

علوم زیستی ورزشی ° زمستان ۱۳۹۲

دوره ۵، شماره ۴، ص ۷۷-۸۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۳/۱۹

تأثیر میزان و سرعت موسیقی بر سرعت رکاب زدن روی دوچرخه کارسنج

کوروش قهرمان تبریزی^۱ - یحیی آصفی

استادیار دانشگاه شهید باهنر کرمان - دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش دانشگاه ارومیه

چکیده

موسیقی قادر است حرکت بدن طی اجرای فعالیت‌های بدنی تکرارشونده (مانند دویدن، راه رفتن و تایپ کردن) را تحت تأثیر قرار دهد. هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر میزان و همچنین سرعت موسیقی بر سرعت رکاب زدن است. بدین منظور ۱۷ دانشجوی دختر رشته تربیت‌بدنی با میانگین سن ۱/۲۲ ع ۲۲/۳۳ سال، وزن ۱۰/۳۰ ع ۵۷/۲۳ کیلوگرم، شاخص توده بدن ۳/۵۱ ع ۲۲/۰۹ کیلوگرم بر متر مربع و قد ۴/۶۳ ع ۱۶۰/۵۵ سانتی‌متر انتخاب و طی چهار جلسه ارزیابی شدند (هر جلسه شامل دو وهله مشابه و مجزا بود). در جلسه اول آزمودنی‌ها بدون شنیدن موسیقی روی دوچرخه رکاب زدند. در جلسات دوم، سوم و چهارم آزمون‌دهنده‌ها طی رکاب زدن به قطعات موسیقی با میزان‌های ۳/۴، ۶/۸ و ۷/۸ گوش می‌دادند. از هر قطعه دو سرعت متفاوت (۶۰ و ۱۰۰ bpm) ساخته و برای آزمودنی‌ها پخش شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون ANOVA با اندازه‌گیری مکرر (در سطح معناداری ۰/۰۱) تجزیه و تحلیل شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد میزان موسیقی بر سرعت رکاب زدن تأثیر معناداری ندارد ($P=1/00$). نتایج نشان داد که بین شرایط بدون موسیقی و میزان‌های با سرعت ۶۰ bpm تفاوت معناداری وجود ندارد ($P=0/517$)، اما بین شرایط بدون موسیقی و میزان‌های با سرعت ۱۰۰ bpm این تفاوت معنادار است ($P=0/001$). از این رو به نظر می‌رسد قطعات موسیقی با میزان‌های مختلف (با زیرایی و همزمانی مشابه) تأثیر مشابهی بر سرعت رکاب زدن دارند و موسیقی قادر است سرعت رکاب زدن را هماهنگ و کنترل کند.

واژه‌های کلیدی

سرعت، رکاب زدن، زیرایی، فعالیت‌بدنی، میزان موسیقی.

مقدمه

بین موسیقی و ریتم حرکت بدن انسان ارتباط نزدیکی وجود دارد. افراد طی نواختن آلات موسیقی بدن خود را هماهنگ با موسیقی به حرکت در می آورند، همچنین طی شنیدن موسیقی همواره سعی دارند حرکت بدن خود را با صدایی که می شنوند، هماهنگ کنند. از سوی دیگر، اجرای برخی از فعالیت‌های ورزشی بر پایه کاربرد موسیقی است (۳۰). بررسی‌ها نشان می‌دهند که گوش دادن به موسیقی موجب ایجاد تحولات فیزیکی در مغز (به شکل هارمونیزاسیون و همگام‌سازی الگوهای عصبی) می‌شود. در واقع ایمپالس‌هایی که از عصب شنیداری واقع در ساقه مغز^۱ منتقل می‌شود، به درک صدا در کولوسیوس پایینی^۲ می‌انجامد. هارمونیزاسیون اغلب روی در نواحی زیرقشری^۳ مسئول کنترل سیستم‌های بدن (سیستم لیمبیک^۴، هیپوتالاموس و بنیان مغز)، قلب و عروق، نور اندوکرین و سیستم ایمنی تأثیر می‌گذارد (۱۳). از سوی دیگر، تحقیقات انجام گرفته در زمینه موسیقی‌شناسی حاکی از آن است که چیدمان ساختار موسیقی در میزان تأثیرگذار بودن آن بر ذهن و حرکت بدن انسان (مانند تایپ کردن) نقش دارد (۱۵). از جمله این ارکان ساختاری می‌توان به میزان^۵ موسیقی اشاره کرد. میزان موسیقی بخشی از ریتم موسیقی است که الگوی زمان‌بندی سطوح مختلف ساختار ریتمیک موسیقی را تعیین می‌کند. برای نمونه قطعات والتس دارای میزان ۳/۴ است که در برگیرنده بالاترین سطح زمان‌بندی در هر سه ضرب و قطعات مارش (۲/۴) در برگیرنده بالاترین سطح زمان‌بندی در هر دو ضرب است (۱۵). نقش میزان موسیقی در حیطه روان‌شناسی و موسیقی‌شناسی و هنگام تایپ کردن بارها بررسی شده است (۲۸). تحقیقات انجام گرفته در این زمینه نشان می‌دهند از جمله عواملی که موجب درک بهتر و تفکیک میزان موسیقی می‌شود، آکسان است (آکسان ضعیف یا قوی بودن ضرب را مشخص می‌کند) (۱۲). هر چند در زمینه تکلیف تایپ کردن ساختار و نقش موسیقی در ایجاد

-
1. Stem
 2. Inferior Colliculus
 3. Subcortical
 4. Limbic System
 5. Meter

همگامی بارها بررسی شده (۲۳، ۲۹، ۲۷، ۱۱، ۷، ۶)، در زمینه فعالیت بدنی تحقیقات بسیار محدودی انجام گرفته است که اغلب محدود به بررسی نقش برانگیزاننده بودن (۴، ۵، ۸، ۹، ۱۴، ۱۶) یا سرعت موسیقی (۱، ۲، ۱۰، ۱۷، ۳۱) است. از جمله تحقیقات انجام گرفته در زمینه بررسی ساختار موسیقی، می توان به تحقیق مکینتاش و همکاران اشاره کرد. آنها تأثیر تحریک شنیداری را بر سرعت، تواتر و طول گام های بیماران پارکینسون بررسی کردند. آنها تنها از یک قطعه با میزان ۴/۴ استفاده کردند. در این تحقیق آنها از بیماران خواستند هماهنگ با سرعت موسیقی گام بردارند. نتایج نشان داد ریتم موسیقی به طور معناداری بر ریتم گام ها و طول آنها تأثیر می گذارد (۲۱). در تحقیقی دیگر استاین و همکاران تأثیر موسیقی بر سرعت گام برداشتن و تواتر آن طی راه رفتن را بررسی کردند. آنها به بررسی تأثیر موسیقی با سرعت های متفاوت بر سطح همگامی پرداختند. نتایج نشان داد که موسیقی بر سرعت راه رفتن تأثیر داشته و همبستگی زیادی بین سرعت موسیقی و سرعت راه رفتن وجود دارد (۳۰). هر چند در این چند تحقیق تلاش شده نقش همگام سازی موسیقی و حرکت بدن انسان بررسی شود، هیچ یک از این نقش تأثیر میزان های متفاوت موسیقی بر ریتم حرکت بدن انسان طی فعالیت بدنی را بررسی نکرده اند. از این رو در این تحقیق نقش موسیقی از یک سو و تأثیر میزان موسیقی بر سرعت رکاب زدن و همچنین میزان همگامی افراد با موسیقی با سرعت های متفاوت از سوی دیگر، بررسی شده است.

روش تحقیق

آزمودنی ها

نمونه آماری شامل ۱۷ دانشجوی دختر رشته تربیت بدنی بود که داوطلبانه در تحقیق شرکت کردند. هیچ یک از آزمودنی ها سابقه نواخت آلات موسیقی و همچنین فعالیت حرفه ای دوچرخه سواری را نداشتند. به منظور آگاه شدن از وضعیت سلامت آزمودنی ها، تمامی آنها قبل از اجرای آزمون، پرسشنامه های پزشکی استاندارد و سلامت را تکمیل کردند. قبل از اجرای آزمون و پس از شرح کامل مراحل آن، از آنها خواسته شد بر گه رضایت نامه را تکمیل و تأیید کنند. شاخص های آنروپومتریکی

آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به محدودیت‌های تحقیق، مطالعه نیمه تجربی است و از لحاظ هدف جزء تحقیقات کاربردی محسوب می‌شود.

جدول ۱. ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها

شاخص‌ها	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	سن (سال)	BMI (کیلوگرم بر متر مربع)
آزمون‌دهنده‌ها	۵۷/۲۳ ع ۱۰/۳۰	۱۶۰/۵۵ ع ۴/۶۳	۲۲/۲۳ ع ۱/۲۲	۲۲/۰۹ ع ۳/۵۱

BMI: Body Mass Index

تهیه و پخش موسیقی

برای اجرای این تحقیق شش قطعه موسیقی همزمان^۱ با زیرایی مشابه^۲ ساخته و استفاده شد؛ دو قطعه با میزان ۳/۴، دو قطعه با میزان ۶/۸ و در نهایت دو قطعه با میزان ۷/۸. در هر میزان یکی از قطعات دارای سرعت ۶۰ و دیگری ۱۰۰ ضرب در دقیقه (bpm) بود (هر ضرب معادل یک نت سیاه (♩)). جزئیات میزان‌های مختلف در تصویر ۱ ارائه شده است. برای ساخت این قطعات از نرم‌افزار Cakewalk sonar x1 استفاده شد. تمامی قطعات با فرمت MIDI^۳ پخش شدند. به‌منظور پخش قطعات حین رکاب زدن از هدفون StereoAKG K44 استفاده شد. شدت صدا در سطح مطلوب آزمودنی‌ها تنظیم شد.

شیوه اجرا

از آزمون‌دهنده‌ها خواسته شد برای شرکت در این تحقیق چهار جلسه در آزمایشگاه حضور یابند. تمامی جلسات صبح برگزار شد. هر جلسه شامل دو وهله بود و تمامی وهله‌ها شرایط مشابهی داشتند که شامل هفت دقیقه رکاب زدن روی دوچرخه کارسنگ با مقاومت ۱۰۰ وات بود. در هر جلسه بین دو

1. Isochronouse
2. Monotone
3. Musical Instrument Digital Interface



شکل ۱. نمایشی از جزئیات قطعات ساخته شده با سه میزان مختلف (حرف f مخفف forte و به مفهوم شدت صدا و نشان دهنده آکسان است)

وهله، آزمون دهنده‌ها به مدت پانزده دقیقه و تا زمان رسیدن ضربان قلبشان به سطح استراحتی استراحت کردند. در جلسه اول از آزمودنی‌ها خواسته شد در هر دو وهله با سرعت انتخابی خود رکاب بزنند. در جلسات دوم، سوم و چهارم طی رکاب زدن برای آزمون دهنده‌ها به‌طور تصادفی قطعات موسیقی پخش شد. قبل از شروع آزمون و پخش موسیقی، شیوه رکاب زدن برای تمامی آزمون دهنده‌ها با شیوه مشابهی تشریح شد. از آنها خواسته شد با هر بار شنیدن صدای موسیقی یک بار پدال را فشار دهند. طی اجرای آزمون و رکاب زدن هیچ‌گونه بازخوردی به آزمودنی‌ها داده نشد. داده‌های به‌دست آمده از پنج دقیقه پایانی هر مرحله ثبت و ارزیابی شد. برای اندازه‌گیری سرعت رکاب زدن از دوچرخه مونارک مدل E ۸۳۹ (مونارک، استکهلم، سوئد) استفاده شد. قبل از شروع هر آزمون ارتفاع زین دوچرخه براساس تمایل آزمودنی‌ها تنظیم شد.

روش‌های آماری

داده‌های به‌دست آمده از این تحقیق با روش آماری توصیفی و استنباطی در دو نرم‌افزار Excel و Spss تجزیه و تحلیل شد. با توجه به تعداد گروه‌ها از آزمون آماری ANOVA با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد. برای بررسی تجانس واریانس‌ها از آزمون کرویت-موخلی و به‌منظور اصلاح آن از تصحیح اپسیلون (گرینهاوس-گیسر) استفاده شد. سطح معناداری $P < 0/01$ در نظر گرفته شد.

نتایج و یافته‌ها

داده‌ها با آزمون آماری ANOVA با اندازه‌گیری مکرر تجزیه و تحلیل شد. همان‌طور که جدول ۲ نشان می‌دهد، بررسی تأثیرات اصلی (با استفاده از آزمون آماری ANOVA با اندازه‌گیری مکرر مجزا) نشان داد که بین میزان‌های مختلف با سرعت ۶۰ bpm از یک سو و میزان‌های با سرعت ۶۰ bpm و شرایط بدون موسیقی از سوی دیگر تفاوت معناداری وجود ندارد ($F(1,16)=0.46, P=0.517$). مقایسه میزان‌های با سرعت ۱۰۰ و شرایط بدون موسیقی نشان داد که تفاوت‌ها معنادار است ($P=0.001$ ، $F(1,16)=85.97$). با استفاده از آزمون تعقیبی بونفرونی زوج نمونه‌ها جداگانه مقایسه شدند. همان‌طور که جدول ۳ نشان می‌دهد، بین میزان‌های مختلف با سرعت ۱۰۰ bpm تفاوت معناداری وجود ندارد، اما بین میزان‌های با سرعت ۱۰۰ bpm و شرایط بدون موسیقی تفاوت معنادار است.

جدول ۲. نتایج آزمون ANOVA با اندازه‌گیری مکرر مجزا

df	F	میزان ۷/۸	میزان ۶/۸	میزان ۳/۴	بدون موسیقی	موسیقی سرعت
۱/۱۶	۰/۴۶	۵۹/۸۰ ع ۰/۹۷	۵۸/۹۷ ع ۱/۲۵	۵۹/۵۶ ع ۲/۴۰	۵۵/۶۵ ع ۱۷/۵۷	۶۰ bpm
۱/۱۶	۸۵/۹۷*	۹۸/۷۰ ع ۲/۳۲	۹۸/۴۵ ع ۱/۹۱	۹۹/۵۹ ع ۲/۴۵	۶۰/۰۳ ع ۱۲/۷۸	۱۰۰ bpm

$P < 0.01$ *

جدول ۳. نتایج مقایسه زوج نمونه‌ها

زوج نمونه‌ها	بدون موسیقی - میزان ۳/۴	بدون موسیقی - میزان ۶/۸	بدون موسیقی - میزان ۷/۸	میزان ۳/۴ - میزان ۶/۸	میزان ۳/۴ - میزان ۷/۸	میزان ۶/۸ - میزان ۷/۸
سطح معناداری	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۱/۰۰	۱/۰۰

$P < 0.01$ *

بحث و نتیجه‌گیری

در تمامی میزان‌ها و همچنین سرعت‌های مختلف موسیقی، آزمودنی‌ها سرعت رکاب زدن خود را با سرعت موسیقی هماهنگ کردند. قابلیت ذاتی بدن انسان برای هماهنگ شدن با ریتم‌های بیرونی (مانند موسیقی) دستاورد تازه‌ای نیست. مکینتاش و همکاران پیش از این نشان دادند که تواتر و طول گام بیماران پارکینسون تحت تأثیر موسیقی و ریتم آن قرار می‌گیرد و هماهنگ می‌شوند (۲۱). میورا و

همکاران نیز در تحقیقی دیگر نشان دادند که ریتم حرکت بالا و پایین رفتن زانو و سرعت آن تحت تأثیر سرعت موسیقی هماهنگ می‌شود (۲۲). استینز و همکاران نیز همین نتایج را در مورد فعالیت بدنی راه رفتن به دست آوردند (۳۰).

آنچه در این تحقیق اهمیت بیشتری دارد، نقش میزان‌های مختلف موسیقی و تأثیر آن بر هماهنگی در رکاب زدن روی دوچرخه کارسنج است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بین میزان‌های مختلف (در زمینه ایجاد هماهنگی) تفاوت معناداری وجود ندارد و افراد با تمامی میزان‌ها هماهنگی نسبتاً مشابهی (با انحراف استاندارد متفاوت) را به دست آوردند. همان‌گونه که پیش از این اشاره شد، چیدمان ساختار موسیقی (مانند زیرایی، زمان نت‌ها و آکسان) بر سطح هماهنگی حرکت بدن انسان با موسیقی تأثیرگذار است. با توجه به ساختار قطعات موسیقی که در این تحقیق از آن استفاده شد، به نظر می‌رسد چند عامل مانع مشاهده تفاوت معنادار بین میزان‌های مختلف شده است که یکی از آنها زمان^۱ و دیگری زیرایی^۲ نت‌هاست. به نظر می‌رسد مشابه بودن زمان و زیرایی نت‌ها مانع مشاهده تفاوت معنادار بین میزان‌های مختلف شده است. میورا و همکاران در تحقیقی به بررسی چند متغیر از جمله آکسان گروهی^۳، زیرایی و میزان‌های مختلف بر دقت و سطح هماهنگی تکلیف تایپ کردن پرداختند. نتایج نشان داد که آکسان به تنهایی قادر نیست بر سطح تایپ کردن هماهنگ تأثیر بگذارد، اما افزوده شدن متغیرهای دیگر از جمله آکسان گروهی و زیرایی سطح هماهنگی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۶). اسنایدر نیز در تحقیق خود نشان داد میزان موسیقی به تنهایی بر سطح هماهنگی تکلیف ضربه زدن با دست روی درام^۴ تأثیری ندارد و گروه زمانی (زمان از یک سو و از سوی دیگر ترتیب چیدمان) نت‌ها بر سطح هماهنگی مشاهده شده تأثیرگذار است (۳۲). نقش زمان نت‌ها توسط دیگر محققان از جمله پتل و همکاران (۲۴) و ریپ و همکاران نیز تأیید شده است (۲۵). بولتز نیز در تحقیق خود بر نقش زیرایی و ملودی قطعه موسیقی بر درک سرعت موسیقی تأکید کرده است (۳). از این رو به نظر

-
1. Temporal
 2. Pitch
 3. Grouping Accent
 4. Drum

می‌رسد همزمانی نت‌ها از یک سو و مشابه بودن زیرایی نت‌ها از سوی دیگر، مانع مشاهده تفاوت معنادار بین میزان‌های مختلف شده است.

دیگر دستاورد شایان تأمل این تحقیق، مقایسه شرایط با و بدون موسیقی است. نتایج از عدم تفاوت معنادار بین موسیقی با سرعت ۶۰ bpm و شرایط بدون موسیقی حکایت می‌کند. این در حالی است که پیش از این نقش سرعت موسیقی بارها تأیید شده است (۳۱، ۱۷، ۲، ۱). از سوی دیگر، نتایج نشان داد بین موسیقی با سرعت ۱۰۰ bpm و شرایط بدون موسیقی تفاوت مشاهده شده معنادار است. آنچه به نظر می‌رسد مانع مشاهده تفاوت معنادار بین موسیقی با سرعت ۶۰ bpm و شرایط بدون موسیقی شده، عدم تأثیرگذار بودن موسیقی نیست، بلکه مشابه بودن سرعت طبیعی حرکت بدن (نزدیک به ۱۲۰ bpm) (۳۰) و سرعت موسیقی است که در این تحقیق استفاده شده است (۶۰ bpm) (با توجه به اینکه آزمون‌دهنده‌ها در هر ضرب دو بار پدال دوچرخه کارسنج را فشار می‌دادند، تواتر حرکت پاها ۱۲۰ بار در دقیقه است). در همین زمینه مک دوگال و همکاران نشان دادند که سرعت طبیعی و انتخابی^۱ گام افراد حدود ۱۲۰ گام در دقیقه (۲ هرتز) است (۱۸). مولانتز نیز این واقعیت را در تحقیق خود در بررسی انتخاب موسیقی با سرعت متفاوت توسط افراد، تأیید کرد (۱۹). وی همچنین با بررسی سرعت حرکت دست و پاها حین فعالیت رقص، سرعت طبیعی بدن را حدود ۱۲۰ ضرب در دقیقه گزارش کرد (۲۰). استاین و همکاران نیز نشان دادند که سرعت طبیعی حرکت پاها نزدیک به ۱۲۰ ضرب در دقیقه است (۳۰). از این رو به نظر می‌رسد آنچه مانع مشاهده تفاوت معنادار بین شرایط بدون موسیقی و موسیقی با سرعت ۶۰ bpm شده، عدم تأثیرگذار بودن موسیقی نیست، بلکه دلیل آن نزدیک بودن سرعت انتخابی و طبیعی حرکت بدن انسان و موسیقی با سرعت ۶۰ bpm است. مقایسه سطح انحراف استاندارد شرایط بدون موسیقی و با موسیقی نیز خود دلیلی است بر این مدعا که موسیقی با افزایش همگامی سطح تغییرات سرعت رکاب زدن را کاهش داده است. در مجموع نتایج این تحقیق نشان می‌دهد بین قطعات با میزان‌های مختلف تفاوت معناداری وجود ندارد و موسیقی قادر است ریتم حرکت بدن را حین رکاب‌زدن تحت تأثیر قرار دهد و آن را هماهنگ و همگام

کند. با توجه به کاربرد روزافزون موسیقی توسط دوچرخه‌سواران، دوندگان و دیگر ورزشکاران، پرداختن و تحقیق بیشتر در زمینه ساختار موسیقی از جمله زیرایی، گرو زمانی و همچنین ملودی قطعات موسیقی ضروری به نظر می‌رسد.

منابع

۱. آصفی، یحیی؛ قهرمان تبریزی، کورش (۱۳۹۰). «تأثیر سرعت موسیقی بر ضربان قلب و سطح درک فشار دانشجویان پسر رشته تربیت بدنی»، *علوم زیستی ورزشی*، ۸، ۳۹-۵۳.
۲. آصفی، یحیی؛ نورایی، طهمورث؛ معرفتی، حمید (۱۳۹۰). «تأثیر سرعت موسیقی بر عملکرد بی‌هوازی دانشجویان پسر رشته تربیت بدنی»، *پژوهش در علوم ورزشی*، ۱۰، ۵۹-۶۸.
3. Boltz, M G, (1998). Tempo discrimination of musical patterns: effects due to pitch and rhythmic structure. *Perception & psychophysics*, Vol 60, No 8, pp: 1357-1373.
4. Barwood, M.J., Weston, J.V., Thelwell, R., & Page, J. (2009). A motivational music and video intervention improves high-intensity exercise performance. *Journal of Sports Science and Medicine*, Vo 8, No 3 pp: 435-442.
5. Crust, L., & Clough, P.J. (2006). The influence of rhythm and personality in the endurance response to motivational asynchronous music. *Journal of Sports Sciences*, Vol 24, No 2, pp:187_195.
6. Drake C, Penel A, Bigand E (2000a) Tapping in time with mechanically and expressively performed music. *Music Percept* Vol 18, No 1pp:1° 23.
7. Drake C, Jones MR, Baruch C (2000b) The development of rhythmic attending in auditory sequences: attunement, referent period, focal attending. *Cognition*, Vol 77, No 3 pp:251° 288.
8. Dwyer, J.J.M. (1995). Effect of perceived choice of music on exercise intrinsic motivation. *Health Values*, Vol 19, No 2, pp:18_26.
9. Elliott, D., Carr, S., & Orme, D. (2005). The effect of motivational music on sub-maximal exercise. *European Journal of Sport Science*, Vol 5, No 2, pp: 97_106.
10. Edworthy, J., & Waring, H. (2006). The effects of music tempo and loudness level on treadmill exercise. *Ergonomics*, Vol 49, No 15, pp: 1597_1610.
11. Geuze RH, Kalverboer, AF (1994) Tapping a rhythm: a problem of timing for children who are clumsy and dyslexic? *Adapt Phys Act Q* Vol 11, No 2, pp:203° 213.
12. Hannon E E, Snyder, J S and Eerola T, (2004). The Role of Melodic and Temporal Cues in Perceiving Musical Meter. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. Vol 30, No 5, 956° 974.

13. Haas R, Brandes V, (2009). Music That Works: Contributions of Biology, Neurophysiology, Psychology, Sociology, Medicine and Musicology (215-216). New York: Springer
14. Hutchinson, J.C., Sherman, T., Davis, L.K., Cawthon, D., Reeder, N.B., & Tenenbaum, G. (2011). The influence of asynchronous motivational music on a supramaximal exercise bout. *International Journal of Sport Psychology*, Vol 42, No 2, pp:135_148.
15. Jones, M R, Fay R R, Popper A N, (2010). Music perception. *Handbook of Auditory Research*, Springer
16. 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. *Journal of Sports Sciences*, Vol 17, No 9 pp:713_724.
17. Karageorghis, C.I., Jones, L., Priest, D.L., Akers, R.I., Clarke, A., Perry, J. Lim, H.B.T. (2011). Revisiting the exercise heart rate-music tempo preference relationship. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, Vol 82, No 2, pp:274_284.
18. MacDougall, H.G., & Moore, S.T. (2005). Marching to the beat of the same drummer: The spontaneous tempo of human locomotion. *Journal of Applied Physiology*, Vol 99, No 3, pp:1164_1173.
19. Moelants, D, (2002), preferred tempo reconsidered. *ICMPC7, Sydney*, 580-583.
20. Moelants, D, (2003). Dance music, movement and tempo preferences. *Proceedings of the 5th triennial ESCOM conference*, 649-652.
21. McIntosh, G C, Brown, H S, Rice, R R, Thaut, M H, (1997). Rhythmic auditory-motor facilitation of gait patterns in patients with parkinson disease. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychology*, Vol 62, No 1, pp:22-26.
22. Miura, A, Kudo K, Ohtsuki T, Kanehisa H. (2011). Coordination modes in sensorimotor synchronization of whole-body movement: A study of street dancers and non-dancers. *Human Movement Science*, Vol 30, No 6, pp:1260-1271.
23. Ogden RT, Collier GL (1999) On detecting and modeling deterministic drift in long run sequences of tapping data. *Comm Stat, Theory and Methods* Vol 28 pp:977° 987.
24. Patel AD, Iversen JR, Chen Y, Repp BH (2005) The influence of metricality and modality on synchronization with a beat. *Exp Brain Res*, Vol 163, pp:226° 238.
25. Repp BH, Windsor WL, Desain P (2002) Effects of tempo on the timing of simple musical rhythms. *Music Percept* Vol 19, No 1254, pp:565° 593.
26. Repp, B H, (2004). Effects of three kinds of accents on synchronization with simple rhythms, *international conference of music perception & cognition*, evanston, IL, 624-627.

27. Repp B H (2005) Rate limits of on-beat and off-beat tapping with simple auditory rhythms: 2. The roles of different kinds of accent. *Music Percept* Vol 23, No 1, pp:165° 187.
28. Repp B H (2005) Sensorimotor synchronization: a review of the tapping literature. *Psychon Bull Rev* Vol 12, pp:969° 992.
29. Repp BH, London J, Keller PE (2005) Production and synchronization of uneven rhythms at fast tempi. *Music Percept* Vol 23, pp:61° 78.
30. Styne, F, Noorden, L V, Moelants, D, Leman, M, (2007). Music walking. *Human movement science*, Vol 26, No 5, pp:769-785.
31. Savitha, D., Mallikarjuna, R.N., &Chythra, R. (2010). Effect of different musical tempo on post-exercise recovery in young adults. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, Vol 54, No 1, pp:32_36.
32. Snyder, J S. (2006). Synchronization and continuation tapping to complex meters, *Music Perception* , Vol 24, No 2, pp:135° 146.

