doi:10.3389/fpsyg.2020.00074

Pearce, K. A. (1981). Effects of different types of music on physical strength. *Percept Mot Skills, 53*, 351_352 .

Potteiger, J. A., Schroeder, J. M., & Goff, K. L. (2000). Influence of music on ratings of perceived exertion during 20 minutes of moderate intensity exercise. *Percept Mot Skills, 91*(3 Pt 1), 848-854. doi:10.2466/pms.2000.91.3.848

Priest, D. L., Karageorghis, C. I., & Sharp, N. C. (2004). The characteristics and effects of motivational music in exercise settings: The possible influence of gender, age, frequency of attendance, and time of attendance. *J Sports Med Phys Fitness, 44*(1), 77-86 .

Ramezanzade, H., Abedanzadeh, R., Sors, F., Murgia, M., Agostini, T., & Forati, A. (2024). The effect of continuous artificial non-musical auditory stimulation on cardiorespiratory endurance and perceived exertion. *Psihologija, 57*(2), 155-175 .

Razon, S., Basevitch, I., Land, W., Thompson, B., & Tenenbaum, G. (2009). Perception of exertion and attention allocation as a function of visual and auditory conditions. *Psychology of Sport and Exercise, 10*, 636_643 .

Rendi, M., Szabo, A., & Szabo´, T. (2008). Performance enhancement with music in rowing sprint. *The Sport Psychologist, 22*, 175−182 .

Roerdink, M. (2008). *Anchoring: Moving from theory to therapy*: IFKB.

Rose, E. A., & Parfitt, G. (2010). Pleasant for some and unpleasant for others: A protocol analysis of the cognitive factors that influence affective responses to exercise. *Int J Behav Nutr Phys Act, 7*, 15. doi:10.1186/1479-5868-7-15

Sors, F., Lath, F ,.Bader, A., Santoro, I., Galmonte, A., Agostini, T., & Murgia, M. (2018). Predicting the length of volleyball serves: The role of early auditory and visual information. *PLoS One, 13*(12), e0208174. doi:10.1371/journal.pone.0208174

Sutoo, D., & Akiyama, K .(۲۰۰٤) .Music improves dopaminergic neurotransmission: Demonstration based on the effect of music on blood pressure regulation. *Brain Res, 1016*(2), 255-262. doi:10.1016/j.brainres.2004.05.018

Copyright ©The authors

Tenenbaum, G. (2001). *A social-cognitive perspective of perceived exertion and exertion tolerance. In r.N. Singer, h.A. Hausenblas, & c. Janelle (eds.), handbook of sport psychology*. New York: Wiley.

Tenenbaum, G. (2005). *The study of perceived and sustained effort: Concepts, research findings, and future directions .In d. Hackfort, j. Duda, & r. Lidor (eds.), handbook of research on applied sport psychology (pp. 335–349)*

Morgantown, WV: Fitness Information Technology.

Terry, P. C., & Karageorghis, C. I. (2011). *Music in sport and exercise. In t. Morris & p.C. Terry (eds.), the new sport and exercise psychology companion (pp. 359_380)*. Morgantown, WV: Fitness Information Technology.

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. doi:10.1371/journal.pone.0070156

Valenti, V. E., Guida, H. L., Frizzo, A. C., Cardoso, A. C., Vanderlei, L. C., & Abreu, L. C. (2012). Auditory stimulation and cardiac autonomic regulation. *Clinics (Sao Paulo), 67*(8), 955-958 .doi:10.6061/clinics/2012(08)16

Yamamoto, T., Ohkuwa, T., Itoh, H., Kitoh, M., Terasawa, J., Tsuda, T., . . . Sato, Y. (2003). Effects of pre-exercise listening to slow and fast rhythm music on supramaximal cycle performance and selected metabolic variables. *Arch Physiol Biochem, 111*(3), 211-214. doi:10.1076/apab.111.3.211.23464

Yamasaki, A., Booker, A., Kapur, V., Tilt, A., Niess, H., Lillemoe, K. D., . . . Conrad, C. (2012). The impact of music on metabolism. *Nutrition, 28*(11-12), 1075-1080. doi:10.101/ٰj.nut.2012.01.020

Yamashita, S., Iwai, K., Akimoto, T., Sugawara, J., & Kono, I. (2006). Effects of music during exercise on rpe, heart rate and the autonomic nervous system. *J Sports Med Phys Fitness, 46*(3), 425-430 .

Copyright ©The authors