

Università degli Studi di Verona
Corso di Laurea in Scienze delle Attività Motorie e Sportive

Tesi di Laurea

Gli effetti della musica nell'esercizio fisico e nello sport

Relatori:

Ch.ma Prof.ssa Fiorio Mirta

Laureanda:
Lorenzet Nicole

Anno Accademico 2020/2021

INDICE

CAPITOLO 1: INTRODUZIONE	2
1.1 Musica, esercizio fisico e sport: cosa succede a livello cerebrale?	4
1.2 Principali effetti della musica in ambito sportivo	9
1.2.1 Effetti psicologici.....	10
1.2.2 Effetti psicofisici	11
1.2.3 Effetti psicofisiologici.....	13
1.2.4 Effetti ergogenici	14
CAPITOLO 2: GLI EFFETTI DELLA MUSICA PRIMA, DURANTE E DOPO ESERCIZIO FISICO E SPORT	17
2.1 Gli effetti della musica PRIMA dell'esercizio fisico e dello sport.....	17
2.2 Gli effetti della musica DURANTE l'esercizio fisico e lo sport.....	23
2.2.1 Musica sincrona	23
2.2.2 Musica asincrona	31
2.3 Gli effetti della musica DOPO l'esercizio fisico e lo sport.....	40
CAPITOLO 3: DISCUSSIONE E CONCLUSIONI	50
BIBLIOGRAFIA	56

CAPITOLO 1: INTRODUZIONE

La musica è una delle espressioni artistiche ed emotive più potenti al mondo.

Il filosofo tedesco Friedrich Nietzsche dichiarò: “senza musica, la vita sarebbe un errore”. Nietzsche fu il portavoce di questo importante pensiero che, fin da subito, venne approvato e divulgato da intere generazioni. Sono molte le attività della vita quotidiana che vengono piacevolmente accompagnate dalla musica e tra le quali rientrano anche l’esercizio fisico e lo sport (Clark, Baker & Taylor, 2016; Levitin, 2006; Terry et al., 2019).

Quindi, anche attività che riguardano meno la sfera artistica e più la sfera sportiva possono essere classificate come forme d’arte. Il nostro corpo, il suo movimento, rappresentano un’autentica opera d’arte, capace di esprimere sentimenti, emozioni, stati d’animo.

Il movimento del corpo rappresenta la prima forma di comunicazione che l’uomo ha utilizzato per esprimere sé stesso e per farsi comprendere dagli altri ed è strettamente collegato sia alla musica che allo sport. Pensiamo ai cantanti o ai musicisti, che utilizzano il loro corpo come mezzo per esprimere al meglio le proprie emozioni; alla danza, alla ginnastica artistica, al pattinaggio, ma anche ad attività che riguardano il fitness, come ad esempio le lezioni di step e di Zumba.

La musica e lo sport condividono un legame che agli occhi di molti potrebbe sembrare sottile ma che in realtà è forte, resistente, un legame che negli anni ha suscitato sempre maggiore curiosità ed interesse in più studiosi e ricercatori che operano non solo nel settore scientifico-sportivo ma anche in quello psicologico-pedagogico.

Le prime indagini sui benefici della musica in attività legate all’esercizio fisico e allo sport risalgono almeno al 1911 quando, grazie ad uno studio, si osservò che i concorrenti di una gara ciclistica della durata di 6 giorni, riuscirono ad aumentare la loro velocità dell’8,5% proprio negli istanti in cui durante il percorso c’era una banda militare che suonava (Ayres, 1911; Terry, Karageorghis et al., 2019). Questo fatto dimostrò che la musica riesce a migliorare la prestazione sportiva in modo non indifferente. Da quel momento in poi, il legame tra la musica e lo sport non è più passato inosservato e si è cercato di identificare i fattori che contribuiscono a questo importante miglioramento.

Con il passare degli anni, in TV, capita sempre più spesso di vedere atleti di diverse discipline (calciatori, pallavolisti, nuotatori...) con le cuffie alle orecchie che ascoltano musica, in situazioni di allenamento ma soprattutto nei momenti di pre o post-gara; anche, in manifestazioni importanti come i Mondiali e le Olimpiadi. Molti di loro hanno dichiarato di ascoltare musica in diversi momenti (allenamenti, pre-gara, post-gara...) perché hanno bisogno di concentrazione, tradotta per alcuni in carica, motivazione, mentre per altri, in calma, tranquillità. È importante quindi capire quali siano gli effetti che la musica riesce ad esercitare nel campo dell'esercizio fisico e dello sport e che cosa questi comportino, per riuscire ad avere sempre più informazioni valide che possano aiutare preparatori fisici, allenatori, istruttori e atleti stessi a capire i benefici che derivano dall'utilizzo della musica nel settore sportivo e riuscire così a gestire al meglio le sessioni di allenamento e tutte le fasi che compongono le gare, le competizioni.

Un evento incisivo nella storia dello sport che è legato alla musica è sicuramente la maratona di New York del 2007 quando, una nuova norma, vietò l'utilizzo di qualsiasi dispositivo auricolare o tecnologico che permettesse agli atleti di ascoltare musica durante la gara. Questo perché, gli atleti che ascoltavano musica durante il percorso, riuscivano ad effettuare prestazioni migliori, date dalla somma di più fattori che venivano influenzati positivamente dalla musica. Per citarne alcuni, che poi verranno approfonditi: la ridotta percezione dello sforzo (riduzione del 10%) (Karageorghis & Terry, 1999; Nethery, 2002; Szmedra & Bacharach, 1998; Manning, J.M., Karageorghis, C.Priest, D.L, 2008), l'aumentata motivazione e gli aumentati valori di vigore e felicità; aspetti che riguardano la sfera emotiva e dell'umore (Bishop, Karageorghis e Loizou, 2007; Manning, J.M., Karageorghis, C.Priest, D.L, 2008).

Ho scelto questo argomento per la mia tesi perché la musica e lo sport sono da sempre le mie due più grandi passioni e scoprire che la loro unione può portare grandi benefici nelle persone, è un grande punto di partenza, non solo per chi già vive nel mondo dello sport ma anche per chi vuole cercare di capire se i risultati ottenuti in questo contesto possono essere applicati e studiati anche in altri ambiti.

1.1 Musica, esercizio fisico e sport: cosa succede a livello cerebrale?

Durante qualsiasi tipo di attività, dalla più semplice alla più complessa, si verificano dei cambiamenti a livello cerebrale. Questo succede sempre: quando si dorme, quando si cammina, quando si afferra un oggetto ma anche quando si ascolta musica e quindi, per poter spiegare e comprendere al meglio gli effetti che la musica genera negli individui quando questi sono impegnati a svolgere attività che riguardano l'esercizio fisico e lo sport, è giusto porre l'accento anche su quello che succede a livello cerebrale.

L'attività neurale genera dei segnali di diverse frequenze, le quali, possono essere misurate grazie all'analisi elettroencefalografica (EEG) che permette di studiare l'attività elettrica del cervello e la funzione cerebrale in tempo reale (García-Monge et al., 2020).

Esistono 5 onde (o ritmi) che giocano un ruolo fondamentale per quanto riguarda l'attività elettrica del cervello e che vengono identificate e distinte le une dalle altre grazie alla differenza nelle bande di frequenza (misurata in Hertz) e nei valori di ampiezza o tensione (misurata in microVolt).

Ci sono le onde Delta, le più lente, che rappresentano le attività a bassa frequenza (1-4 Hz) e sono associate a fasi di sonno profondo (Tatum et al., 2008; Alfonso García-Monge et.al., 2020). Sono le onde che predominano nei neonati durante i primi due anni di vita (Pizzagalli, D.A et al., 2006; Cacioppo, J.T. et al., 2007; Alfonso García-Monge et.al., 2020) e, le loro azioni avvengono principalmente a livello delle zone frontali e parietali del cervello (Arnal, L.H. et al., 2015; Alfonso García-Monge et.al., 2020). Sono onde coinvolte nei processi decisionali (Nácher, V. et al., 2013; Alfonso García-Monge et.al., 2020), nell'attenzione uditiva e nei processi di aggiornamento della memoria (Güntekin, B. et al., 2016; Alfonso García-Monge et.al., 2020).

Le onde Theta (4-7 Hz), sono caratterizzate da un intervallo di frequenza che va dai 4 ai 7 Hz e sono visibili principalmente durante il sonno ma sono rappresentative anche dello stato di veglia. Infatti, negli adulti, durante la veglia, sono stati descritti due diversi tipi di attività delle onde Theta. Il primo, è stato collegato a una diminuzione dello stato di veglia e ad un'alterazione dell'elaborazione delle informazioni (Gruzelier, J. 2009; Alfonso García-Monge et.al., 2020). Il secondo, è stato associato

all'attenzione focalizzata, allo sforzo mentale, all'elaborazione efficace dello stimolo (Pizzagalli, D.A et al., 2006; Cacioppo, J.T. et al., 2007; Alfonso García-Monge et al., 2020) e ad un buon controllo cognitivo durante le fasi di pianificazione (Cavanagh, J.F. et al., 2014; Domic-Siede, M. et al., 2019; Alfonso García-Monge et al., 2020). In generale, le onde Theta giocano un ruolo molto importante nell'elaborazione cognitiva, nelle prestazioni legate alla memoria e nei meccanismi di apprendimento. Nei bambini sono molto presenti e diminuiscono col passare del tempo fino all'età adolescenziale (Clarke, A.R. et al., 2001; Alfonso García-Monge et al., 2020).

Ci sono poi le onde Alpha (7-13 Hz) che sono associate agli stati di veglia rilassata. Queste onde fungono da mezzo di comunicazione tra talamo e corteccia cerebrale (Lopes da Silva, F., 2013; Alfonso García-Monge et al., 2020) e sono visibili nelle aree occipitali della corteccia quando gli individui hanno gli occhi chiusi. La loro attività diminuisce fino quasi a scomparire quando gli occhi sono aperti e viene attenuata dall'elaborazione dell'attenzione e da compiti cognitivi (Malik, A.S. et al., 2017; Alfonso García-Monge et al., 2020).

Le onde Beta, hanno delle frequenze un po' più elevate e vanno dai 13 ai 30 Hz. Sono quelle che negli adulti sostituiscono le onde Alpha durante l'attività di tipo cognitivo (Pizzagalli, D.A et al., 2006; Cacioppo, J.T. et al., 2007; Alfonso García-Monge et al., 2020) e sono visibili nelle regioni frontali e centrali del cervello. Le onde Beta normalmente aumentano la loro attività durante il sonno leggero e con l'attivazione mentale (Tatum, W.O. et al., 2008; Alfonso García-Monge et al., 2020) e risultano essere potenziate durante l'attività, durante pensieri di tipo ansioso, durante il problem solving e durante i momenti di concentrazione profonda (Malik, A.S. et al., 2017; Alfonso García-Monge et al., 2020). Inoltre, stimoli multisensoriali enfatizzano la loro azione (Güntekin, B. et al., 2014; Alfonso García-Monge et al., 2020).

Infine, a livello corticale, ci sono le onde Gamma, le più veloci, che sono rappresentate da frequenze maggiori di 25 Hz e sono visibili soprattutto durante le fasi di percezione cosciente. Sono state associate all'attenzione, all'arousal (condizione temporanea di iper-vegilanza e iperreattività), al riconoscimento di oggetti, all'apprendimento, alla preparazione ad un movimento e alla modulazione di processi sensoriali top-down (Fries, P., 2015; Wang, Z.J., 2010; Alfonso García-Monge et al., 2020).

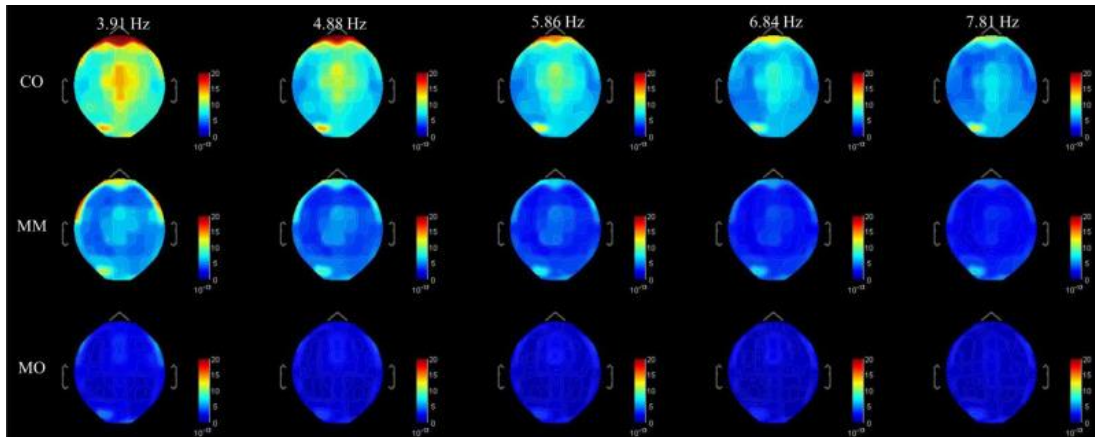
È stato anche dimostrato che quando sono presenti stimoli spiacevoli, appaiono visibili nel cervello le onde Gamma (Martini et al., 2012; Alfonso García-Monge et.al., 2020) mentre, la presenza di stati motivazionali ed emotivi coinvolge maggiormente le onde a bassa frequenza (Delta e Theta). Le onde ad alta frequenza (Alpha e Beta) invece, sembra siano maggiormente coinvolte nei processi inibitori (Klimesch, W., 2012; Knyazev, G.G., 2007; Alfonso García-Monge et.al., 2020) anche se, bisogna sempre tenere in considerazione le variabili contestuali e personali (Alfonso García-Monge et.al., 2020).

Più studi hanno cercato di evidenziare le diverse modificazioni nelle frequenze a livello cerebrale date dall'utilizzo della musica durante attività legate all'esercizio fisico e allo sport.

Possiamo prendere come esempio uno studio di Bigliassi et al. (2016), uno dei primi che ha indagato i meccanismi cerebrali alla base degli effetti della musica sull'esercizio fisico ad alta intensità. Il compito che è stato richiesto di effettuare ai partecipanti era di tipo isometrico e corrispondeva ad una dorsi-flessione della caviglia eseguita al 40% della massima contrazione volontaria. Il tutto accompagnato dal brano Eye Of The Tiger dei Survivor. Un'altra condizione era l'esecuzione del compito senza però l'utilizzo della musica (condizione di controllo).

Si è visto che eseguire l'esercizio con la musica migliorava la prestazione e aumentava anche i pensieri dissociativi. Si è notata una sotto-regolazione delle onde Theta (4-7 Hz) a livello frontale, centrale, parietale e occipitale del cervello (vedi Figura 1). Questa risposta psicofisiologica sembra essere associata ad un meccanismo relativo alla soppressione dei sintomi legati alla fatica (Craig et al., 2012; Tanaka et al., 2012). Gli interventi relativi alla musica hanno anche il potenziale di dirigere l'attenzione verso fattori non correlati al compito (es. segnali esterocettivi) e per questo migliorare le risposte alle situazioni di sforzo fisico (Karageorghis et al., 2017; Karageorghis, Bigliassi et al., 2018).

Da questo studio emerge quindi che, durante l'esercizio fisico, le onde Theta, onde lente e associate al sonno e allo stato di veglia, risultano essere diminuite (Bigliassi et al., 2016; Karageorghis, Bigliassi et al. 2018).



*Figura 1. L'immagine rappresenta ciò che succede a livello cerebrale per quanto riguarda le onde Theta a bassa frequenza in tre condizioni differenti: CO= condizione di controllo senza musica, MM= condizione con la musica e MO= condizione di sola musica (senza l'effettuazione del compito) La scala colorata indica la potenza della banda di frequenza (power [signal units²/Hz*10⁻¹¹]).*

Nelle condizioni MM e MO si nota una sotto-regolazione delle onde Theta soprattutto nelle regioni frontali, centrali, parietali e occipitali del cervello man mano che aumenta la frequenza (Bigliassi, Karageorghis et al., 2016; Karageorghis, Bigliassi et al. 2018).

È importante fare un piccolo accenno anche ad un altro studio condotto da Bigliassi et.al. (2017) nel quale si è cercato di identificare gli effetti della musica sul reclutamento delle unità motorie e sulla connettività cerebrale durante esercizio fisico total body (cicloergometro eseguito per 12 min) svolto ad un'intensità da leggera a moderata (10% inferiore alla soglia ventilatoria). I risultati indicano che la musica ha il potenziale di aumentare il numero di unità motorie reclutate per eseguire il compito (risultati supportati dall'analisi elettromiografica (EMG)). Gli autori hanno quindi ipotizzato che questo meccanismo possa essere rappresentativo di un controllo più autonomo dei muscoli che sono coinvolti nell'esercizio. I risultati del presente studio hanno inoltre confermato, come visto nello studio citato in precedenza, che la musica asincrona distrae i partecipanti dalle sensazioni interne di fatica, guidando l'attenzione verso segnali esteroceettivi. Questa distrazione porta ad un'attivazione neurale più efficiente e autonoma. Inoltre, i risultati ottenuti hanno dimostrato che la musica può portare a dei riarrangiamenti per quanto riguarda l'attività elettrica nel cervello. Riarrangiamenti che dipendono dalla modalità, dall'intensità e dalla complessità dell'esercizio (Bigliassi et al., 2017; Karageorghis, Bigliassi et al. 2018). Si è visto che la musica riduce la connettività cerebrale attraverso le regioni frontali e centrali della corteccia cerebrale (regioni sensomotorie); fenomeno associato alla ridotta coscienza

dell'esercizio (Bigliassi, Karageorghis, Wright et al., 2017; Terry, Karageorghis et al., 2019).

Un altro studio (Bigliassi et al., 2018b), che merita una piccola citazione, ha ricercato gli effetti della musica in una delle attività più comuni e maggiormente svolte durante la vita quotidiana: la camminata. Ai partecipanti è stato chiesto di camminare per 400m in una pista all'aperto ad un'intensità scelta a piacere e, l'attività elettrica nel cervello è stata registrata mediante l'utilizzo di un dispositivo EEG portatile con tecnologia di schermatura attiva (per cancellare il più possibile i disturbi generati dai movimenti). I risultati ottenuti a livello cerebrale hanno mostrato che la musica porta ad una sovra-regolazione delle onde Beta nelle regioni frontali e frontali-centrali del cervello in misura maggiore rispetto alle altre due condizioni di esercizio che prevedevano l'ascolto di un podcast e l'assenza sia di musica sia di podcast (condizione di controllo). A destra, nella Figura 2, si può notare questo cambiamento. I ricercatori hanno inoltre ipotizzato che questo riarrangiamento nelle onde Beta suscitato dalla musica, serva ad aumentare/diminuire le risposte affettive nella persona.

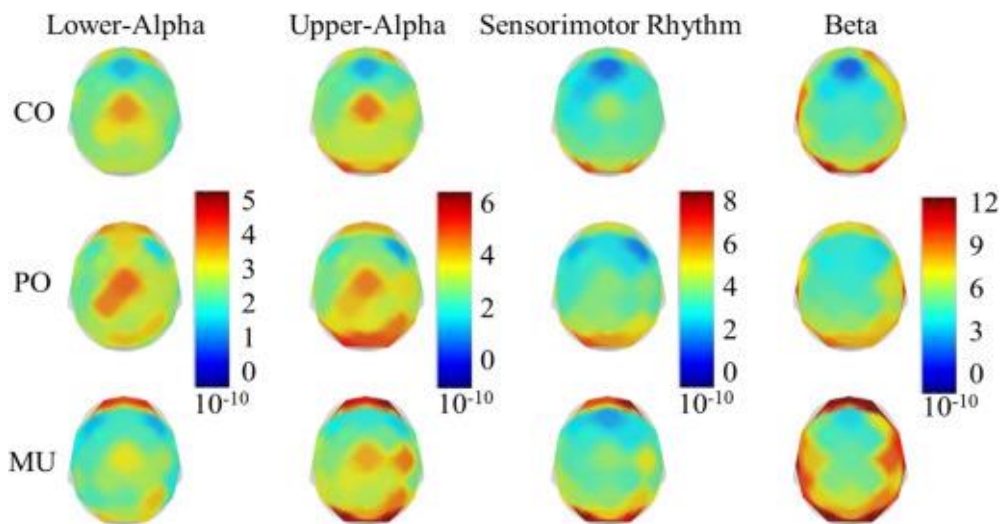


Figura 2. CO= condizione di controllo; PO= condizione con podcast; MU= condizione con musica. La scala colorata indica la potenza della banda di frequenza ($\text{signal}^2/\text{Hz} \cdot 10^{-10}$). La condizione musicale aumenta la regolazione delle onde Beta ad alta frequenza nelle regioni frontali e frontali-centrali della corteccia cerebrale (Karageorghis, Bigliassi et al. 2018).

I meccanismi cerebrali che sottolineano i molteplici effetti della musica sull'esercizio fisico sembrano essere associati al riarrangiamento delle frequenze elettriche del

cervello e all'aumento dell'attivazione della corteccia frontale sinistra (Karageorghis, Bigliassi et al. 2018). I ricercatori, hanno ipotizzato che questo aumento fosse associato all'elaborazione emotiva visto che le regioni dell'emisfero sinistro sono associate ad emozioni positive come felicità e gioia (Demaree et al., 2005; Bigliassi, Karageorghis, Bishop et al., 2018).

Gli effetti dell'utilizzo della musica sull'attività cerebrale mentre si svolge esercizio fisico, includono l'aumento dell'attivazione nel lobo temporale, nella corteccia insulare, nel sistema limbico e nelle regioni frontali del cervello (Koelsch, 2011; Warren, 2008; Bigliassi, Karageorghis, Bishop et al., 2018) e questo è principalmente attribuito al fatto che ogni regione del cervello è coinvolta nell'elaborazione di componenti specifiche della musica come ad esempio melodia e armonia e/o nelle successive risposte emotive suscitate dalla musica stessa. (Levitin, 2008; Bigliassi, Karageorghis, Bishop et al., 2018). Una nota molto interessante è il fatto che l'esecuzione dei movimenti, richiede una maggiore attivazione nelle regioni del cervello che sono anche influenzate dalla musica (Enders et al, 2016; Fontes et al., 2015; van Praag, 2009; Bigliassi, Karageorghis, Bishop et al., 2018).

1.2 Principali effetti della musica in ambito sportivo

Come già accennato, ci sono molteplici effetti che la musica gioca nell'ambito dell'esercizio fisico e dello sport e questi, coinvolgono aspetti che riguardano la sfera emotiva e psicologica ma anche aspetti legati alla fisiologia umana.

La musica, in campo sportivo, riesce a migliorare i parametri legati alla prestazione, ad aumentare la motivazione, a ridurre lo sforzo percepito (RPE), a migliorare aspetti psicologico-emotivi e parametri fisiologici (pressione sanguigna, consumo di ossigeno ecc.).

Tali effetti si possono suddividere in: effetti psicologici, psicofisici, psicofisiologici ed ergogenici (Terry & Karageorghis, 2011; Karageorghis, Bigliassi et al. 2018).

1.2.1 Effetti psicologici

Gli effetti psicologici riguardano tutto ciò che è legato all'influenza della musica sull'umore, sulle emozioni, sugli aspetti cognitivi e sul comportamento (Karageorghis, Bigliassi et al. 2018).

La musica, prima di tutto, ha la capacità di migliorare le sensazioni e gli stati di piacere, di godimento (Hallet & Lamont, 2017; Hutchinson et al., 2018; Terry, Karageorghis et al., 2019), sia negli atleti sia in tutte le persone che si cimentano in attività che riguardano l'esercizio fisico e lo sport. Migliora così, la partecipazione alle diverse attività sportive, soprattutto le attività di gruppo, sia per quanto riguarda soggetti apparentemente sani, sia per coloro che intraprendono attività fisica correttiva come parte di un programma di riabilitazione (Annesi, 2001; Clark, Baker, Peiris, Shoebridge & Taylor, 2017; Terry, Karageorghis et al., 2019).

Tra gli usi più citati della musica da parte degli atleti e di chi si allena ci sono: il controllo dell'eccitazione psicomotoria, la regolazione o la modulazione degli stati affettivi e l'induzione di emozioni specifiche come ad esempio felicità, aggressività e calma. Il termine affetto si riferisce ad uno stato neurofisiologico accessibile consapevolmente come semplice sensazione primitiva non riflessiva (Russel & Barret, 1999; Terry, Karageorghis, 2019) mentre il termine emozione si riferisce a dei sentimenti tipicamente brevi ma intensi ed attribuibili ad una causa riconoscibile (Beedie, Terry, & Corsia, 2005; Terry & Karageorghis, 2019).

I benefici affettivi associati alla musica durante l'esercizio fisico e lo sport, possono essere spiegati facendo riferimento ai meccanismi psicologici proposto da Juslin (2013). In particolare, si è visto che la musica motivazionale, stimola il sistema nervoso centrale provocando l'aumento dell'arousal (condizione temporanea di iper-vigilanza e iperreattività, eccitazione/attivazione) associato all'attività ad alta intensità (Chapados & Levitin, 2008; Karageorghis & Jones, 2014; Terry, Karageorghis et al., 2019). È interessante notare che quando si usa questa tipologia di musica, si può verificare il fenomeno del contagio emotivo il quale, implica che l'atleta, lo sportivo, riesca a cogliere le qualità emotive di un brano musicale (Terry, Karageorghis et al., 2019).

La musica inoltre, aumenta il divertimento, promuove l'adesione, la partecipazione all'attività fisica e di conseguenza massimizza i benefici per la salute (Madison, Paulin e Aasa, 2013; Stork et al., 2019; Terry, Karageorghis et al., 2019).

Nota importante, è il fatto che la musica, riesca a portare benefici psicologici sia in attività fisiche svolte a basse intensità sia in attività svolte a moderata o elevata intensità. Infatti, quando le persone auto-selezionano l'intensità di esercizio, solitamente scelgono un'intensità che favorisca una risposta affettiva positiva (Parfitt et al., 2012; Williams, 2008; Terry, Karageorghis et al., 2019). Tutto ciò è coerente con il principio edonico in cui gli individui cercano di massimizzare il piacere e ridurre al minimo il dolore (Higgins, 1997; Terry, Karageorghis et al., 2019).

Si capisce quindi che la musica può avere un grande impatto sulla persona, fungendo da innesco per l'esternazione di più emozioni. Secondo la teoria della valutazione, le risposte affettive ed emotive che la musica genera in questi contesti, derivano dalla valutazione soggettiva di un individuo, in questo caso atleta o sportivo, di una o più esperienze (Scherer, 1999; Terry, Karageorghis et al., 2019).

Questa teoria è correlata al meccanismo valutativo ipotizzato da Juslin (2013), il quale si riferisce al ripetuto abbinamento di un particolare brano musicale con altri stimoli; stimoli che possono avere valenza positiva o negativa. Questo processo rappresenta una forma di condizionamento classico, in cui uno stimolo che inizialmente presenta valenza neutra (brano musicale), poi, con la ripetizione, acquisisce la capacità di evocare la stessa risposta emotiva come stimolo incondizionato a valenza positiva o negativa (Terry, Karageorghis et al., 2019). Nel caso di esercizio fisico e sport la valenza è quasi sempre positiva, visti gli effetti che genera la musica in questo contesto e così, la valenza positiva è associata ad un piacevole esperienza di attività fisica.

1.2.2 Effetti psicofisici

Gli effetti psicofisici riguardano la percezione psicologica dello sforzo, che in ambito scientifico viene associata alla valutazione RPE (Rate of Perceived Exordion) (Jones et al., 2017; Stork & Martin Ginis, 2017; Karageorghis, Bigliassi et al., 2018) o scala di Borg, che permette appunto di valutare la percezione soggettiva dello sforzo fisico in relazione all'intensità dello stesso, durante l'attività. Permette un monitoraggio

semplice ma continuo dello stato di allenamento del soggetto e permette inoltre di regolare e modificare l'intensità delle sessioni di allenamento in base ai valori ottenuti. Il sistema nervoso afferente, che trasmette gli impulsi verso il cervello e la colonna vertebrale, presenta una capacità di canale limitata e di conseguenza, stimoli sensoriali come la musica possono inibire i segnali di feedback fisiologico associati allo sforzo fisico (Rejeski, 1985; Terry, Karageorghis et al., 2019). Uno studio sperimentale, che ha utilizzato l'elettroencefalogramma per verificare gli effetti della musica nel cervello, ha dimostrato che questa, è efficace nel ridurre le onde Theta (4-7 Hz) nelle regioni frontali, centrali, parietali e occipitali del cervello (Bigliassi et al., 2016; Terry, Karageorghis et al., 2019) e si è arrivati alla conclusione che questo processo è direttamente associato alla soppressione dei sintomi legati alla fatica (Craig, Tran et al., 2012; Terry, Karageorghis et al., 2019).

Questa capacità inibitoria della musica sembra essere ridotta o addirittura persa quando l'attività fisica è svolta ad alta intensità, perché la forza dei segnali di feedback fisiologico è più potente (Ekkekakis, 2003; Tenenbaum, 2001; Stork et al., 2015; Terry, Karageorghis et al., 2019). Alcuni studi hanno dimostrato che la musica è in gran parte inefficace nel ridurre l'RPE quando l'attività fisica è svolta ad un'intensità maggiore del 75% della capacità aerobica. Nonostante i segnali interocettivi siano molto potenti, alcuni studi hanno dimostrato che anche ad alte intensità di esercizio, la musica riesce a ridurre le percezioni e le sensazioni legate allo sforzo fisico e alla fatica (Bigliassi et al., 2016; Karageorghis et al., 2013; Terry, Karageorghis et al., 2019), soprattutto se gli atleti presi in considerazione sono atleti d'élite (Jarraya et al., 2012; Karageorghis et al., 2012; Terry, Karageorghis et al., 2019).

È importante citare anche le caratteristiche che riguardano l'attenzione, il focus attentivo. Ci sono studi in cui si è cercato di allenare i soggetti o gli atleti d'élite nel cercare di "associarsi" al compito (focus interno, rivolto al compito) piuttosto che a "dissociarsi" dal compito (focus più esterno) (Baker et al., 2005; Gaban, Van Raalte et al., 2015; Terry, Karageorghis et al., 2019). L'associazione significava accoppiare la musica alle richieste del compito, sincronizzando gli schemi di movimento al ritmo della musica o cercando l'ispirazione nei testi dei brani musicali. Da questi studi è emerso che la musica riduce i valori di RPE; anche ad alte intensità di esercizio, e, che

questa riduzione può essere influenzata dalle caratteristiche dello stile attentivo adottato dai partecipanti.

1.2.3 Effetti psicofisiologici

Gli effetti psicofisiologici riguardano il modo con cui la musica influenza gli aspetti fisiologici e di funzionamento del corpo umano e comprendono misure come la frequenza cardiaca, la pressione sanguigna e il consumo di ossigeno (VO_2), che rientrano tra le misure più studiate dai ricercatori (Bacon et al., 2012; Karageorghis et al., 2019; Karageorghis, Bigliassi et al., 2018).

In questa categoria di effetti rientrano anche le modificazioni a livello cerebrale che sono indotte dalla musica quando è associata all'esercizio fisico, effetti che si possono identificare grazie a particolari strumentazioni, come ad esempio l'elettroencefalogramma (EEG) (Karageorghis, Bigliassi et al., 2018).

I risultati più recenti suggeriscono che la musica può esercitare un piccolo ma significativo beneficio sull'utilizzo dell'ossigeno durante l'attività fisica mentre alcuni studi che coinvolgono analisi respiratorie, ritengono che i benefici che riguardano questa variabile possano essere considerati trascurabili (ad esempio, Dyer & McKune, 2013; Hagen et al., 2013). Nonostante ciò, ci sono molteplici studi che dimostrano gli effetti della musica sul funzionamento cardiovascolare e respiratorio (Bernardi et al., 2009; Miller, Beach, Mangano, & Vogel, 2008; Sleight, 2013; Terry, Karageorghis et al., 2019). Importanti risultati indicano un aumento nell'efficienza del flusso sanguigno del 26% dopo l'ascolto di musica piacevole mentre, una diminuzione del 6% dopo l'ascolto di musica che provoca sensazioni di ansia (Miller et al., 2008; Terry, Karageorghis et al., 2019).

Gli effetti benefici della musica sul funzionamento fisiologico sembrano quindi essere molto influenzati dalle caratteristiche intrinseche della musica ma non sono influenzati invece dalla preferenza personale, soggettiva della musica (Sleight, 2013; Terry, Karageorghis et al., 2019).

È importante notare che gli effetti ritmici della musica giocano un ruolo significativo in quanto, migliorano l'efficienza biomeccanica o neuro-meccanica dei movimenti del corpo durante gli esercizi (Bacon et al., 2012; Terry, Karageorghis et al., 2019). Questo

accade soprattutto in esercizi di natura ritmica e ripetitiva come possono essere la corsa, il nuoto e il ciclismo, dove il ritmo della musica può scandire il ritmo della falcata o della pedalata contribuendo a diminuire il costo energetico dell'esercizio e migliorare così la prestazione fisica (Bood et al., 2013; Terry, Karageorghis et al., 2012; Terry, Karageorghis et al., 2019).

Per quanto riguarda i risultati relativi alla frequenza cardiaca, si è visto che la musica caratterizzata da un tempo lento, durante esercizi di tipo vigoroso, ad alta intensità, può ridurre leggermente la frequenza cardiaca (Copeland & Franks, 1991; Terry, Karageorghis et al., 2019), mentre la musica veloce, può aumentare leggermente la frequenza cardiaca durante esercizi a bassa intensità (Nethery, 2002; Terry, Karageorghis et al., 2019) e questo dimostra che il ritmo musicale è strettamente collegato all'esercizio fisico e allo sport.

Altri studi evidenziano che la musica veloce e ad alto volume stimola automaticamente l'ascoltatore attivando il sistema nervoso centrale indipendentemente da come viene poi valutata (Van Dyck, 2019; Terry, Karageorghis et al., 2019). Questa stimolazione aumenta la frequenza cardiaca, la pressione sanguigna, la temperatura corporea, la conduttanza cutanea e la tensione muscolare (Chapados & Levitin, 2008; Terry, Karageorghis et al., 2019). La musica più lenta e rilassante ha invece l'effetto opposto e quindi diminuisce l'eccitazione del sistema nervoso simpatico ed è spesso associata ai suoni molto tranquilli e calmanti che si possono trovare in natura, come ad esempio le vocalizzazioni materne e le fusa degli animali (Chanda & Levitin, 2013; Terry, Karageorghis et al., 2019).

Per concludere quindi, si può dire che la musica, se opportunamente selezionata, può portare a piccoli benefici in termini di efficienza fisiologica i quali, contribuiscono al miglioramento delle prestazioni fisiche, soprattutto, in attività di resistenza (Karageorghis et al., 2009; Terry, Karageorghis et al., 2012; Terry, Karageorghis et al., 2019).

1.2.4 Effetti ergogenici

Gli effetti ergogenici sono evidenti quando la musica eleva la resa del lavoro, aumenta la prestazione fisica, provoca una potenza di uscita o una performance di endurance

superiori al previsto (Terry and Karageorghis, 2011; Karageorghis, Bigliassi, 2018). Normalmente, questa tipologia di effetti viene valutata mediante l'uso di risultati oggettivi di prestazione, come ad esempio tempo, distanza percorsa, velocità, potenza, ripetizioni, ecc. (Terry, Karageorghis et al., 2019).

L'effetto della musica sulla performance fisica è forse l'area di maggiore interesse negli sportivi e negli atleti. Nel contesto sportivo, dove l'energia, l'attivazione richiesta per ottenere una performance ottimale è elevata, la musica che dimostra di influenzare maggiormente e in modo positivo la prestazione, è la musica veloce (tempo veloce). Musica che permette di aumentare l'eccitazione fisiologica (arousal) e le sensazioni positive evocate dalla stessa (Karageorghis, 2020; Terry, Karageorghis et al., 2019).

Il punto cruciale, il cut-off per il tempo della musica sembra essere 120 bpm (battiti per minuto), valore che rappresenta il doppio della frequenza cardiaca di riposo degli adulti sani, la frequenza del passo preferita per camminare negli uomini, il tempo che riflette la ritmicità naturale e un numero apparentemente significativo in termini di attivazione umana (Schneider et al., 2010; Terry, Karageorghis et al., 2019). 120 bpm rappresenta anche il cut-off che la maggior parte dei ricercatori/studiosi utilizza per differenziare la musica lenta, moderata e veloce. Un'analisi di più di 70.000 brani di musica moderna ha dimostrato che 120 bpm è il tempo dominante in quanto è in qualche modo legato al movimento e alla percezione umana (MacDougall & Moore, 2005; Terry, Karageorghis et al., 2019).

Altri effetti della musica nell'ambito del miglioramento della performance sportiva devono essere ricercati nella somministrazione di musica nel pre-gara. Si è visto che anche un piccolo effetto benefico generato dalla musica in questa fase precompetitiva, può rivelarsi decisivo in termini di performance (Hall & Erickson, 1995; Sherman & Richmond, 2013; Terry, Karageorghis et al., 2019). Questo avviene sia in contesti di allenamento sia in contesti di gara. Sia la musica sincrona sia la musica asincrona possono portare a degli importanti benefici nella performance ma è importante notare che, la musica sincronizzata con gli schemi di movimento (sincronizzazione uditivo-motoria), è più efficiente in prestazioni di endurance dove gli schemi di movimento seguono un certo ritmo e sono ciclici, ripetitivi (Anshel & Marisi, 1978; Terry, Karageorghis et al., 2019).

Inoltre, si è visto che i vantaggi che derivano dalla musica, sempre in termini di prestazione, sono maggiori ad intensità da bassa a moderata rispetto ad intensità elevate. Questo è dato dal fatto che i segnali interocettivi provocati principalmente dalle sensazioni e percezioni di fatica, di sforzo, non interferiscono con la loro elaborazione a livello della corteccia cerebrale (Ekkekakis, 2013; Terry, Karageorghis et al., 2019).

CAPITOLO 2: GLI EFFETTI DELLA MUSICA PRIMA, DURANTE E DOPO ESERCIZIO FISICO E SPORT

2.1 Gli effetti della musica PRIMA dell'esercizio fisico e dello sport

Ci sono tanti atleti, tanti sportivi che ascoltano musica prima di una gara, di una partita o di un allenamento ed è per questo che molti ricercatori hanno voluto capire gli effetti e i benefici che la musica può fornire ai soggetti in questo particolare momento.

Molti degli studi che indagano appunto gli effetti della musica prima di una performance fisica, sono focalizzati sull'uso della musica come agente stimolante o sedativo (Karageorghis & Priest, 2012).

Due studi in particolare (Pearce, 1981; Karageorghis, Drew, Terry, 1996), che si sono concentrati su un compito di forza di presa (grip strenght) hanno riportato che l'ascolto di musica sedativa prima dell'effettuazione del compito portava a dei punteggi più bassi rispetto alla condizione di controllo mentre, solo lo studio di Karageorghis et al. ha dimostrato che la musica stimolante, motivante, aumentava la forza di presa rispetto alla condizione di controllo (Karageorghis & Priest, 2012).

Hall e Erickson (1995), hanno ottenuto un risultato simile utilizzando una musica stimolante (la "theme song" del film "Rocky") prima di percorrere uno sprint sui 60 m piani. I due studiosi hanno visto che la musica ha portato gli atleti a percorrere la distanza con una velocità più elevata rispetto a chi non ha ascoltato musica prima della corsa (condizione di controllo) e hanno visto anche che la musica era associata ad un aumento nei livelli di ansia somatica (frequenza cardiaca, frequenza respiratoria, tensione muscolare) ma non di ansia "cognitiva" (Karageorghis & Priest, 2012).

Gli studi citati sopra, sono solo alcuni dei tanti proposti nella letteratura scientifica. Ancora oggi la ricerca continua ad evolversi in questo campo, cercando di scoprire quanti più dettagli possibile riguardo agli effetti della musica prima di un evento sportivo che sia una competizione o un allenamento, che riguardi più nel dettaglio lo sport o l'esercizio fisico.

Ho voluto prendere in esame uno studio molto recente, pubblicato nel 2020 da Karow et al. dal titolo: "Effects of Preferred and Nonpreferred Warm-Up Music on Exercise Performance". Questo studio si propone di indagare gli effetti della musica durante il

riscaldamento, la fase che avviene subito prima di effettuare una performance sportiva. Mi ha incuriosita molto il fatto che i ricercatori abbiano scelto di distinguere la musica preferita dai partecipanti da quella non preferita e quindi abbiano cercato di verificare come gli effetti di queste due diverse modalità di somministrazione della musica incidessero sui parametri studiati per capire se le due modalità fossero tra loro simili o se invece portassero a risultati diversi.

Ci sono più studi che dimostrano gli effetti positivi derivanti dall'ascolto di brani musicali preferiti durante il compito, durante la prestazione. In molti casi però, soprattutto durante le competizioni, non è facile o non è possibile ascoltare musica ed è per questo che è importante capire come la musica o meglio ancora come la preferenza musicale pre-esercizio o durante il riscaldamento possa portare a dei benefici sulla successiva prestazione fisica.

In questo studio (Karow et al., 2020) sono stati reclutati 12 soggetti giovani (età media: 21.1 anni \pm 1.0) fisicamente attivi: 6 maschi e 6 femmine. Per fisicamente attivi, gli studiosi hanno inteso soggetti che svolgessero almeno 150 minuti a settimana di esercizio ad intensità moderata (linee guida proposte dall'ACSM: The American College Of Sports Medicine). Il numero dei partecipanti invece, è stato scelto per coerenza nei confronti delle ricerche precedenti in questo settore (ad esempio, Ballmann et al., 2018). L'idoneità all'esercizio è stata determinata utilizzando un questionario sull'attività fisica che escludeva i soggetti che presentavano malattia metabolica, malattie muscolo-scheletriche, malattie cardiovascolari, infortuni agli arti superiori o inferiori negli ultimi sei mesi o qualsiasi problema di salute che potesse limitare la capacità di svolgere il compito richiesto. È stato inoltre chiesto ai partecipanti di astenersi da caffeina, nicotina e alcol almeno 12 ore prima di ogni visita. Per quanto riguarda la scelta della musica, ai partecipanti è stato chiesto di rispondere ad un sondaggio per individuare la preferenza musicale. Il sondaggio consisteva in sei diversi generi musicali che i partecipanti dovevano classificare dal preferito al meno preferito. Dopo aver stabilito il genere preferito, ognuno selezionava autonomamente una tra le proprie canzoni preferite, alla condizione che questa avesse un tempo superiore a 120 bpm, per garantire che la musica fosse di natura stimolante/motivante. Per la musica non preferita invece, sono stati i ricercatori a selezionare una canzone

che avesse un tempo simile alla preferita ma che facesse parte del genere che ogni soggetto aveva selezionato come ultimo nella propria classifica. La musica veniva riprodotta tramite un dispositivo e un paio di cuffie e il volume, era impostato sempre allo stesso livello, per ogni prova e per ogni partecipante, in modo da avere delle condizioni che fossero il più possibile simili fra loro.

Il compito (task) da effettuare dopo l'ascolto della musica riguardava il canottaggio ma essendo l'esperimento svolto in laboratorio, il macchinario che meglio mimava i principali movimenti che si effettuano nel canottaggio era l'ergometro a remi detto anche vogatore. Prima però di iniziare lo studio, i ricercatori hanno mostrato ai partecipanti l'esecuzione corretta del gesto e dell'esercizio da effettuare, in modo che potessero svolgere 2-3 esecuzioni di prova e familiarizzare con il macchinario prima di effettuare il vero e proprio test.

Le 3 importanti prove che i soggetti dovevano effettuare per lo studio erano caratterizzate da una fase di riscaldamento con la musica e da una fase successiva di esercizio fisico senza musica.

Durante le fasi di riscaldamento/warm up, i partecipanti sono stati esposti in modo casuale e controbilanciato a 3 diverse condizioni musicali: (a) nessuna musica (NM), (b) musica preferita (PREF) e (c) musica non preferita (NON-PREF). L'esercizio con il vogatore, in questa fase, è stato eseguito per la durata di 5 min, al 50% della frequenza cardiaca massima (FCmax) teorica, correlata all'età del soggetto. Inoltre, i soggetti non erano al corrente della condizione musicale scelta dai ricercatori fino all'inizio del riscaldamento.

La frequenza cardiaca è stata misurata tramite un cardiofrequenzimetro Polar e immediatamente dopo il completamento e l'interruzione dell'esercizio di riscaldamento e della musica, è stata misurata la motivazione all'esercizio utilizzando una scala analogica visiva (Ballmann et al., 2018). È stato chiesto ai partecipanti di indicare quanto si sentissero motivati all'esercizio su una linea di 100 mm che va da un valore minimo che indica nessuna motivazione a un valore massimo che riflette le sensazioni, percezioni di grande motivazione o motivazione mai provata prima.

Subito dopo aver indicato il livello di motivazione, i partecipanti hanno iniziato la fase successiva che consisteva nel remare per 2000 m il più velocemente possibile, sempre svolgendo l'esercizio con il vogatore. Ad ogni minuto sono stati raccolti i dati

riguardanti l'RPE (Scala di Borg 6-20), che permette di avere un'indicazione sullo sforzo percepito dai soggetti, la frequenza cardiaca e la potenza erogata mentre il tempo di prova è stato rilevato alla fine dei 2000 m.

È importante ricordare che tra le prove (fase di riscaldamento + fase di esercizio) dovevano trascorrere almeno 48 ore e che, durante le prove, i partecipanti venivano tenuti all'oscuro di tutti i dati rilevati (potenza, tempo, frequenza cardiaca e distanza percorsa).

I risultati ottenuti hanno permesso un confronto diretto tra la condizione in cui i soggetti durante il riscaldamento non ascoltavano nessun tipo di musica (NM), quando ascoltavano musica preferita (PREF) o quando invece ascoltavano musica non preferita (NON-PREF). Tutti i dati vengono presentati come valori medi (M).

Per quanto riguarda il valore di potenza relativa erogata, questo, è risultato essere significativamente più alto nella condizione di musica preferita rispetto alla condizione senza musica ($M_{PREF} = 2.11 \text{ watts}\cdot\text{kg}^{-1} \pm 0.46$; $M_{NM} = 1.84 \text{ watts}\cdot\text{kg}^{-1} \pm 0.57$) mentre non risultano esserci differenze significative tra la condizione NM e NON-PREF ($M_{NON-PREF} = 1.99 \text{ watts}\cdot\text{kg}^{-1} \pm 0.43$) o tra PREF e NON-PREF. Per quanto riguarda il tempo di svolgimento della prova, espresso in secondi, dai risultati si evince che i soggetti dopo aver ascoltato musica preferita, riuscivano a completare la prova in un tempo minore e quindi ad essere più veloci rispetto alla condizione senza musica ($M_{PREF} = 534 \text{ s} \pm 61$; $M_{NM} = 559 \text{ s} \pm 80$). Tra le condizioni NM e NON-PREF o PREF e NON-PREF, non sono risultate grandi differenze di tempo ($M_{NON-PREF} = 542 \text{ s} \pm 60$). Tutti questi risultati si possono osservare nella Figura 3 sottostante.

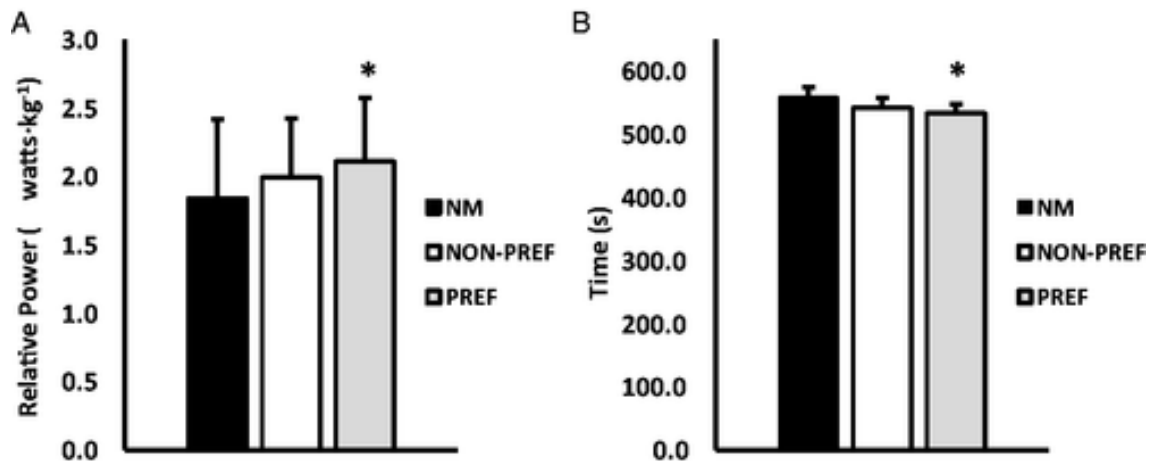
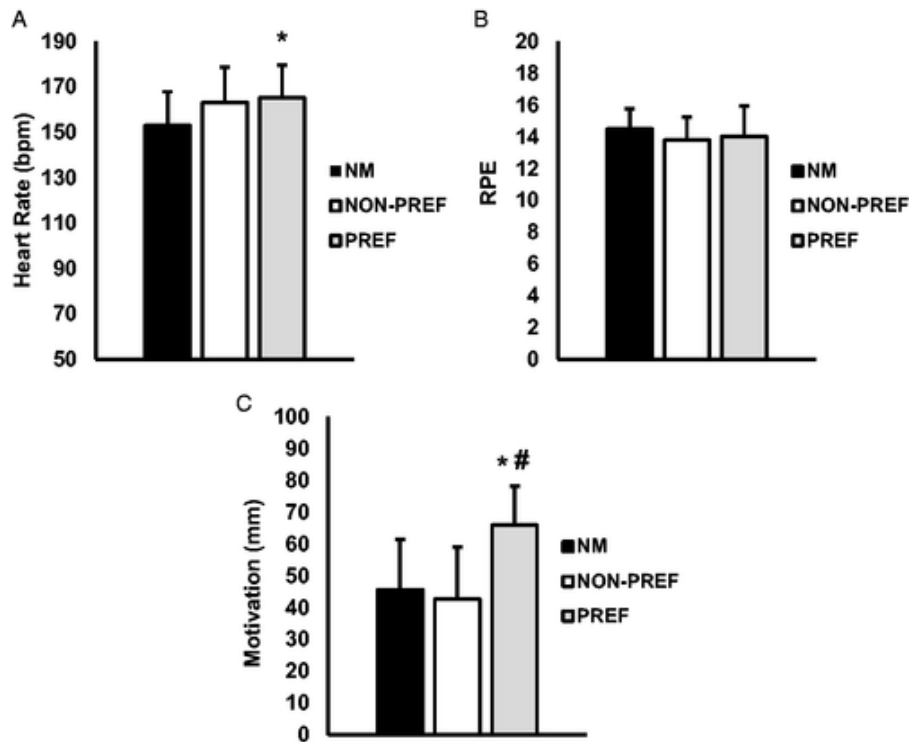


Figura 3. Nel grafico a sinistra (A) si può notare il valore medio di potenza erogata dai soggetti nelle 3 diverse condizioni indotte durante il riscaldamento mentre a destra (B) si mette in evidenza il tempo impiegato dai soggetti per svolgere la prova di esercizio di 2000 m al vogatore sempre confrontando le 3 condizioni musicali. Si può notare che la musica preferita porta a dei benefici sia in termini di potenza relativa sia in termini di tempo. Questo simbolo (*) indica una differenza significativa della condizione di musica preferita rispetto alla condizione senza musica (Karow et al., 2020).

Durante le prove sono stati anche misurati i valori riguardanti la frequenza cardiaca, l'RPE e la motivazione verso l'esercizio fisico effettuato. Dai risultati finali che si possono notare nella Figura 4, emerge che la frequenza cardiaca media era significativamente più alta nella condizione con la musica preferita (PREF) rispetto alla condizione senza musica (NM) ($M_{PREF} = 159 \text{ bpm} \pm 11$; $M_{NM} = 152 \pm 16$) mentre non risultano esserci grandi differenze tra le condizioni NM e NON-PREF ($M_{NON-PREF} = 157 \text{ bpm} \pm 17$) o PREF e NON-PREF. Per quanto riguarda i valori RPE (Scala di Borg 6-20), la musica preferita non ha portato a grandi benefici, infatti, le 3 condizioni si possono considerare simili fra loro ($M_{PREF} = 14.0 \pm 1.9$; $M_{NON-PREF} = 13.8 \pm 1.4$; $M_{NM} = 14.5 \pm 1.2$).

La motivazione verso l'esercizio, misurata in mm, è risultata significativamente maggiore nella condizione con la musica preferita rispetto alla condizione senza musica e alla condizione con musica non preferita ($M_{PREF} = 66 \text{ mm} \pm 12$; $M_{NM} = 45 \text{ mm} \pm 15$; $M_{NON-PREF} = 42 \text{ mm} \pm 16$) e come si può notare, non ci sono differenze tra la condizione NM e la NON-PREF.



*Figura 4. A: frequenza cardiaca media nelle tre diverse condizioni (NM; NON-PREF; PREF). B: valore medio RPE nelle tre condizioni. C: valore medio riguardante la motivazione all'esercizio, sempre relativo alle tre diverse condizioni musicali. Il simbolo * indica una significativa differenza tra la condizione di musica preferita e la condizione senza musica mentre il simbolo # indica una differenza significativa tra la condizione di musica preferita e la musica non preferita (Karow et al., 2020).*

Lo scopo di questo studio era quello di determinare l'effetto della musica preferita e di quella non preferita, ascoltate durante il riscaldamento, sulle successive prestazioni nel canottaggio, sulla frequenza cardiaca, sull'RPE e sulla motivazione. I risultati ottenuti dai 12 soggetti (adulti giovani e fisicamente attivi), hanno dimostrato che la preferenza musicale (PREF), aumenta la frequenza cardiaca media, aumenta la motivazione e migliora anche le prestazioni riguardanti l'esercizio fisico, rispetto alla condizione di assenza di musica (NM). La musica non preferita invece, non ha portato a cambiamenti significativi nei parametri analizzati e, per quanto riguarda l'RPE, si è visto che questo valore è rimasto invariato indipendentemente dalle condizioni.

Questi risultati dimostrano che la preferenza musicale durante la fase di riscaldamento prima di un esercizio aerobico di canottaggio, può giocare un ruolo fondamentale nel migliorare e ottimizzare l'esercizio o la prestazione successiva.

2.2 Gli effetti della musica DURANTE l'esercizio fisico e lo sport

Come già accennato, durante l'esercizio fisico e lo sport, ci possono essere due modalità principali con cui utilizzare la musica: la modalità sincrona e la modalità asincrona. È già stato sperimentato che entrambi portano a dei benefici riguardanti sia la sfera legata alla prestazione fisica sia la sfera più emotiva inducendo effetti ergoenerici, psicologici, psicofisici e psicofisiologici.

Di seguito verranno analizzati due articoli che trattano rispettivamente gli effetti della musica sincrona e la musica asincrona in un contesto sportivo.

2.2.1 Musica sincrona

Il primo articolo che ho voluto analizzare è uno studio condotto nel 2012 da Terry et al. dal titolo: "Effect of synchronous music on treadmill running among elite triathletes".

Come emerge dalla letteratura scientifica, molti studi hanno evidenziato che l'utilizzo della musica durante l'esercizio fisico e lo sport, possa fornire benefici ergoenerici, psicologici, psicofisici e psicofisiologici. Il presente studio ha cercato di estendere queste affermazioni anche agli atleti d'élite cercando di capire se la musica sincronizzata al movimento riesca a portare dei vantaggi anche nel settore sportivo legato agli atleti di alto livello.

Gli effetti ritmici della musica forniscono uno stimolo che regola temporalmente il movimento e infatti, esiste una predisposizione naturale dell'uomo a rispondere alle qualità ritmiche della musica, fenomeno che è stato definito "risposta ritmica" (Karageorghis et al., 1999; Karageorghis et al., 2006; Terry et al., 2012). L'uso sincrono della musica è una forma di sincronizzazione uditivo-motoria che può essere davvero importante in ambito sportivo. Basti pensare ai corridori o agli ostacolisti, atleti che devono ricercare un determinato ritmo per poter controllare il proprio movimento e ottenere delle buone prestazioni. La musica può fornire un grande aiuto nel ricercare un ritmo preferito o un ritmo che possa favorire la migliore espressione delle proprie capacità e abilità motorie. Il corridore, ad esempio, può adattarsi anche inconsapevolmente al ritmo della musica grazie all'attivazione dell'area

supplementare motoria del cervello, la quale gioca un ruolo centrale sia nella percezione del ritmo musicale sia nell'ordinamento ritmico dei compiti motori (Zatorre et al., 1996; Terry et al., 2012).

Prima di iniziare lo studio, tutti i soggetti sono stati sottoposti ad un test di base per stabilire la capacità aerobica, la velocità di soglia del lattato ematico e l'andatura di corsa individuale a diverse velocità. Il test includeva 4-5 passaggi sotto-massimali (ad esempio: 12, 13, 14 e 16 km·h⁻¹) della durata di 4 min ciascuno, seguiti da una pausa di 4 min e da una successiva rampa rapida verso l'esaurimento, a partire da 3 km·h⁻¹ al di sotto della velocità sotto-massimale finale e aumentando la velocità ogni 30 s.

Il test di base era fondamentale anche per abituare i partecipanti alla prova che avrebbero dovuto sostenere per il test vero e proprio.

Tutti i test sono stati effettuati su un tapis roulant a corpo largo con grado di inclinazione pari a 0%.

Il consumo di ossigeno (VO₂ picco) è stato valutato in modo continuo, tenendo conto del valore medio dell'ultimo minuto di ogni tappa/fase segnalata, utilizzando un apposito strumento metabolico (analizzatore di gas) che veniva calibrato prima di ogni prova. Sul letto del tapis roulant, è stato anche montato un sistema di temporalizzazione Opto-Jump, utilizzato per confermare la falcata dei singoli partecipanti ad ogni velocità di marcia stabilita.

L'analisi del lattato ematico è stata eseguita attraverso l'utilizzo di un sistema palmare basato su strisce, da campioni raccolti dal lobo dell'orecchio dopo una puntura con un ago sterile. Il tutto, seguendo metodi raccomandati dall'Australian Sports Commission (Maw et al., 2000).

I partecipanti allo studio erano 11 triatleti di alto livello: 6 maschi e 5 femmine (età media: 19.5 anni ± 2.3), con un punteggio di VO₂ picco compreso tra 58.6 e 72.6 ml·kg⁻¹·min⁻¹. Ogni atleta ha completato tre test (senza musica, con musica neutra, con musica motivazionale) in ordine controbilanciato, nello stesso momento della giornata. I test iniziavano con un riscaldamento di 5 min alla velocità di 10-12 km·h⁻¹ e proseguivano con tre periodi da 4 min ciascuno di esercizio sotto-massimale ad una velocità progressivamente più elevata (ad esempio: 14, 16 e 18 km·h⁻¹) con una pausa di 2 min tra i periodi. Le velocità di esecuzione per i tre periodi di corsa sotto-

massimale erano: il 76%, l'82% e l'87% del VO_2 picco per ogni partecipante. Infine, dopo 5 min di recupero, di pausa, i partecipanti hanno completato una prova di corsa ad esaurimento (fase massimale) a circa il 110% della velocità di soglia del lattato ematico (99% del VO_2 picco), valore aggiustato al più vicino $0.5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Per poter confrontare l'economia di corsa tra le diverse condizioni durante i periodi di esercizio sotto-massimale, è stato normalizzato il consumo di ossigeno per ogni partecipante, utilizzando una scala allometrica (Tartaruga et al., 2009; Terry et al., 2012). Poi, i ricercatori, seguendo le raccomandazioni di altri studiosi (Svedenhag e Sjodin), hanno fissato l'indice di economia di corsa a una potenza di massa di $0.75 \text{ (ml}\cdot\text{kg}^{-0.75}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{km}\cdot\text{h}^{-1})$. Tutte le altre misure (RPE, concentrazione di lattato ematico, valutazioni emotive/motivazionali ecc.) sono state prese al completamento dei 4 min di corsa di ogni periodo e dopo la corsa ad esaurimento. Per quanto riguarda la concentrazione di lattato nel sangue e le risposte relative all'umore, queste, sono state prese anche prima del test. Il tempo di esaurimento è stato registrato utilizzando un cronometro portatile e la musica è stata riprodotta grazie ad un computer portatile, tramite due altoparlanti multimediali posti davanti agli atleti, ad angoli di 45 gradi. Nota importante, è il volume della musica, che era stato standardizzato a 75 dB (decibel), un valore sicuro per la salute dell'orecchio ma abbastanza forte da sovrastare il rumore del tapis roulant e permettere così ai soggetti di sentire bene i vari brani musicali.

Per la selezione della musica, sono state presentate ai soggetti, prima del test, più tracce da tempi diversi per essere confrontate con varie velocità di corsa. Siccome si è visto che i partecipanti avevano una velocità di falcata molto rapida, è stata selezionata la musica che permetteva agli atleti di sincronizzare la loro falcata su metà battuta anziché sulla battuta completa (due falcate per colpo). Il tempo delle tracce è stato scelto nel range 80-97 bpm ed è poi stato modificato ($\pm\leq 4$ bpm) se necessario, per garantire una corrispondenza esatta con la falcata dell'atleta. Poi, dopo aver scelto le tracce, i partecipanti le hanno valutate come motivazionali o neutre tramite l'utilizzo di una scala: la Brunel Rating Inventory-2 (BMRI-2), scala che va da un valore minimo di 6 a un valore massimo di 42 (Karageorghis et al., 2006; Terry et al., 2012). I brani utilizzati come motivazionali erano stati classificati con un valore ≥ 36 sul BMRI-2 mentre quelli utilizzati come neutri presentavano valori tra il 18 e il 30. Le tracce che

presentavano valori da 31 a 35 non sono state utilizzate perché non era chiaro se fossero da considerarsi motivazionali o neutre mentre i brani classificati <18 non sono stati utilizzati perché potenzialmente demotivanti.

L'RPE è stato valutato verbalmente utilizzando la Scala di Borg (6-20) caratterizzata da descrittori incrementali della percezione dello sforzo che vanno da 6 (nessuno sforzo) a 20 (massimo sforzo).

La valutazione dell'affettività (sensazioni, sentimenti, emozioni) durante il compito è stata eseguita grazie all'utilizzo della Feeling Scale, scala di 11 punti progettata appositamente per i contesti relativi all'esercizio fisico (Hardy & Rejescki, 1989; Terry et al., 2012). La scala va da un valore di +5 (molto bene) a un valore di -5 (molto male) con un punto medio di 0 (neutro).

Le risposte che riguardano l'umore invece, sono state valutate con la Brunel Mood Scale (BRUMS), un inventario di 24 voci che valuta: rabbia, confusione, depressione, stanchezza, tensione e vigore.

La dieta veniva monitorata nelle 24 ore precedenti ogni prova e per aiutare la standardizzazione dell'assunzione alimentare, ad ogni partecipante sono stati forniti dei buoni pasto.

Per quanto riguarda i risultati, per quantificare le differenze tra le condizioni, è stata utilizzata la d di Cohen che rappresenta la differenza tra le medie di gruppo divisa per la deviazione standard aggregata. Una dimensione dell'effetto (d di Cohen) di 0.2 viene considerata piccola, di 0.5 moderata e di 0.8 grande.

Nella Tabella 1 si possono osservare le condizioni statistiche e le dimensioni dell'effetto per il tempo di esaurimento, l'RPE, la concentrazione di lattato ematico, il consumo di ossigeno e l'economia di corsa nei vari momenti studiati riguardanti gli 11 triatleti e mettendo in evidenza le diverse condizioni musicali alle quali sono stati sottoposti: musica motivante, musica neutra e condizione di controllo senza nessun tipo di musica.

Table 1

Performance, RPE and physiological data for 11 elite triathletes under two music conditions and a no-music control. Data expressed as mean (standard deviation).

	Motivational	Neutral	No music	Effect size (<i>d</i>) vs no-music	
				Motivational	Neutral
Time-to-exhaustion (s)	509.00 (50.25)	516.00 (47.02)	431.45 (46.15)	.50	.54
RPE – 4 min	10.64 (1.50)	10.36 (1.03)	10.73 (1.42)	.11	.39
RPE – 10 min	12.00 (1.41)	11.64 (.67)	11.91 (1.51)	-.09	.19
RPE – 16 min	13.09 (1.45)	13.00 (.87)	13.36 (1.21)	.19	.29
RPE – exhaustion	17.91 (1.64)	17.82 (1.54)	17.73 (2.20)	-.10	-.06
Lactate – pre-test (mmol l ⁻¹)	1.03 (.35)	1.02 (.36)	1.03 (.40)	-.01	.05
Lactate – 4 min (mmol l ⁻¹)	1.48 (.41)	1.47 (.48)	1.46 (.42)	-.06	-.02
Lactate – 10 min (mmol l ⁻¹)	1.49 (.35)	1.66 (.48)	1.63 (.41)	.37	-.13
Lactate – 16 min (mmol l ⁻¹)	1.99 (.44)	2.19 (.62)	2.01 (.37)	.07	-.34
Lactate – exhaustion (mmol l ⁻¹)	6.47 (1.69)	6.16 (2.83)	5.94 (2.14)	-.15	-.06
VO ₂ – 4 min ^a (mL kg ⁻¹ min ⁻¹)	46.36 (3.17)	46.24 (2.82)	46.85 (4.00)	.16	.28
VO ₂ – 10 min ^a (mL kg ⁻¹ min ⁻¹)	49.88 (2.97)	49.20 (3.12)	50.13 (4.15)	.07	.38
VO ₂ – 16 min ^a (mL kg ⁻¹ min ⁻¹)	53.80 (3.09)	52.86 (3.39)	54.33 (4.49)	.13	.51
VO ₂ – exhaustion ^a (mL kg ⁻¹ min ⁻¹)	63.72 (4.62)	63.04 (5.43)	64.16 (5.32)	.09	.21
Running economy ^a (mL kg ⁻¹ min ⁻¹ km ⁻¹ h ⁻¹)	10.12 (.99)	9.19 (1.68)	10.63 (1.92)	.29	.64

^a Based on data from 10 participants.

Tabella 1. In questa tabella sono riportati i dati relativi ai valori RPE, ai valori fisiologici (concentrazione di lattato ematico e VO₂ picco) e ai valori legati alla prestazione (economia di corsa) nelle varie fasi che sono state prese in esame nel presente studio (Terry et al., 2012).

Durante i tre periodi di corsa sotto-massimale, tutti gli atleti hanno completato la stessa quantità di lavoro per ogni condizione. Per quanto riguarda invece la corsa ad esaurimento, si è visto che, quando i partecipanti hanno svolto il test con la condizione di musica motivante, sono riusciti a prolungare l'esercizio, terminandolo a più di un minuto di distacco rispetto a quando lo hanno eseguito con la condizione di controllo senza musica (78 s ± 47 = media ± DS). Questo risultato rappresenta un miglioramento nella prestazione del 18.1%. Anche la musica neutra ha aiutato gli atleti a prolungare il tempo della prestazione rispetto alla condizione di controllo (85 s ± 47) tanto che, si è visto un miglioramento del 19.7%, valore ancora più alto rispetto alla condizione con la musica motivante descritto sopra. Bisogna dire però che la musica non ha influenzato in egual modo i partecipanti. C'è chi è migliorato di più, in termini di endurance, durante la condizione con musica neutra e chi invece durante la condizione con musica motivante. Entrambe queste condizioni hanno portato a dei risultati prestativi migliori rispetto alla condizione senza musica nonostante in alcuni casi, i ricercatori abbiano riscontrato un miglioramento della resistenza anche durante la condizione senza musica.

Otto partecipanti, hanno corso più a lungo grazie alla musica e quindi il loro miglioramento medio è risultato maggiore (149 s ± 32 per la musica motivazionale e 157 s ± 34 per la musica neutra) rispetto ai restanti tre partecipanti che hanno avuto un calo medio nella prestazione e hanno raggiunto l'esaurimento più velocemente durante

la corsa con la musica ($108 \text{ s} \pm 91$ per la musica motivazionale e $106 \text{ s} \pm 74$ per la musica neutra). Di questi tre partecipanti, il cui tempo di esaurimento risultava minore durante le condizioni musicali, due sono stati identificati dai ricercatori come valori statisticamente anomali per le condizioni musicali motivanti e neutrali. La rimozione di un valore anomalo da ciascuna condizione ha visto il miglioramento medio del tempo di esaurimento che è salito a $115 \text{ s} (\pm 33)$ per la musica motivante e a $119 \text{ s} (\pm 37)$ per la musica neutrale mentre, il declino medio per i due partecipanti rimanenti, i quali hanno avuto una prestazione di endurance migliore con la condizione di controllo, è sceso ad un livello trascurabile.

Per quanto riguarda l'RPE, si sono verificate delle variazioni da piccole a moderate tra le tre diverse condizioni. Lo sforzo percepito dagli atleti dopo ognuna delle 3 fasi sotto-massimali, è risultato minore per la condizione con la musica neutra rispetto al controllo senza musica ($d = 0.39, 0.19, 0.29$ rispettivamente). La musica motivazionale è stata associata ad una piccola riduzione nell'RPE rispetto all'assenza di musica, dopo il terzo periodo sotto-massimale ($d = 0.19$).

Le concentrazioni di lattato ematico sono rimaste quasi identiche nelle tre condizioni per quanto riguarda le prime due prove sotto-massimali. La musica motivazionale è stata associata ad un calo della concentrazione di lattato nel sangue dopo il secondo periodo di esercizio rispetto al controllo senza musica ($d = 0.37$) e ad un calo anche dopo il secondo e il terzo periodo di esercizio se confrontato con la condizione di musica neutra ($d = 0.57, 0.42$ rispettivamente).

Il consumo di ossigeno (VO_2 picco) è risultato essere inferiore dell'1.3% per la musica neutra e dell'1.0% per la musica motivazionale durante il primo periodo di corsa sotto-massimale, rispetto alla condizione senza musica. È risultato inferiore dell'1.9% per la musica neutra rispetto all'assenza di musica nel secondo periodo e, nel terzo periodo, inferiore del 2.7% per la musica neutra e dell'1.0% per la musica motivazionale sempre rispetto alla condizione di controllo.

Per quanto riguarda l'economia di corsa sui tre periodi di esercizio sotto-massimale, la musica motivazionale è stata associata ad un beneficio da piccolo a moderato rispetto all'assenza di musica ($d = 0.29$) mentre la musica neutra ha portato a dei benefici da moderati a grandi in relazione alla condizione di controllo senza musica ($d = 0.64$).

I punteggi relativi alla Feeling Scale (Figura 5), ottenuti durante le varie prove, hanno evidenziato che le sensazioni e i sentimenti sono rimasti molto più positivi durante i test con la condizione di musica motivante rispetto alle altre due condizioni (musica neutra e assenza di musica). Non sono state rilevate invece differenze significative per quanto riguarda il confronto tra musica neutra e assenza di musica.

Gli stati emotivi sono diventati sempre meno positivi man mano che il test progrediva, soprattutto dopo la corsa ad esaurimento. In questo campo, la musica motivazionale ha portato dei vantaggi che si possono considerare moderati nelle 3 fasi di esercizio sotto-massimale ($d = 0.49, 0.60, 0.45$) e vantaggi molto grandi dopo la corsa ad esaurimento ($d = 1.08$) rispetto alla condizione di controllo.

Il beneficio della musica motivazionale rispetto a quella neutra è risultato moderato al primo periodo di esercizio ($d = 0.49$), grande al secondo periodo ($d = 0.78$) e molto grande dopo la corsa ad esaurimento ($d = 1.23$).

È importante notare che i sentimenti sono rimasti positivi durante il test anche dopo l'esercizio ad esaurimento quando la condizione era la musica motivazionale mentre, sono diventati più negativi per le altre due condizioni.

La Figura 6 illustra come le risposte che riguardano l'umore siano cambiate dal pre-test al post-test. In generale, i partecipanti hanno mostrato un aumento nei livelli di depressione, rabbia, stanchezza e confusione e una diminuzione dei parametri legati alla tensione e al vigore. La musica motivazionale, rispetto alla condizione di musica neutra e alla condizione di controllo, è stata associata ad una maggiore riduzione della tensione ($d = 0.50, 0.38$ rispettivamente) e a ridotti livelli di depressione, rabbia e confusione che invece, erano presenti, seppur minimamente, nelle altre due condizioni. I punteggi che riguardano il vigore sono diminuiti con la condizione di controllo e la musica neutra e sono leggermente aumentati con la musica motivazionale ($d = 0.34$ tra controllo e musica motivazionale). Per quanto riguarda la fatica dopo il compito ad esaurimento, nonostante le due condizioni musicali abbiano permesso agli atleti di eseguire l'esercizio per un tempo più prolungato e quindi compiere più lavoro rispetto alla corsa effettuata senza musica, i livelli di fatica, rispetto a quest'ultima, sono risultati diminuiti ($d = 0.31$ per la musica neutra e $d = 0.43$ per la musica motivazionale).

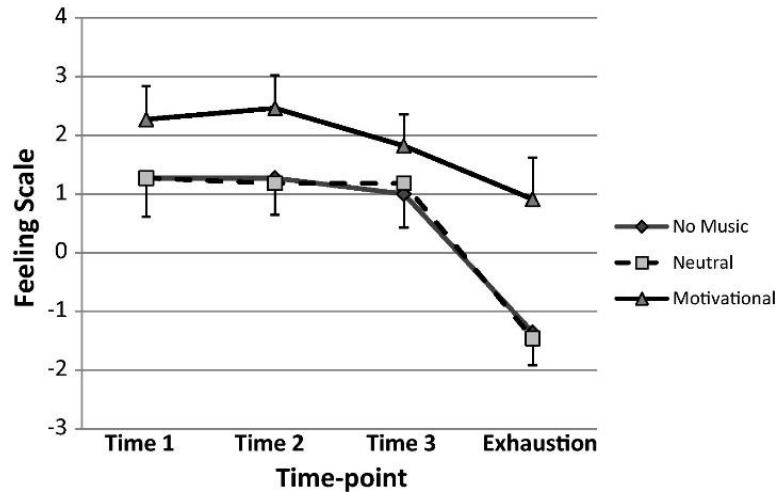


Figura 5. Sono riportati i punteggi relativi alla Feeling Scale dei triatleti durante le tre diverse condizioni (musica motivazionale, musica neutra e assenza di musica) (Terry et al., 2012).

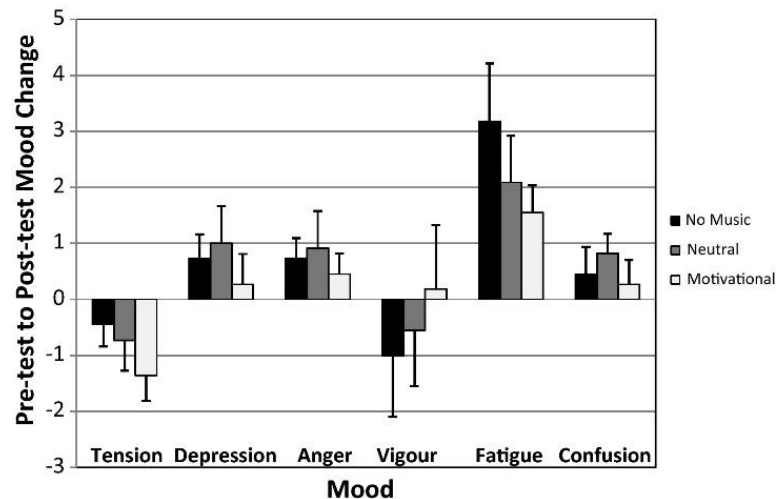


Figura 6. Sono raffigurati i cambiamenti nell'umore dei triatleti dal pre-test al post-test per quanto riguarda le differenti condizioni (musica motivazionale, musica neutra e assenza di musica) (Terry et al., 2012).

I risultati hanno dimostrato i potenziali benefici che la sincronizzazione musicale gioca negli atleti d'élite. Si è arrivati alla conclusione che la musica motivazionale è stata la condizione che nel complesso, tra le tre, ha portato maggiori benefici anche se per alcuni indici valutati, la musica neutra ha dimostrato di avere un potenziale uguale o addirittura maggiore. Sia la musica motivazionale che quella neutra, hanno aumentato i tempi di esaurimento dell'esercizio di corsa, che sono risultati superiori di oltre 1 min rispetto alla condizione senza musica. La musica motivazionale ha prodotto maggiori benefici psicologici, emotivi e legati all'umore, ed è stata associata a concentrazioni

più basse di lattato ematico rispetto alle condizioni di musica neutra e di assenza di musica. La musica neutra invece, è stata associata ad un minor consumo di ossigeno. Per quanto riguarda la percezione dello sforzo (RPE), il valore più basso è stato rilevato con la condizione di musica neutra mentre il più alto con la condizione di controllo senza musica. L'entità delle differenze nell'RPE era generalmente piccola e questo non sorprende in quanto, la valutazione di questo parametro è avvenuta ad intensità di lavoro moderate/alte. Nel complesso, sembra che i triatleti abbiano percepito livelli di sforzo simili in ogni condizione ma abbiamo apprezzato di più l'esperienza durante la corsa con la musica.

I risultati ottenuti sono coerenti con quelli riportati in altri studi riguardanti la popolazione sportiva e anzi, per alcuni indici, gli effetti benefici sono risultati maggiori di quelli riportati in precedenza (Atkinson G. et al., 2004; Terry et al., 2012).

La musica sincrona quindi, oltre alle attività legate alla corsa, potrebbe potenzialmente fornire dei grandi benefici anche in altre prestazioni sotto-massimali e ad esaurimento, come ad esempio il nuoto, il ciclismo e il canottaggio.

I risultati ottenuti in questo studio evidenziano quindi, l'importanza che la musica riveste in termini psicologici, fisiologici e prestazionali, durante un lavoro aerobico intenso.

2.2.2 Musica asincrona

Il secondo articolo che ho voluto analizzare riguardo agli effetti che la musica può produrre durante l'esercizio fisico e lo sport; è un articolo del 2013 di Karageorghis, Hutchinson et al. dal titolo: "Psychological, psychophysical, and ergogenic effects of music in swimming" il quale si propone di ricercare e individuare i principali effetti che la musica asincrona può portare in un contesto sportivo riguardante il nuoto ad alta intensità (200 m stile libero).

Per modalità asincrona si intende l'uso della musica senza lo sforzo cosciente dell'esecutore di sincronizzare i propri movimenti con i ritmi musicali. La prima ricerca ad aver studiato questa modalità di applicazione della musica (Karageorghis, Terry & Lane, 1999) ha individuato quattro fattori che si pensava contribuissero alle qualità motivazionali di un brano musicale: la risposta ritmica, la musicalità, l'impatto

culturale e l'associazione. I primi due, risposta ritmica e musicalità, denotano le proprietà uditive della musica e sono stati quindi chiamati fattori interni, mentre, l'impatto culturale e l'associazione riguardano le influenze sociali e culturali sulla personale interpretazione della musica e sono stati così definiti fattori esterni (Karageorghis, Terry & Lane, 1999; Karageorghis, Hutchinson et al., 2013). Questo primo studio, sostenuto anche da altre ricerche reperibili in letteratura (ad es. Atkinson, Wilson & Eubank, 2004; Crust, 2008) indicava che i principali vantaggi associati all'utilizzo asincrono della musica fossero la regolazione dell'eccitazione, la riduzione nell'RPE e il miglioramento dell'umore ma, queste indicazioni, sono state presto modificate da Terry e Karageorghis (2006) i quali, hanno aggiunto a questo elenco ulteriori benefici come ad esempio: dissociazione e miglioramento nel rendimento del lavoro.

Uno studio più recente (Tate, Gennings et al., 2012) ha esaminato gli effetti della musica nel nuoto grazie all'utilizzo di un lettore MP3 subacqueo. I ricercatori hanno scoperto che la musica auto-selezionata, ha migliorato la prestazione dei partecipanti sia nello sprint (50 m; circa l'1% di miglioramento) che sulla lunga distanza nel nuoto a stile libero (800 m; circa l'1% di miglioramento). Gli autori hanno ammesso però che l'auto-selezione della musica da parte dei partecipanti, può aver compromesso la validità dello studio in quanto, i soggetti hanno selezionato musica che presentava ampie proprietà psicoacustiche. Inoltre, i partecipanti non erano stati abituati all'utilizzo dell'MP3 e durante lo studio non erano state prese misure fisiologiche per verificare il carico di lavoro sostenuto durante le prove. Ognuno di questi limiti è stato affrontato nella progettazione dello studio che ho deciso di prendere in esame e che descriverò successivamente.

Numerosi studi hanno inoltre esaminato gli effetti della musica asincrona durante attività ad alta intensità indicando che questa alta intensità di esercizio, ha impedito ai partecipanti di trarre beneficio dalla musica (ad esempio, Tanenbaum et al., 2004). Musica che però, non era stata selezionata con particolare attenzione.

Altri studi hanno dimostrato che, sebbene la musica riesca a modulare l'RPE a intensità di esercizio da basse a moderate, non lo modificano ad intensità elevate, oltre la soglia anaerobica (ad esempio, Bharani et al., 2004). Tuttavia, studi più recenti hanno messo in discussione queste affermazioni dimostrando che la musica, se selezionata in modo

appropriato, sembra poter indurre un effetto sull'RPE anche ad alte intensità di esercizio (Hutchinson et al., 2011).

Questi risultati sono stati riesaminati nello studio che andrò ad analizzare, il quale, ha applicato la musica in modo asincrono, in un compito di nuoto che ha richiesto uno sforzo molto intenso (all-out effort) e che ha limitato la possibilità di sincronizzare il movimento con il tempo musicale nonostante negli umani ci sia una forte tendenza al trascinarsi tra la locomozione e le qualità ritmiche della musica. Esistono infatti, punti in comune tra la frequenza del movimento durante l'esercizio e il tempo musicale (Schneider et al., 2010; Karageorghis, Hutchinson et al., 2013).

In questo studio, un campione di 92 studenti universitari volontari (34 donne e 58 uomini; età media 20.3 anni \pm 1.19), ha nominato 6 selezioni musicali da utilizzare nel protocollo sperimentale. Le 20 tracce registrate più frequentemente sono state poi classificate in base alle loro qualità motivazionali per il nuoto da parte di un gruppo di 10 studenti universitari (6 donne e 4 uomini; età media 20.3 anni \pm 0.7), utilizzando la scala chiamata Brunel Rating Inventory-2 (BMRI-2) (Karageorghis et al., 2006; Karageorghis, Hutchinson et al., 2013). Questa procedura è stata messa in atto per poter garantire che i brani scelti per la prima fase di familiarizzazione e la fase sperimentale, di studio, fossero equivalenti in termini di qualità motivazionali e che differissero di poco tra le condizioni. Il tempo delle tracce musicali, in entrambe le condizioni sperimentali, è stato standardizzato a 130 bpm, tempo appropriato per l'intensità dell'attività proposta (Karageorghis et al., 2011; Karageorghis, Hutchinson et al., 2013).

Da un calcolo basato sull'analisi della potenza e dati statistici, è emerso che i partecipanti necessari allo studio fossero 22 più 4 reclutati come riserve in caso di abbandono sperimentale e/o cancellazioni dovute a valori anomali.

I 26 partecipanti volontari erano un gruppo omogeneo di donne e uomini caucasici (età media 20.0 anni \pm 1.4) provenienti da un club di nuoto collegiale. Erano tutti relativamente omogenei riguardo ad età e background socioculturale; entrambi fattori importanti in termini di reattività alla musica (ad esempio, North & Hargreaves, 2008; Karageorghis, Hutchinson et al., 2013). Erano relativamente omogenei anche in termini di abilità di nuoto visto che la maggioranza (77%) partecipava a livello di club.

I test sono stati effettuati nella metà di una piscina olimpica e in una piscina separata di 25 m. La prima era caratterizzata da una profondità di 2 m mentre la seconda, variava da 1.3 a 3 m. Le due piscine avevano caratteristiche simili: temperatura dell'acqua di circa 29°C, temperatura dell'aria di circa 30°C e umidità del 60% circa. Per ascoltare musica durante l'attività, ogni partecipante ha utilizzato un lettore MP3 subacqueo e per il monitoraggio della frequenza cardiaca è stato usato un cardiodispositivo impermeabile. Per quanto riguarda le interviste post-test, queste sono state registrate grazie ad un dittafono digitale.

Durante questo studio è stato valutato lo stile attentivo preferito dai partecipanti attraverso un questionario chiamato "Attentional Focus Questionnaire" (AFQ). Il questionario era importante per individuare i partecipanti che seguivano uno stile attentivo estremamente associativo e per poterli escludere dallo studio visto che, molto probabilmente non avrebbero potuto trarre alcun beneficio dall'intervento musicale.

L'AFQ è composto da 30 elementi che toccano tre tipi di attenzione in un determinato contesto, e questi elementi sono valutati su una scala da 7 punti che va da 1 (non lo farei affatto) a 7 (lo farei di sicuro). Le voci del campione includono: associazione (monitoraggio di sensazioni corporee specifiche), dissociazione (cantare una canzone nella propria testa) e ansia (desiderare che la nuotata finisca).

Le valutazioni dello sforzo percepito (RPE) sono avvenute mediante l'utilizzo della scala di Borg (0-10). È stata valutata la percezione dello sforzo periferico (braccio), centrale (torace) e complessivo. Sulla scala di Borg, lo zero rappresenta una percezione nulla mentre il 10 una percezione estremamente forte.

La valutazione dei sentimenti e delle emozioni è avvenuta tramite la Feeling Scale che come descritto nello studio precedente, è caratterizzata da 11 punti che vanno da -5 (molto bene) a +5 (molto male), con un punto medio neutro che è lo zero.

L'attivazione percepita è stata valutata tramite la Felt Arousal Scale (Svebak & Murgatroyd, 1985; Karageorghis, Hutchinson et al., 2013) che è una scala a voce singola che va da 1 (bassa eccitazione/attivazione) a 6 (alta eccitazione/attivazione) e basata sulla risposta alla seguente domanda: "come ti senti in questo momento?"

La scala dell'attenzione (Attention Scale) invece, è stata utilizzata per valutare lo stato di associazione/dissociazione dei partecipanti. Questa scala bipolare richiedeva ai

soggetti di indicare un numero tra 0 (focus interno) e 100 (focus esterno) per individuare il loro focus predominante.

Per la valutazione dello stato motivazionale, è stata utilizzata una scala da 11 punti ad elemento singolo (Tanenbaum et al., 2007; Karageorghis, Hutchinson et al., 2013), caratterizzata da un valore minimo pari a 0 (per niente motivato) a un valore massimo pari a 10 (estremamente motivato) basata sulla risposta alla domanda: “come ti senti in questo momento?”

Una versione abbreviata di 9 elementi della Flow State Scale-2 (FSS-2) (Jackson, Martin & Eklund, 2008; Karageorghis, Hutchinson et al., 2013), è stata utilizzata per valutare lo stato di flusso (ad esempio, “faccio le cose spontaneamente e autonomamente senza dover pensare”). I partecipanti dovevano rispondere alle domande cercando il numero che meglio corrispondeva alla loro esperienza personale su una scala da 1 (fortemente in disaccordo) a 5 (fortemente in accordo).

Infine, ai partecipanti, alla fine della prova sperimentale, è stato chiesto di votare da 1 (non mi piace per niente) a 10 (mi piace molto) la traccia musicale ascoltata, facendo riferimento al contesto di una prestazione di nuoto nei 200 m stile libero (Karageorghis et al., 2011; Karageorghis, Hutchinson et al., 2013).

Finita la descrizione delle diverse valutazioni che sono state effettuate, è importante porre l'attenzione al pre-test e alla fase di familiarizzazione, adattamento. I partecipanti, come anticipato precedentemente, sono stati selezionati anche in base alla loro strategia di focalizzazione dell'attenzione nel contesto del nuoto, utilizzando l'AFQ. Poi, è stato chiesto ai soggetti di completare i 200 m stile libero per 3 volte per la fase sperimentale per poi completare, al momento del reclutamento (settimana 1), una cronometro di 200 m stile libero. Successivamente, c'è stata una fase di abitudine/familiarizzazione di 3 settimane, durante la quale ai partecipanti è stato chiesto di utilizzare i lettori MP3 durante i loro allenamenti regolari, per almeno 1 sessione a settimana oppure 4 sessioni nel corso delle 3 settimane, monitorando anche la frequenza cardiaca.

I brani musicali utilizzati in questa fase e selezionati in precedenza, facevano parte di un singolo programma musicale, cambiavano di sessione in sessione e venivano proposti in sequenza: motivazionale, neutro, motivazionale, neutro ecc.

Nella quarta settimana, i partecipanti hanno effettuato una prova nei 200 m stile libero (con cardiofrequenzimetro e lettore MP3 spento) per permettere ai ricercatori di misurare il livello di miglioramento dato dalla fase di familiarizzazione.

Nella successiva fase principale dello studio, ogni partecipante doveva effettuare 3 prove sottoponendosi a 2 condizioni musicali (motivazionale e neutra) e ad una condizione di controllo senza musica le quali, venivano proposte in ordine casuale e controbilanciato.

Le 3 prove si sono svolte in giorni diversi, con un intervallo di 1 settimana tra una prova e l'altra e la musica, veniva presentata in modalità asincrona poiché come detto in precedenza, lo sforzo fisico richiesto rendeva difficile una sincronizzazione cosciente tra i movimenti corporei e il ritmo musicale.

Ad ogni partecipante è stato chiesto di rispettare una certa dieta, di non mangiare nelle 2 ore precedenti ai test e di non consumare caffeina nelle 12 ore precedenti ogni prova. Prima dei 200 m stile libero, sono stati eseguiti 5 min di riscaldamento standardizzato e poi ogni soggetto assumeva una posizione di partenza standardizzata (tenersi al bordo della piscina con la mano dell'arto dominante) prima dell'inizio del test. Al completamento della prestazione, ai partecipanti sono state somministrate tutte le misure di valutazione descritte in precedenza (RPE, Feeling Scale, Felt Arousal Scale ecc.) ed è stato inoltre eseguito un defaticamento di 5 min.

Al termine della prova sperimentale finale, i partecipanti hanno risposto alla valutazione riguardante il livello di gradimento delle tracce musicali, aiutati da una piccola riproduzione di 30 s di ogni brano. La durata totale di ogni prova era di circa 15 min.

Un piccolo gruppo di soggetti, scelto casualmente è stato inoltre intervistato in una fase post-test per avere ulteriori informazioni sull'esperienza vissuta durante le prove.

Durante lo screening dei partecipanti, l'AFQ ha identificato un potenziale partecipante sperimentale come associatore estremo per il compito di nuoto richiesto e per questo, è stato escluso dallo studio.

Per quanto riguarda i risultati ottenuti tra la prova nel pre-test e la prova nella fase di familiarizzazione, questi non hanno dimostrato una diminuzione significativa nel tempo di svolgimento della prova.

Gli effetti rilevati per le prestazioni a cronometro (200 m nuoto stile libero) e per lo stato di attenzione sono risultati grandi mentre moderati per le variabili motivazionali. Non ci sono stati effetti significativi per quanto riguarda il genere (maschi e femmine), non sono state rilevate differenze interne ai soggetti nelle tre variabili riguardanti la frequenza cardiaca (finale, picco e media) e in ogni prova, i partecipanti hanno lavorato vicino alla loro frequenza cardiaca massima teorica prevista in base all'età (vedi Tabella 2 per i dati relativi alle misure valutate).

In termini di prestazioni a cronometro, i partecipanti hanno nuotato più velocemente quando esposti alla condizione musicale motivazionale rispetto alla condizione di controllo senza musica ($173.51 \text{ s} \pm 21.51$ vs $177.19 \text{ s} \pm 21.95$) e più velocemente anche quando esposti alla condizione di musica neutra sempre in relazione alla condizione di assenza musicale ($174.12 \text{ s} \pm 20.61$ vs $177.19 \text{ s} \pm 21.95$) (vedi Figura 7). Un andamento simile si è visto per quanto riguarda gli aspetti motivazionali. I partecipanti infatti hanno riportato livelli di motivazione più elevati quando esposti alla musica motivazionale rispetto al controllo (7.12 ± 1.14 vs 5.96 ± 1.78), e, livelli molto simili quando esposti alla condizione di musica neutra, rispetto al controllo (7.15 ± 1.83 vs 5.96 ± 1.78) (vedi Figura 7).

Per quanto riguarda lo stato attentivo, i partecipanti hanno mostrato pensieri più dissociativi quando erano sottoposti alle condizioni musicali (musica motivazionale e neutra) rispetto alla condizione di controllo.

Table 2
Descriptive statistics for dependent variables.

	Condition					
	Motivational music		Oudeterous music		No-music control	
	M	SD	M	SD	M	SD
Time trial (s)	173.51 ^a	21.51	174.12 ^a	20.61	177.19	21.95
Feeling Scale	1.58	2.34	2.04	2.34	.88	1.84
Felt Arousal Scale	4.27	.78	4.42	.95	3.77	.95
Flow	33.73	3.88	35.23	3.96	33.57	3.78
Motivation	7.12 ^a	1.14	7.15 ^a	1.83	5.96	1.78
HR finish	182.08	7.04	182.00	6.48	183.27	7.13
HR peak	183.42	6.99	183.15	6.23	184.62	7.24
HR average	175.96	6.93	176.96	6.74	177.35	8.10
State attention (%)	50.38 ^a	24.12	46.73 ^a	24.01	35.96	20.10
RPE arm	6.15	1.87	6.42	1.86	6.27	1.66
RPE chest	5.65	1.92	5.54	2.10	6.54	1.94
RPE overall	6.88	1.84	6.62	1.88	6.85	1.59

Note. For state attention the range of scores is 0–100 and a higher score denotes greater dissociation.

^a Different at $p < .05$ compared to the no-music control.

Tabella 2. In questa tabella sono descritti i valori medi (M) con la relativa deviazione standard (SD) delle variabili valutate durante lo studio mettendo a confronto le 3 diverse condizioni: musica motivazionale, musica neutra e assenza di musica (Karageorghis, Hutchinson et al., 2013).

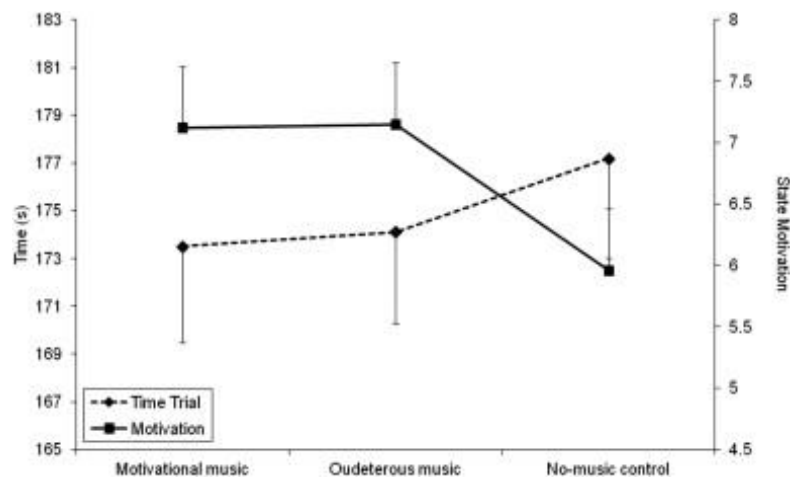


Figura 7. Nella presente figura si può notare sull'asse delle ordinate (y) di sinistra il tempo impiegato per completare la prova dei 200 m di nuoto stile libero e sull'asse delle ordinate di destra, lo stato motivazionale dei partecipanti. Il tutto da confrontare con le tre condizioni che sono espone sull'asse delle ascisse (x) (Karageorghis, Hutchinson et al., 2013).

Il modello delle differenze era identico tra le variabili legate al tempo, allo stato motivazionale e allo stato attentivo e si è visto che le due condizioni musicali non erano molto diverse se confrontate tra di loro ma differivano significativamente dalla condizione di controllo.

I dati ottenuti dall'intervista post-test effettuata su un piccolo gruppo di partecipanti (10 soggetto) servivano come supplemento ai dati sperimentali. I partecipanti hanno

indicato che l'uso della musica durante la prova a cronometro, ha suscitato tre ampie categorie di risposta, relative al focus attentivo, ad uno stato affettivo potenziato e alle risposte comportamentali.

Per quanto riguarda l'attenzione, 7 partecipanti su 10 hanno commentato che la musica permetteva loro di concentrarsi in modo più efficace sul compito o di dissociarsi dal dolore indotto dallo sforzo fisico, dicendo che il compito non sembrava faticoso come il solito. 9 soggetti su 10 hanno inoltre specificato che la musica ha avuto un'influenza positiva sui loro sentimenti e sulle loro sensazioni e che trasmetteva loro positività ed ottimismo. Quasi paradossalmente, per alcuni partecipanti la musica ha avuto un effetto rilassante mentre per altri, soprattutto quella motivazionale, ha avuto un effetto eccitante, energico, durante la nuotata. Per quanto riguarda le risposte comportamentali, sembra che alcuni partecipanti abbiano percepito una sincronizzazione con il ritmo musicale e anche una miglior tecnica nell'esecuzione del gesto. In ogni caso, i partecipanti hanno riferito di aver preferito molto di più nuotare con le due condizioni musicali piuttosto che senza musica.

Lo scopo di questo studio era quello di individuare gli effetti psicologici, psicofisici ed ergogenici della musica durante una prova di nuoto ad alta intensità. I risultati ci hanno permesso di capire chiaramente che la musica induce maggiori benefici rispetto alla condizione di controllo. È stato osservato un effetto ergogenico per quanto riguarda il tempo di esecuzione del compito, il quale è risultato minore rispetto al controllo quindi, i partecipanti hanno nuotato più velocemente nelle due condizioni musicali (più veloci del 2.1% con la musica motivazionale; più veloci dell'1.8% con la musica neutra).

I benefici prestazionali osservati in entrambe le condizioni musicali potrebbero essere associati ad un meccanismo di trascinamento dato dal ritmo della musica, il quale invece non poteva esistere durante la prova con la condizione di controllo.

Interessante è il confronto che gli autori hanno voluto proporre ai lettori per far capire quanto potesse essere significativo l'intervento della musica in un contesto sportivo reale. I ricercatori hanno posto agli occhi dei lettori il confronto tra i risultati appena citati e i risultati della stessa gara (200 m nuoto stile libero) ai Giochi Olimpici di

Londra 2012 mostrando che, la differenza percentuale tra il primo e il quarto posto nella gara maschile era dell'1.8% mentre nella femminile dell'1.9%.

Dai risultati ottenuti si può inoltre concludere che in una cronometro di 200 m, la musica può influenzare positivamente la prestazione di nuoto e lo stato motivazionale dei soggetti ma, le sue proprietà motivazionali non sembrano esercitare molta influenza visto che, nella maggior parte dei casi, c'erano pochissime differenze nelle variabili valutate, tra gli effetti dovuti alla condizione di musica motivazionale e quelli dovuti alla condizione di musica neutra.

Analizzando i dati relativi alla percezione dello sforzo (RPE), si evince che la musica in questo caso non ha portato a benefici. Questi risultati sono concordi con quelli di studi precedenti che indicano che la musica durante esercizi ad intensità molto elevate non riesce a predominare sulle sensazioni di sforzo e di dolore (ad esempio, Hutchinson et al., 2011).

Si è visto anche che, durante l'esercizio ad alta intensità, solo una minima parte dell'attenzione è rivolta alle qualità motivazionali o estetiche della musica e questo è stato dimostrato anche in precedenti studi (ad esempio, Terry et al., 2012). I partecipanti, infatti, non hanno indicato differenze in termini di distrazione o dissociazione per quanto riguarda la qualità delle due tracce ma hanno indicato che in entrambe queste condizioni, il focus attentivo fosse meno associativo. Una nota interessante è data dalla differenza di genere in questo contesto. Le donne sembravano avere un focus attentivo associativo maggiore rispetto agli uomini durante il test con la condizione di controllo mentre, durante le condizioni musicali, dimostravano di avere delle caratteristiche motivazionali identiche.

2.3 Gli effetti della musica DOPO l'esercizio fisico e lo sport

L'utilizzo della musica post-task, dopo esercizio fisico e/o sport, è ancora un ambito poco esplorato.

La maggior parte della letteratura, infatti, affronta l'aspetto psicologico e psicofisiologico degli effetti della musica concentrandosi sul pre-task e l'in-task precedentemente descritti.

Nonostante ci siano state poche indagini empiriche sulla capacità della musica di aiutare e velocizzare il recupero dopo un allenamento, una competizione o un infortunio, si è visto che la musica ha dimostrato di esercitare degli importanti effetti in aree che riguardano l'educazione e la salute (ad esempio, Sokhadze et al., 2007; Karageorghis & Priest, 2012). Vari ricercatori hanno scoperto che la musica rilassante previene lo stress indotto da aumenti di pressione sanguigna, di frequenza cardiaca e ansia soggettiva (Knight & Rickard, 2001; Karageorghis & Priest, 2012). Altri, hanno scoperto che l'ascolto di musica dopo un'attività stressante può portare a miglioramenti nella funzione immunitaria, nelle risposte neuroendocrine e negli stati emotivi (Hirokawa & Ohira, 2003; Karageorghis & Priest, 2012).

I due ricercatori che hanno condotto quello che forse è lo studio inaugurale sugli effetti della musica post-attività nel contesto dell'esercizio fisico e dello sport sono Jing & Xudong (2008) i quali hanno sperimentato, come l'utilizzo della musica di tipo sedativo, potesse aiutare il recupero da un esercizio molto intenso al cicloergometro. I risultati hanno portato alla conclusione che la musica, soprattutto quella lenta, rilassante, possa esercitare degli effetti benefici post-esercizio. Risultati, che sono stati confermati e supportati anche da altri studi (ad esempio, Savitha et al., 2010; Karageorghis & Priest, 2012) che hanno individuato il potenziale effetto della musica sull'accelerazione del recupero post-esercizio.

La musica sedativa, lenta, può anche esercitare importanti effetti nella regolazione delle emozioni e dei sentimenti, riportandoli ad uno stato più positivo, dopo aver eseguito ad esempio un esercizio fisico ad alta intensità il quale, aveva causato un calo della valenza affettiva dovuto al grande sforzo fisico (Karageorghis, Bruce et al., 2018).

Nel post esercizio, quindi, sembra più efficace l'utilizzo della musica lenta e sedativa in quanto, questa riesce a diminuire gli alti livelli di eccitazione simpatica che portano all'aumento della frequenza cardiaca, della pressione sanguigna, della temperatura corporea, della conduttanza cutanea e della tensione muscolare, dati dall'esecuzione del compito motorio o dall'ascolto di musica veloce, energica. Il tutto, è strettamente legato al processo bio-musicologico del trascinarsi ritmico in cui, le pulsazioni corporee come la frequenza cardiaca, la frequenza respiratoria e le onde cerebrali,

vengono trascinate in un'oscillazione comune con il tempo musicale (Karageorghis, Bruce et al., 2018).

Lo studio che ho voluto prendere in esame, dal titolo: "Psychological and Psychophysiological Effects of Recuperative Music Postexercise", è stato condotto nel 2018 da Karageorghis, Bruce et al. ed esamina gli effetti di due condizioni musicali e una condizione di controllo, sugli aspetti psicologici e psicofisiologici nei processi di recupero dopo un esercizio molto intenso al cicloergometro. Uno scopo secondario del presente studio era quello di esplorare la moderazione dell'influenza di genere nei partecipanti per quanto riguarda la reattività alla musica, visto che, le recenti indicazioni dimostrano che gli effetti non variano in relazione al genere (Savitha et al., 2010; Karageorghis, Bruce et al., 2018).

In questo studio, sono stati reclutati 42 partecipanti. Erano tutti studenti universitari della Brunel University di Londra, caucasici e attivi fisicamente (21 donne e 21 uomini con età media di 20.9 anni \pm 1.7). Tutti i soggetti erano cresciuti nel Regno Unito ed erano omogenei in termini di età e background socioculturale.

A tutti è stato somministrato un questionario relativo alla salute generale delle ultime settimane per valutare l'ansia e lo stress psicologico. Era composto da 28 domande suddivise in 4 sezioni di 7 voci: (A) sintomi somatici, (B) ansia e insonnia, (C) disfunzione sociale e (D) grave depressione.

È stata anche somministrata la griglia degli affetti per misurare l'affetto centrale, cioè la dimensione del piacere e dell'arousal. Questo strumento è composto da una griglia 9x9 con la dimensione orizzontale che rappresenta la valenza affettiva e la dimensione verticale che rappresenta l'arousal. I partecipanti dovevano posizionare una singola "X" in una delle 81 celle e questa risposta veniva poi valutata lungo entrambe le dimensioni.

I partecipanti sono stati sottoposti anche a delle misure antropometriche di laboratorio riguardanti l'altezza e la massa corporea, entrambe prese in condizioni standardizzate e costanti in termini di temperatura, umidità relativa e pressione barometrica.

Ogni test è stato eseguito su un cicloergometro e la musica è stata consegnata tramite un iPod Apple, utilizzando le cuffiette in-ear. Il volume della musica è stato standardizzato al livello 10, ritenuto sicuro da un punto di vista audiologico. Sono stati

raccolti anche dei campioni di saliva utilizzando delle salviette apposite, sigillate a -80°C fino all'analisi. I livelli di cortisolo (ormone dello stress) sono stato valutati tramite un test immunologico (time-resolved) con rilevamento della fluorescenza, la frequenza cardiaca di ogni partecipante è stata misurata grazie all'utilizzo di un trasmettitore posizionato sul torace, attaccato allo sterno e ad un sensore Polar e infine, la pressione sanguigna è stata misurata con uno sfigmomanometro.

I soggetti reclutati si sono presentati in laboratorio una settimana prima per una sessione di adattamento/familiarizzazione al protocollo del test da effettuare e sono stati sottoposti ad un test psicologico tramite il questionario citato prima sulla salute generale. Sono stati informati di non poter mangiare nelle 2 ore antecedenti le prove e di non poter effettuare attività fisica intensa (ad alta intensità) fino al giorno prima di ogni prova. Inoltre, sono stati istruiti a non bere bevande contenenti caffeina, a non lavarsi i denti o fumare nelle 2 ore prima dei test in quanto, tali attività avrebbero compromesso le misure di cortisolo salivare.

Ogni test è stato effettuato alla stessa ora del giorno e nello stesso laboratorio con almeno 2 giorni di riposo tra le prove.

Nello studio era previsto che ogni partecipante fosse sottoposto a due condizioni musicali sperimentali e ad una condizione di controllo in ordine casuale e controilanciato. Arrivati in laboratorio, ai partecipanti è stato chiesto di sedersi in silenzio per 10 min e subito dopo, sono state misurate: la pressione sanguigna, la frequenza cardiaca di riposo, le valenze affettive e il cortisolo salivare.

Successivamente, ognuno ha completato 3 min di riscaldamento su cicloergometro con una pedalata di 50 giri/min. Dopo questa fase di riscaldamento, i partecipanti hanno pedalato ad una velocità costante di 75 giri/min e nello stesso momento, è stato aggiunto un disco di 300g al cestino dei pesi dell'ergometro. Alla fine di ogni minuto, è stato aggiunto un ulteriore disco di 300 g fornendo così un aumento nella resistenza di 22.5 W/min.

Nel momento in cui i soggetti non erano più in grado di mantenere una velocità di 75 giri/min per un periodo di tempo superiore a 5 secondi (5 giri/min inferiori alla velocità desiderata), si riteneva raggiunto l'esaurimento e il test era considerato concluso.

Dopo l'esaurimento, i partecipanti hanno continuato a pedalare per 3 min a 50 giri/min senza pesi aggiuntivi, come forma di recupero attivo. In questo esatto momento, i

soggetti sono stati sottoposti alle 3 condizioni (due musicali una di controllo). La musica è stata riprodotta tramite l'utilizzo di auricolari e le tipologie di musica erano: veloce, stimolante e lenta, sedativa.

Il periodo di recupero durava 33 minuti e comprendeva un recupero attivo di 3 min (al cicloergometro) seguito subito da un periodo di 30 minuti di recupero passivo in cui i partecipanti dovevano sedersi su una sedia comoda mantenendo le cuffiette alle orecchie per continuare ad ascoltare musica (quando sottoposti alle due condizioni sperimentali musicali).

La condizione di musica lenta e sedativa ha soddisfatto i criteri già pubblicati per la musica di recupero (Karageorghis & Terry, 2011; Karageorghis, Bruce et al., 2018) mentre la condizione di musica veloce e stimolante, si è dimostrata rappresentativa della musica utilizzata solitamente durante (in-task) l'esercizio fisico e lo sport e non nella fase post (post-task) (Clark, Baker et al., 2016; Karageorghis, Bruce et al., 2018). La condizione di musica veloce e stimolante era composta da 9 tracce con un tempo medio di 129 bpm mentre la condizione di musica lenta e sedativa comprendeva 2 sole tracce di durata superiore che avevano un tempo medio di 71 bpm, ed erano quindi vicine al valore di frequenza cardiaca di riposo per un adulto sano.

È importante sottolineare che le misure riguardanti la pressione sanguigna, la frequenza cardiaca, il cortisolo salivare e le valenze affettive, erano state misurate anche durante il periodo di recupero attivo di 3 min (subito dopo l'esaurimento volontario) e poi ri-misurate anche durante il lungo periodo di recupero passivo (30 min) ad intervalli di 10, 20 e 30 min.

Per quanto riguarda i risultati ottenuti dai vari test, si è visto che la musica lenta e sedativa post-esercizio, ha suscitato valenze affettive più positive rispetto alla musica veloce e stimolante e alla condizione di controllo. Inoltre, differenze nella valenza affettiva si sono viste anche in relazione al tempo. In confronti di coppia, sono risultate differenze in questo parametro tra il tempo 1 (recupero attivo) e il tempo 2 (10imo min fase recupero passivo), tra il tempo 1 e il tempo 3 (20esimo min fase recupero passivo), tra il tempo 1 e il tempo 4 (30esimo min fase recupero passivo) e tra il tempo 2 e il tempo 4. Non ci sono stati effetti significativi nella differenza di genere.

Per quanto riguarda l'arousal, l'eccitazione, i risultati hanno riportato differenze in tutte e tre le condizioni e anche confrontando le condizioni con il tempo. I livelli di

eccitazione più alti si riflettevano nella condizione di musica stimolante mentre quelli più bassi, nella condizione di musica lenta e sedativa. In tutte e tre le condizioni si può notare un decremento nei livelli di arousal. Per quanto concerne il tempo, attraverso dei confronti di coppia si sono viste differenze tra il tempo 1 e il tempo 2, tra il tempo 1 e il tempo 3, tra il tempo 1 e il tempo 4, tra il tempo 2 e il tempo 3 e tra il tempo 2 e il tempo 4 e, anche per questo parametro, non ci sono state differenze di genere significative anche se è importante sottolineare che le donne nella condizione di controllo avevano livelli di arousal più alti degli uomini e la loro curva arousal-tempo era più pronunciata (vedi Figura 8).

Il cortisolo salivare non ha presentato differenze significative tra le condizioni, ma si è visto che i suoi livelli erano più bassi nella condizione di musica lenta e sedativa rispetto alla musica veloce e stimolante al tempo 1 (recupero attivo) e al tempo 3 (20esimo min recupero passivo). Sono stati effettuati dei confronti di coppia per il tempo in quanto, durante i 33 min di recupero, si sono notate differenze significative nella relazione condizione-tempo.

C'erano differenze tra il tempo 1 e il tempo 3, tra il tempo 1 e il tempo 4, tra il tempo 2 e il tempo 3 e, tra il tempo 2 e il tempo 4 (vedi Figura 9). È fondamentale notare che, in questo, caso, i risultati hanno dimostrato differenze significative nel genere, infatti, nelle donne, i livelli di cortisolo registrati erano di molto inferiori rispetto a quelli degli uomini e rimanevano pressoché costanti mentre negli uomini i livelli sono aumentati molto ai tempi 3 e 4 (vedi Figura 10).

Per quanto riguarda la frequenza cardiaca, si sono viste solo differenze importanti nel tempo (relazione condizione-tempo) ma non tra le condizioni e nel genere. Il declino maggiore, nei suoi valori, nel passaggio dal recupero attivo a quello passivo, è molto evidente nella condizione di musica lenta e sedativa e nella condizione di controllo, rispetto alla condizione di musica veloce e stimolante, nella quale, la frequenza cardiaca presentava valori più alti al tempo 2, 3 e 4 rispettivamente (vedi Figura 11).

Per la pressione sanguigna, sistolica e diastolica, i risultati non hanno dimostrato marcate differenze tra le condizioni, tra i tempi di recupero e nella differenza di genere. Si è visto però che negli uomini, la pressione sistolica era maggiore al tempo 1 (recupero attivo) e minore ai tempi 3 (+20 min) e 4 (+30 min) se comparata con i valori delle donne.

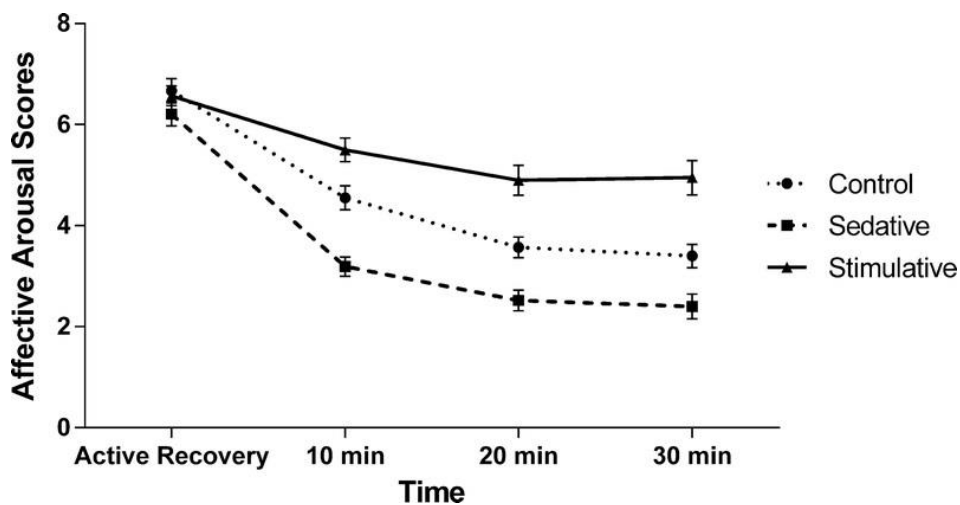


Figura 8. Confronto tra le 3 diverse condizioni (controllo, musica lenta e sedativa, musica veloce e stimolante) per quanto riguarda i valori relativi ai livelli di arousal durante tutto il periodo di recupero (attivo + passivo) (Karageorghis, Bruce et al., 2018).

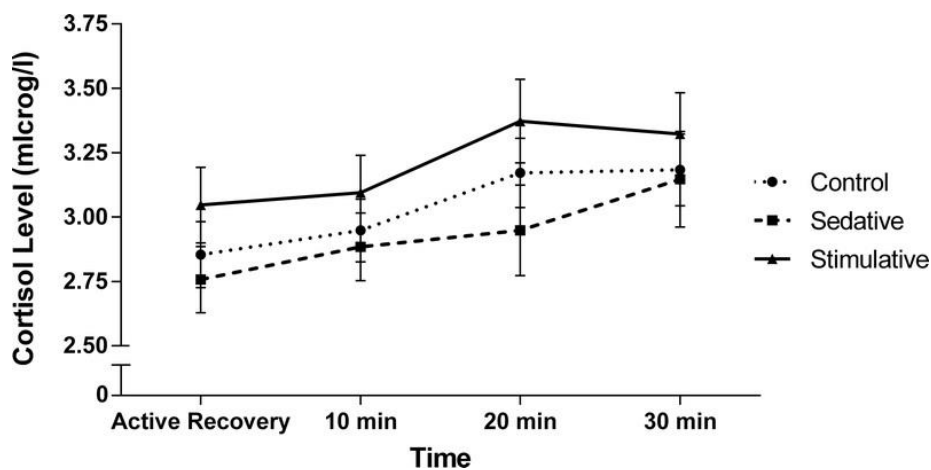


Figura 9. Relazione tra i livelli di cortisolo e il tempo di recupero nelle 3 diverse condizioni (controllo, musica lenta e sedativa, musica veloce e stimolante) (Karageorghis, Bruce et al., 2018).

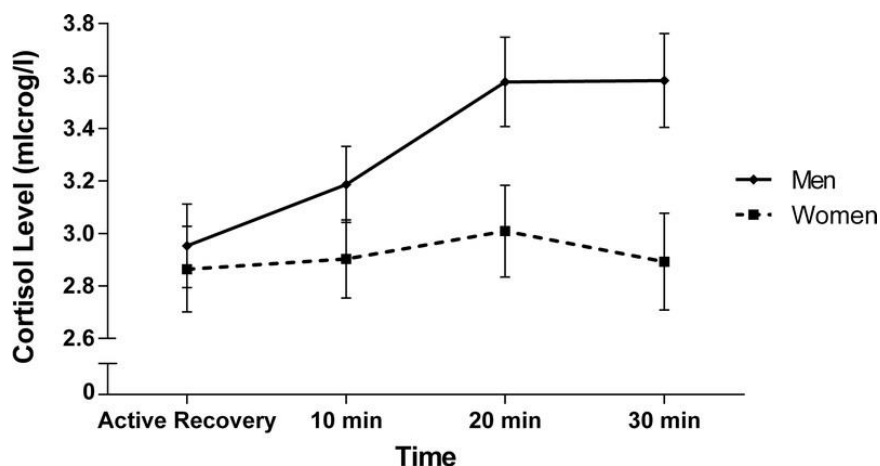


Figura 10. Relazione tra i livelli di cortisolo e il tempo di recupero in relazione al genere (uomo, donna) (Karageorghis, Bruce et al., 2018).

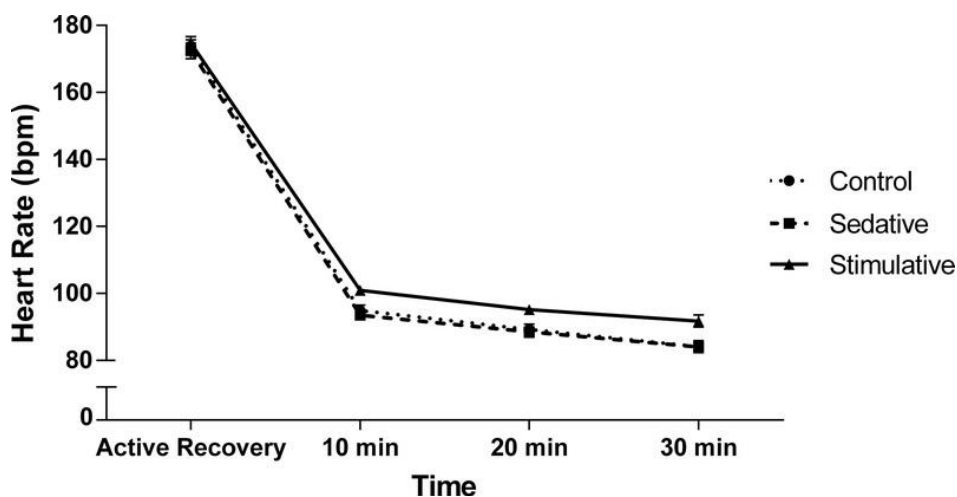


Figura 11. Relazione tra frequenza cardiaca e tempo di recupero nelle 3 diverse condizioni (controllo, musica lenta e sedativa, musica veloce e stimolante) (Karageorghis, Bruce et al., 2018).

In base ai risultati appena evidenziati, gli studiosi sono giunti alla conclusione che l'ipotesi proposta in studi precedenti, che indica che la musica lenta e sedativa è la condizione più efficace nel velocizzare il recupero dopo un esercizio ad alta intensità, possa essere considerata parzialmente supportata. Per quanto riguarda invece l'ipotesi sull'influenza di genere, questa è stata accettata nonostante le donne abbiano dimostrato di avere una riduzione più marcata nei livelli di arousal nel passaggio dal recupero attivo a quello passivo e, livelli di cortisolo nelle ultime fasi del recupero passivo più bassi in risposta alla musica lenta e sedativa rispetto agli uomini.

Nel complesso, dallo studio si evince che l'applicazione della musica lenta e sedativa subito dopo un esercizio ad alta intensità, sia vantaggiosa da un punto di vista

psicologico in quanto, con il passare del tempo di recupero, questa condizione musicale ha suscitato punteggi di eccitazione (arousal) affettiva significativamente più bassi rispetto alle altre due condizioni proposte (controllo senza musica e musica veloce e stimolante).

Questa scoperta dimostra quanto uno stimolo musicale possa essere importante e determinante nella regolazione dell'arousal (Karageorghis, 2016; Karageorghis, Bruce et al., 2018). Complessivamente, la musica lenta e sedativa ha dimostrato punteggi molto più alti per la valenza affettiva e molto più bassi per i livelli di arousal durante il recupero se posta in relazione alla condizione di assenza musicale e alla condizione di musica veloce e stimolante.

Come suggerito in studi precedenti, le due condizioni musicali hanno avuto un'influenza maggiore rispetto alla condizione di controllo, sulla variabile legata all'eccitazione (arousal), rispetto alla dimensione della valenza affettiva. Siccome gli esercizi ad alta intensità provocano un forte calo della valenza affettiva e inducono alti livelli di eccitazione psico-motoria, manipolazioni ambientali che riescono ad attenuare questi effetti, come ad esempio l'utilizzo della musica lenta e sedativa, possono essere considerate come scelte preferenziali per i processi di recupero.

Da un punto di vista fisiologico invece, i risultati ottenuti nel presente studio, sono meno chiari rispetto a quelli ottenuti in studi precedenti (ad esempio, Savitha et al., 2010; Desai et al., 2015) i quali riportavano che la musica lenta accelerava il recupero emodinamico (pressione sanguigna e frequenza cardiaca) rispetto sia alla condizione senza musica che alla condizione di musica veloce e stimolante. I risultati di questo studio invece, dimostrano solo alcune differenze di genere per quanto riguarda il tempo.

L'effetto fisiologico più grande, si è riscontrato in un calo più marcato nella pressione sistolica, nelle ultime fasi di recupero passivo durante la condizione di musica lenta e sedativa negli uomini rispetto alle donne e questo può portare ad accettare l'ipotesi già introdotta, che la musica lenta suscita una miglior risposta psicofisiologica.

Per quanto riguarda il cortisolo salivare, durante la condizione di controllo, i suoi valori sono rimasti abbastanza costanti nel tempo anche se c'è stato un piccolo ma significativo aumento al tempo 3 (20esimo min del recupero passivo) rispetto al tempo 1. La musica veloce e stimolante invece, ha prodotto i livelli più alti di cortisolo ed ha

mostrato un profilo abbastanza stabile nei diversi punti temporali. La condizione di musica lenta e sedativa invece, ha prodotto livelli di cortisolo più bassi.

I ricercatori pongono l'attenzione su una possibile interpretazione alternativa riguardo ai dati psicofisiologici legati ai livelli di cortisolo. Il rilascio di cortisolo aumenta immediatamente dopo un esercizio intenso di tipo esauriente e questo, è vantaggioso nel breve termine, nel recupero, in quanto, il principale ruolo fisiologico dei glucocorticoidi è quello di aiutare a mobilitare l'energia immagazzinata, portando il glucosio al cervello e aumentando così, la possibilità di sopravvivenza in condizioni di stress cronico (Hamer, 2012; Karageorghis, Bruce et al., 2018). Inoltre, il cortisolo è un potente agente antinfiammatorio (Elenkov, 2004; Karageorghis, Bruce et al., 2018) che riesce a ridurre o addirittura negare l'eccessiva infiammazione muscolare indotta da un esercizio intenso portato all'esaurimento.

Quindi, in conclusione, si può dire che la musica veloce e stimolante possa essere maggiormente vantaggiosa nel periodo di recupero attivo in quanto aumenta i livelli di cortisolo, evento che comporta un maggiore apporto di glucosio al cervello grazie alla mobilitazione dell'energia immagazzinata mentre, la musica lenta e sedativa, ha dimostrato di essere più vantaggiosa nel recupero passivo, modulando i parametri di valenza affettiva, regolando i livelli di arousal (maggiori benefici per le donne rispetto agli uomini) e diminuendo i livelli di cortisolo salivare.

I risultati attuali indicano quindi che la musica di natura lenta e sedativa, può accelerare i processi di recupero che seguono un esercizio fisico intenso e può fornire inoltre, importanti benefici nella regolazione dei livelli di arousal.

CAPITOLO 3: DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Lo scopo di questa tesi era quello di mettere in luce gli effetti che la musica gioca in campo sportivo, analizzando nei particolari, tutti i benefici che può portare nelle fasi principali che caratterizzano l'attività fisica: la fase pre-task, solitamente chiamata fase di riscaldamento, la fase che riguarda l'esecuzione del compito motorio (in-task) e la fase che avviene subito dopo, chiamata post-task o periodo di recupero.

I molteplici studi analizzati e citati in questa tesi dimostrano quanto la musica sia importante nell'ambito sportivo, non solo per quanto riguarda i benefici sulla prestazione, ma anche sui fattori psicologici e fisiologici.

Il primo studio che ho deciso di prendere in esame riguarda gli effetti dell'utilizzo della musica preferita e non preferita prima di una performance di resistenza (2000 m) nel canottaggio. I ricercatori e autori dello studio, hanno dimostrato che entrambe le condizioni musicali portano a dei benefici sia in termini di performance (maggiore potenza relativa, tempo di esecuzione minore...) che in termini psicologici (aumento della motivazione) e fisiologici (aumento della frequenza cardiaca) e che la musica preferita, scelta dai partecipanti, può portare a dei benefici maggiori rispetto alla musica non preferita, soprattutto per quanto riguarda gli aspetti motivazionali. Al giorno d'oggi, in letteratura, aumentano a vista d'occhio le ricerche riguardanti gli effetti della musica in ambito sportivo e ancor di più le ricerche relative all'attenta selezione musicale visto che appunto, più studi dimostrano i maggiori benefici che può fornire una canzone, una musica, quando questa viene scelta direttamente dall'atleta, dal soggetto.

La difficoltà maggiore in questo settore è forse proprio la scelta della musica e la ricerca di una certa standardizzazione negli studi visto che il numero dei soggetti partecipanti deve essere abbastanza consistente per poter trarre dei risultati attendibili e riproducibili. Siccome ogni persona è diversa e può avere gusti musicali totalmente differenti da quelli di un'altra, un limite che potrebbe essere indicato in questo studio è la scelta della musica preferita. Aver proposto ai soggetti sei diversi generi musicali per poter scegliere poi il preferito, è stato sicuramente corretto ma, la successiva selezione del ritmo musicale (superiore a 120 bpm) per far sì che la musica fosse di natura stimolante, ha ristretto il campo di scelta e potrebbe aver potenzialmente escluso la vera canzone preferita di alcuni partecipanti.

Penso sia davvero importante continuare a ricercare gli effetti che la musica può fornire nella fase che precede il vero e proprio compito motorio in quanto questa, è una fase cruciale, quella che forse più di tutte determinerà la performance. Credo che gli atleti debbano avere la possibilità di sperimentare durante le sessioni di allenamento, le sensazioni e le conseguenze che derivano dall'ascolto di varie tipologie di musica prima della performance, basandosi sì sui dati scientifici ma anche sulle proprie sensazioni per capire quale tra le tipologie utilizzate possa essere la migliore per sé stessi.

Per quanto riguarda l'utilizzo della musica durante l'esercizio fisico e lo sport, ho proposto in questa tesi, due articoli differenti: il primo legato all'uso sincrono della musica, mentre il secondo, al suo uso asincrono.

Il primo studio analizza gli effetti della musica sincrona (motivazionale e neutra) in una prestazione legata alla corsa in triatleti professionisti. La sincronizzazione dei movimenti corporei con la musica, il cosiddetto "trascinamento ritmico", è di fondamentale importanza soprattutto nelle discipline sportive caratterizzate da gesti ciclici e ritmici come, ad esempio, la corsa e il nuoto. Per questo, è importante far conoscere a tutti il ruolo che la musica può ricoprire in tale contesto. Da questo studio si evince che la sincronizzazione musicale negli esercizi aerobici intensi, migliora la prestazione sportiva, riuscendo a prolungare il tempo nelle prove ad esaurimento (tempo di 1 min superiore rispetto alla condizione senza musica), migliora l'economia di corsa, porta maggiori benefici psicologici, emotivi e legati all'umore e migliora anche i parametri fisiologici come, ad esempio, la concentrazione di lattato ematico e il consumo di ossigeno. Per quanto riguarda la percezione dello sforzo, i valori di RPE nelle tre prove non sono risultati molto diversi tra loro (le valutazioni di questo parametro sono avvenute ad intensità di esercizio moderate/alte) anche se il valore più basso è stato registrato durante la prova con la musica neutra mentre quello più alto durante la condizione di controllo. Sembra quindi che gli atleti, abbiano percepito valori di sforzo simili in ogni condizione ma, abbiamo apprezzato di più la corsa durante le condizioni musicali.

Essendo che i soggetti non rispondono alle qualità musicali nello stesso modo, c'è chi ha tratto maggiori benefici dall'utilizzo di musica motivazionale e chi invece dall'utilizzo di musica neutra. La musica motivazionale ha portato maggiori benefici in termini

psicologici, emotivi e nella riduzione della concentrazione di lattato ematico mentre, la musica neutra, ha dimostrato di giocare un ruolo leggermente più importante nella riduzione del consumo di ossigeno. Nel complesso però, i risultati sono stati molto simili tra le condizioni musicali.

Per quanto riguarda l'applicazione asincrona della musica, l'articolo che ho proposto ricerca gli effetti principali che la musica (motivazionale e neutra) può portare in un contesto sportivo legato al nuoto ad alte intensità (200 m stile libero).

Dai risultati si può dedurre che la musica sia motivazionale che neutra, induce maggiori benefici in termini di prestazione (effetti ergogenici) rispetto all'assenza di musica, soprattutto per quanto riguarda il tempo di prova, dove si è visto che i partecipanti hanno nuotato più velocemente durante le due condizioni musicali (più veloci del 2.1% con la musica motivazionale; più veloci dell'1.8% con la musica neutra). Entrambe le condizioni musicali, inoltre, hanno portato a dei grandi benefici sullo stato motivazionale dei partecipanti e hanno permesso loro di distogliere l'attenzione dal compito motorio e quindi avere un focus attentivo più dissociativo, mentre, non si sono viste variazioni nei parametri legati all'RPE e questo, è come già supportato da altri studi (ad esempio Hutchinson et al., 2011), dovuto all'elevata intensità di lavoro.

Un importante limite di questo studio è stato il fatto che le due piscine utilizzate per le prove, non erano state prenotate interamente e durante i test, in alcune corsie c'erano altre persone che nuotavano e questo è stato sicuramente un fattore di distrazione per i partecipanti. Inoltre, durante le prove musicali, vista la breve durata del compito, è stata utilizzata una singola canzone per ogni prova (una motivazionale e una neutra) e questo potrebbe avere influito negativamente sulla prestazione dei partecipanti se la traccia non fosse stata di loro gradimento.

Per quanto riguarda invece l'utilizzo della musica nella fase successiva all'esercizio fisico o allo sport, l'articolo che ho scelto di proporre, ricercava gli effetti della musica (lenta e sedativa e veloce e stimolante) nella fase di recupero dopo un esercizio intenso al cicloergometro.

I risultati ottenuti grazie a questo studio, evidenziano che la musica lenta e sedativa applicata nella fase successiva ad un esercizio molto intenso, sembra essere maggiormente vantaggiosa rispetto all'altra condizione da un punto di vista

psicologico in quanto, ha ridotto in modo significativo gli alti livelli di arousal che i soggetti presentavano soprattutto nella parte finale del test e ha aumentato invece i valori relativi alla valenza affettiva. Per quanto riguarda i parametri fisiologici, la musica lenta e sedativa, ha abbassato i livelli di cortisolo salivare e diminuito i valori di pressione sistolica durante le ultime fasi di recupero passivo.

Quindi, dopo un esercizio fisico molto intenso, la musica lenta e sedativa può essere considerata molto importante soprattutto nella fase di recupero passivo per tutti i motivi indicati sopra, mentre, la musica veloce e stimolante, che aumenta i livelli di cortisolo, può essere maggiormente vantaggiosa nella fase di recupero attivo in quanto, comporta un aumentato apporto di glucosio al cervello grazie alla mobilitazione dell'energia immagazzinata.

I limiti che si possono trovare principalmente in questi studi sono legati alla selezione delle tracce musicali, le quali rappresentano un potenziale “fattore di rischio” per le sperimentazioni dato che, tutte le persone sono diverse tra loro e quindi hanno anche preferenze musicali diverse. Anche il numero dei partecipanti e le loro caratteristiche fisiche e musicali (legate ai generi preferiti) potrebbero essere un limite. In alcuni studi, il gruppo di partecipanti è molto piccolo e non permette di ottenere dati del tutto attendibili e riproducibili. Bisognerebbe inoltre pensare di standardizzare i parametri più fisiologici che, tra tutti, sono quelli che cambiano di più tra i vari studi. Decidere ad esempio, di prendere in esame due popolazioni diverse e valutare per entrambe le stesse variabili per poter confrontare in modo significativo i risultati potrebbe essere un grande punto di partenza. Per le ricerche future sarebbe importante e bello, sperimentare ancora di più gli effetti della musica sugli atleti professionisti, di alto livello, sia che si tratti di sport individuali che di squadra. Per questi ultimi forse, la sfida sarebbe ancora più grande e interessante dato che, in una squadra, ci sono più persone che si confrontano e gareggiano insieme e, cercare di capire come la musica possa influire in modo positivo su tutto il gruppo nelle varie sessioni di allenamento o ad esempio nei pre-partita sarebbe molto interessante. Se pensiamo a tutti gli strumenti tecnologici innovativi di cui possiamo disporre oggi, la ricerca anche in questo campo dovrebbe essere avvantaggiata, basti pensare ai lettori mp3 subacquei per il nuoto, ai cardiofrequenzimetri specifici per le diverse attività fisiche e alla loro precisione nel rilevare i dati.

È importante continuare a fare ricerca sugli effetti della musica nell'esercizio fisico e nello sport, per scoprire in modo sempre più accurato, quali tipologie di musica siano più adatte per le diverse forme di attività fisica; partendo dai singoli esercizi svolti in palestra, passando per le lezioni di fitness group e arrivando alle sessioni di allenamento e alle competizioni sportive vere e proprie.

Tutti i risultati sopraelencati, mi hanno permesso di capire realmente i molteplici benefici che la musica può produrre in ambito sportivo e quanto sia importante anche a livello accademico, scoprire gli effetti che derivano dall'ascolto di musica nelle diverse fasi di una sessione di allenamento o di una competizione. Non solo, ci sono studi sulla musica che indicano i benefici del suo utilizzo anche in ambito rieducativo, riabilitativo e in percorsi legati a malattie degenerative o neurodegenerative come, ad esempio, la malattia di Parkinson. Penso che tutte queste informazioni oltre ad essere importanti per gli atleti, gli allenatori e tutte le persone attive fisicamente che vogliono trarre benefici dall'esercizio fisico e dallo sport, possano essere veramente utili da proporre nei corsi di laurea in Scienze Motorie perché permettono agli studenti di scoprire strade alternative per la progettazione e la programmazione di allenamenti o di lezioni di fitness, ma permettano anche di capire come la musica possa fungere da mezzo per ricercare nuove soluzioni per la correzione di errori tecnici o per aiutare ad esempio gli atleti a trovare il giusto ritmo in determinati gesti motori.

La musica però, può anche essere considerata un potenziale pericolo se non viene utilizzata nel modo corretto. È importante ricordare che in alcune situazioni, come ad esempio durante la corsa o il ciclismo su strada, utilizzare gli auricolari per ascoltare musica potrebbe rappresentare un maggiore rischio per la persona, la quale si ritrova isolata dal mondo e non riesce a sentire e a percepire cosa succede attorno a lei. È giusto quindi informare tutti coloro che vogliono provare ad utilizzare o che utilizzano già la musica durante le sessioni di allenamento, soprattutto quelle individuali, singole o comunque non controllate, non in ambiente "protetto", di fare attenzione e di cercare di avere sempre un contatto con l'esterno, per poter essere vigili e attenti a quello che succede attorno a sé.

La musica può essere un grande vantaggio nell'ambito delle Scienze Motorie e mi piacerebbe che nelle ricerche future ci fosse un focus indirizzato anche ai bambini e i ragazzi più giovani, per capire se la musica, oltre a divertire e a stimolare la

partecipazione alle varie attività, possa fungere da mezzo per velocizzare l'apprendimento motorio o se invece, nei primi periodi di apprendimento, sia più importante concentrarsi sulle sensazioni propriocettive dei gesti motori.

Concludo dicendo che mi è piaciuto molto scoprire i tanti benefici che le mie due più grandi passioni; la musica e lo sport, riescono a produrre. Spero che la ricerca in questo ambito possa continuare ad evolversi e a generare sempre più interesse e curiosità.

BIBLIOGRAFIA

- Arnal, L. H., Doelling, K. B., & Poeppel, D. (2015). Delta-beta coupled oscillations underlie temporal prediction accuracy. *Cerebral Cortex*, *25*(9), 3077–3085. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhu103>
- Atkinson, G., Wilson, D., & Eubank, M. (2004). Effects of music on world-rate distribution during a cycling time trial. *International Journal of Sports Medicine*, *25*(8), 611–615. <https://doi.org/10.1055/s-2004-815715>
- 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. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.806174>
- Bharani, A., Sahu, A., & Mathew, V. (2004). Effect of passive distraction on treadmill exercise test performance in healthy males using music [2]. *International Journal of Cardiology*, *97*(2), 305–306. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2003.05.048>
- Bigliassi, M., Karageorghis, C. I., Bishop, D. T., Nowicky, A. V., & Wright, M. J. (2018). Cerebral effects of music during isometric exercise: An fMRI study. *International Journal of Psychophysiology*, *133*(March), 131–139. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2018.07.475>
- Bigliassi, M., Karageorghis, C. I., Hoy, G. K., & Layne, G. S. (2019). The Way You Make Me Feel: Psychological and cerebral responses to music during real-life physical activity. *Psychology of Sport and Exercise*, *41*(February 2018), 211–217. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.01.010>
- Bigliassi, M., Karageorghis, C. I., Nowicky, A. V., Orgs, G., & Wright, M. J. (2016). Cerebral mechanisms underlying the effects of music during a fatiguing isometric ankle-dorsiflexion task. *Psychophysiology*, *53*(10), 1472–1483. <https://doi.org/10.1111/psyp.12693>
- Bigliassi, M., Karageorghis, C. I., Wright, M. J., Orgs, G., & Nowicky, A. V. (2017). Effects of auditory stimuli on electrical activity in the brain during cycle ergometry. *Physiology and Behavior*, *177*(February), 135–147. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.04.023>
- Bishop, D. T., Karageorghis, C. I., & Loizou, G. (2007). A grounded theory of young tennis players' use of music to manipulate emotional state. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, *29*(5), 584–607. <https://doi.org/10.1123/jsep.29.5.584>
- Bood, R. J., Nijssen, M., van der Kamp, J., & Roerdink, M. (2013). The Power of Auditory-Motor Synchronization in Sports: Enhancing Running Performance by Coupling Cadence with the Right Beats. *PLoS ONE*, *8*(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0070758>

- Chanda, M. L., & Levitin, D. J. (2013). The neurochemistry of music. *Trends in Cognitive Sciences*, *17*(4), 179–193. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.02.007>
- Clark, I. N., Baker, F. A., Peiris, C. L., Shoebridge, G., & Taylor, N. F. (2017). Participant-selected music and physical activity in older adults following cardiac rehabilitation: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, *31*(3), 329–339. <https://doi.org/10.1177/0269215516640864>
- Clarke, A. R., Barry, R. J., McCarthy, R., & Selikowitz, M. (2001). Age and sex effects in the EEG: Differences in two subtypes of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Neurophysiology*, *112*(5), 815–826. [https://doi.org/10.1016/S1388-2457\(01\)00487-4](https://doi.org/10.1016/S1388-2457(01)00487-4)
- Craig, A., Tran, Y., Wijesuriya, N., & Nguyen, H. (2012). Regional brain wave activity changes associated with fatigue. *Psychophysiology*, *49*(4), 574–582. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2011.01329.x>
- Crust, L. (2008). Perceived importance of components of asynchronous music during circuit training. *Journal of Sports Sciences*, *26*(14), 1547–1555. <https://doi.org/10.1080/02640410802315427>
- Desai, R., Thaker, R., Patel, J., & Parmar, J. (2015). Effect of music on post-exercise recovery rate in young healthy individuals. *International Journal of Research in Medical Sciences*, *3*(4), 896. <https://doi.org/10.5455/2320-6012.ijrms20150414>
- Domic-Siede, M., Irani, M., Valdés, J., Perrone-Bertolotti, M., & Ossandón, T. (2019). Frontal Midline Theta Reflects Cognitive Control During Planning. *BioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/648758>
- Elenkov, I. J. (2004). Glucocorticoids and the Th1/Th2 balance. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1024*, 138–146. <https://doi.org/10.1196/annals.1321.010>
- Enders, H., Cortese, F., Maurer, C., Baltich, J., Protzner, A. B., & Nigg, B. M. (2016). Changes in cortical activity measured with EEG during a high-intensity cycling exercise. *Journal of Neurophysiology*, *115*(1), 379–388. <https://doi.org/10.1152/jn.00497.2015>
- Expression, B., Expression, B., Therapy, O., & Medicine, P. (n.d.). *Brain Activity during Different Throwing Games : EEG Exploratory Study*. 1–18.
- Fries, P. (2015). Rhythms for Cognition: Communication through Coherence. *Neuron*, *88*(1), 220–235. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.09.034>
- Gruzelier, J. (2009). A theory of alpha/theta neurofeedback, creative performance enhancement, long distance functional connectivity and psychological integration. *Cognitive Processing*, *10*(1 SUPPL.), 101–109. <https://doi.org/10.1007/s10339-008-0248-5>

- Güntekin, B., & Başar, E. (2016). Review of evoked and event-related delta responses in the human brain. *International Journal of Psychophysiology*, *103*, 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2015.02.001>
- Higgins, E. T. (1997). Higgins.1997.AP.Beyond pleasure and pain.pdf. *American Psychologist*, *52*(12), 1280–1300.
- 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 remembered pleasure during treadmill running. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, *7*(1), 80–92. <https://doi.org/10.1037/spy0000115>
- Hutchinson, J. C., Sherman, T., Davis, L., Cawthon, D., Reeder, N. B., & Tenenbaum, G. (2011). The influence of asynchronous motivational music on a supramaximal exercise bout. *International Journal of Sport Psychology*, *42*(2), 135–148.
- Jones, L., Tiller, N. B., & Karageorghis, C. I. (2017). Psychophysiological effects of music on acute recovery from high-intensity interval training. *Physiology and Behavior*, *170*, 106–114. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.12.017>
- Juslin, P. N. (2013). From everyday emotions to aesthetic emotions: Towards a unified theory of musical emotions. *Physics of Life Reviews*, *10*(3), 235–266. <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2013.05.008>
- Karageorghis, C. I., & Jones, L. (2014). On the stability and relevance of the exercise heart rate-music-tempo preference relationship. *Psychology of Sport and Exercise*, *15*(3), 299–310. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2013.08.004>
- Karageorghis, C. I., & Priest, D. L. (2012). Music in the exercise domain: a review and synthesis (Part II). *International Review of Sport and Exercise Psychology*, *5*(1), 67–84. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2011.631027>
- Karageorghis, C. I., Bigliassi, M., Guérin, S. M. R., & Delevoeye-Turrell, Y. (2018). Brain mechanisms that underlie music interventions in the exercise domain. *Progress in Brain Research*, *240*, 109–125. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2018.09.004>
- Karageorghis, C. I., Bruce, A. C., Pottratz, S. T., Stevens, R. C., Bigliassi, M., & Hamer, M. (2018). Psychological and Psychophysiological Effects of Recuperative Music Postexercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *50*(4), 739–746. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001497>
- Karageorghis, C. I., Hutchinson, J. C., Jones, L., Farmer, H. L., Ayhan, M. S., Wilson, R. C., Rance, J., Hepworth, C. J., & Bailey, S. G. (2013). Psychological, psychophysical, and ergogenic effects of music in swimming. *Psychology of Sport and Exercise*, *14*(4), 560–568. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2013.01.009>

- Karageorghis, C. I., Priest, D. L., Terry, P. C., Chatzisarantis, N. L. D., & Lane, A. M. (2006). Redesign and initial validation of an instrument to assess the motivational qualities of music in exercise: The Brunel Music Rating Inventory-2. *Journal of Sports Sciences*, 24(8), 899–909. <https://doi.org/10.1080/02640410500298107>
- Karow, M. C., Rogers, R. R., Pederson, J. A., Williams, T. D., Marshall, M. R., & Ballmann, C. G. (2020). Effects of Preferred and Nonpreferred Warm-Up Music on Exercise Performance. *Perceptual and Motor Skills*, 127(5), 912–924. <https://doi.org/10.1177/0031512520928244>
- Klimesch, W. (2012). Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stored information. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(12), 606–617. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.10.007>
- Knight, W. E. J., & Rickard, N. S. (2001). Relaxing Music Prevents Stress-Induced Increases in Subjective Anxiety, Systolic Blood Pressure, and Heart Rate in Healthy Males and Females. *Journal of Music Therapy*, 38(4), 254–272. <https://doi.org/10.1093/jmt/38.4.254>
- Lopes da Silva, F. (2013). EEG and MEG: Relevance to neuroscience. *Neuron*, 80(5), 1112–1128. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2013.10.017>
- 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*, 99(3), 1164–1173. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00138.2005>
- Manning, J. M., Karageorghis, C., & Priest, D. L. (2008). Music in Sport and Exercise : An Update on Research and Application | The Sport Journal. *The Sport Journal*, 20(Summer 2008), 186. <http://www.thesportjournal.org/article/music-sport-and-exercise-update-research-and-application>
- Martini, N., Menicucci, D., Sebastiani, L., Bedini, R., Pingitore, A., Vanello, N., Milanese, M., Landini, L., & Gemignani, A. (2012). The dynamics of EEG gamma responses to unpleasant visual stimuli: From local activity to functional connectivity. *NeuroImage*, 60(2), 922–932. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.01.060>
- Nácher, V., Ledberg, A., Deco, G., & Romo, R. (2013). Coherent delta-band oscillations between cortical areas correlate with decision making. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(37), 15085–15090. <https://doi.org/10.1073/pnas.1314681110>
- Parfitt, G., Alrumh, A., & Rowlands, A. V. (2012). Affect-regulated exercise intensity: Does training at an intensity that feels “good” improve physical health? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(6), 548–553. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.01.005>

- Pizzagalli, D. A. (2009). Electroencephalography and High-Density Electrophysiological Source Localization. *Handbook of Psychophysiology*, 56–84. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511546396.003>
- Stefan, S., Askew, C. D., Abel, T., & Strüder, H. K. (2010). Exercise, music, and the brain: Is there a central pattern generator? *Journal of Sports Sciences*, 28(12), 1337–1343. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.507252>
- Stork, M. J., Karageorghis, C. I., & Martin Ginis, K. A. (2019). Let's Go: Psychological, psychophysical, and physiological effects of music during sprint interval exercise. *Psychology of Sport and Exercise*, 45(June), 101547. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2019.101547>
- Stork, M. J., Kwan, M. Y. W., Gibala, M. J., & Martin Ginis, K. A. (2015). Music enhances performance and perceived enjoyment of sprint interval exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(5), 1052–1060. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000494>
- Svebak, S., & Murgatroyd, S. (1985). Metamotivational Dominance. A Multimethod Validation of Reversal Theory Constructs. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48(1), 107–116. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.48.1.107>
- Tanaka, M., Shigihara, Y., Ishii, A., Funakura, M., Kanai, E., & Watanabe, Y. (2012). Effect of mental fatigue on the central nervous system: an electroencephalography study. *Behavioral and Brain Functions*, 8, 1–8. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-8-48>
- Tenenbaum, G., Lidor, R., Lavyan, N., Morrow, K., Tonnel, S., Gershgoren, A., Meis, J., & Johnson, M. (2004). The effect of music type on running perseverance and coping with effort sensations. *Psychology of Sport and Exercise*, 5(2), 89–109. [https://doi.org/10.1016/S1469-0292\(02\)00041-9](https://doi.org/10.1016/S1469-0292(02)00041-9)
- Terry, P. C., Karageorghis, C. I., Curran, M. L., Martin, O. V., & Parsons-Smith, R. L. (2019). Effects of Music in Exercise and Sport: A Meta-Analytic Review. *Psychological Bulletin*, 146(2), 91–117. <https://doi.org/10.1037/bul0000216>
- Terry, P. C., Karageorghis, C. I., Saha, A. M., & D'Auria, S. (2012). Effects of synchronous music on treadmill running among elite triathletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(1), 52–57. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.06.003>
- Van Dyck, E. (2019). Musical intensity applied in the sports and exercise domain: An effective strategy to boost performance? *Frontiers in Psychology*, 10(MAY). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01145>
- van Praag, H. (2009). Exercise and the brain: something to chew on. *Trends in Neurosciences*, 32(5), 283–290. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2008.12.007>

Warren, J. D. (2008). How does the brain process music? *Clinical Medicine, Journal of the Royal College of Physicians of London*, 8(1), 32–36.
<https://doi.org/10.7861/clinmedicine.8-1-32>

Zatorre, R. J., Halpern, A. R., Perry, D. W., Meyer, E., & Evans, A. C. (1996). Hearing in the mind's ear: A PET investigation of musical imagery and perception. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8(1), 29–46.
<https://doi.org/10.1162/jocn.1996.8.1.29>