

EFEITOS DA IMAGÉTICA MOTORA SOBRE O SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

EFFECTS OF MOTOR IMAGERY ON THE AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM: A SYSTEMATIC REVIEW

Nélio Silva de Souza¹, Ana Carolina G. Martins¹, Karoline M. de Assis², Bruna B. Lage², Thayná T. Tory Pimentel³, Ketellen C. Andrade³, Rosiane F. Silveira de Abreu⁴, Lúcia Brandão de Oliveira⁴, Alba Barros S. Fernandes⁵.

¹Docente do Curso de Graduação em Fisioterapia do UNIFESO, Teresópolis, RJ. ²Egressa do Curso de Graduação em Fisioterapia do UNIFESO – Teresópolis – RJ – BR. ³Discente do Curso de Graduação em Fisioterapia do UNIFESO – Teresópolis – RJ – BR. ⁴Docente do curso de Graduação em medicina e cardiologista da Clínica de Insuficiência Cardíaca (CLIC) do UNIFESO – Teresópolis – RJ – BR. ⁵Docente do curso de Graduação em medicina e coordenadora de pesquisa do DPPE – UNIFESO – Teresópolis – RJ – BR.

Resumo

Introdução: A imagética motora (IM) pode ser definida como o ensaio mental de uma tarefa que não é executada. Existem similaridades entre a execução e a imaginação de uma atividade física, desencadeando respostas cardiopulmonares similares. A IM, tradicionalmente, possui duas estratégias (visual e cinestésica) e pode apresentar efeitos sobre as variáveis hemodinâmicas e na função cardiorrespiratória, pois são acessadas respostas cardiopulmonares antecipatórias, que podem exercer mudanças neurofisiológicas benéficas. **Objetivo:** Investigar, por meio de uma revisão sistemática, os efeitos da IM sobre a variabilidade cardiopulmonar. **Métodos:** Foram realizadas buscas em diferentes bases de dados (PEDro, Pubmed/Medline, Bireme e Scholar Google) sem período de restrição com as palavras-chave citadas no presente texto. **Resultados:** Foram encontrados 10 artigos nas bases de dados. No geral, os diferentes estudos observaram resultados similares em indivíduos saudáveis ao realizar a IM cinestésica de exercícios aeróbicos e anaeróbicos em membros superiores e inferiores, mostrando um aumento da frequência cardíaca, frequência respiratória e pressão arterial. **Considerações finais:** Embora ainda sejam poucas as evidências disponíveis sobre o tema proposto, os estudos mostram o efeito da IM cinestésica sobre a variabilidade cardiopulmonar e sugerem que a prática mental pode ser segura. É possível que a IM cinestésica de exercícios terapêuticos possam beneficiar pacientes cardiopatas e/ou pneumopatas. Assim, mais estudos são necessários para buscar as possíveis correlações sugeridas, investigando as hipóteses aventadas no presente estudo. **Palavras-chave:** Imagética Motora; Variabilidade Cardiopulmonar, Sistema Nervoso Autônomo.

Abstract

Introduction: Motor imagery (MI) can be defined as the mental rehearsal of a task that is not performed. There are similarities between performing and imagining a physical activity, triggering similar cardiopulmonary responses. MI, traditionally, has two strategies (visual and kinesthetic) and may have effects on hemodynamic variables and cardiorespiratory function, as anticipatory cardiopulmonary responses are accessed, which may exert beneficial neurophysiological changes. **Objective:** To investigate, through a systematic review, the effects of MI on cardiopulmonary variability. **Methods:** Searches were performed in different databases (PEDro, Pubmed/Medline, Bireme and Scholar Google) without restriction period with the keywords mentioned in this text. **Results:** 10 articles were found in the databases. Overall, the different studies observed similar results in healthy subjects performing kinesthetic MI of aerobic and anaerobic exercise in the upper and lower limbs, showing an increase in heart rate, respiratory rate and blood pressure. **Final considerations:** Although there is still little evidence available on the proposed theme, studies show the effect of kinesthetic MI on cardiopulmonary variability and suggest that mental practice may be safe. It is possible that kinesthetic MI of therapeutic exercises may benefit patients with heart disease and/or lung disease. Thus, further studies are needed to search for the possible suggested correlations, investigating the hypotheses raised in the present study.

Keywords: Motor Imagery; Cardiopulmonary Variability; Autonomic Nervous System.

Introdução

A imagética motora (IM) é definida como o ato de simular mentalmente um movimento, sem executá-lo de fato (GUILLOT; COLLET, 2010). A imaginação e a sensação de um movimento são fenômenos extremamente relacionados e possuem um perfil de controle motor inteiramente voluntário (JEANNEROD; DECETY, 1995). Existem algumas similaridades entre a execução e a imaginação de uma mesma tarefa (DECETY; JEANNEROD; PRABLANC, 1989a), bem como o número de repetições executadas e imaginadas durante um tempo fixo também apresenta similaridades (RODRIGUES et al., 2003, 2010; SOUZA et al., 2017).

A IM pode ser realizada por meio de duas estratégias: (1) visual, em uma perspectiva de terceira pessoa, na qual o indivíduo “visualiza” o movimento sendo executado por ele ou outra pessoa; (2) cinestésica (primeira pessoa), na qual o indivíduo “se sente” realizando o movimento (DECETY, 1996b). Apesar das duas estratégias possuírem um substrato neural comum (DECETY, 1996a; JEANNEROD, 1994), cada uma delas acessa circuitos neurais distintos ao imaginar uma mesma tarefa (RUBY; DECETY, 2001; SIRIGU; DUHAMEL, 2001). No primeiro caso, a simulação mental será baseada na percepção visual do movimento imaginado (estratégia de imaginação externa). No segundo caso, ocorre uma atividade subconsciente dos músculos envolvidos na representação mental da ação (DECETY, 1996b), ativando especificamente áreas somato-motoras, relacionadas com a propriocepção do indivíduo (RUBY; DECETY, 2001; SIRIGU; DUHAMEL, 2001).

Tradicionalmente, o sistema nervoso autônomo (SNA) regula diferentes funções viscerais ao nível inconsciente, como a pressão arterial (PA), a resistência vascular periférica, a frequência e o débito cardíaco (KAWAGUCHI et al., 2007). Contudo, modulações conscientes utilizando a IM cinestésica são capazes de exercer mudanças inconscientes ao nível do

SNA (DECETY, 1994; OISHI; KASAI; MAESHIMA, 2000). Essas mudanças ocorrem devido às similaridades nas áreas encefálicas responsáveis pela preparação e programação de uma mesma tarefa que controla as respostas cardiopulmonares antecipatórias (*feedforward*) tanto durante a IM (DECETY, 1994) quanto durante a execução de uma atividade física (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2011). Trabalhos recentes têm apresentado novas evidências nesse contexto, que podem auxiliar na elaboração de desenhos experimentais futuros. Assim, o objetivo do presente estudo é investigar, por meio de uma revisão sistemática, os efeitos da IM sobre a variabilidade cardiopulmonar.

Metodologia

O presente estudo utilizou as bases de dados PEDro, Pubmed, Bireme e Scholar Google. A busca foi realizada de forma livre, sem restrição ao período de busca, nos idiomas Inglês e Português. Para a busca na fonte de dados, foram utilizadas as seguintes palavras-chave combinadas ou não: imagética motora (*motor imagery*); variabilidade cardiopulmonar (*cardiopulmonary variability*) e sistema nervoso autônomo (*autonomic nervous system*).

Revisão da Literatura

Imagética motora

A imaginação e a sensação de um movimento são fenômenos estritamente relacionados e possuem um perfil de controle motor voluntário (DECETY; JEANNEROD, 1995). Algumas propriedades observadas durante a execução de movimentos também estão presentes durante a IM, como sua regulação temporal e seus aspectos biomecânicos (DECETY, 1996b; DECETY; JEANNEROD; PRABLANC, 1989b; GUILLOT et al., 2009; JEANNEROD; DECETY, 1995; PARSONS, 1994). Nesse contexto, diferentes são os aspectos (temporal e biomecânico) que podem apresentar essas similaridades, como o número de repetições

executadas e imaginadas durante um tempo fixo (RODRIGUES et al., 2003, 2010; SOUZA et al., 2017), bem como o tempo que um indivíduo leva para executar e imaginar que está caminhando uma mesma distância (DECETY; JEANNEROD; PRABLANC, 1989a). Essas constatações levaram alguns neurofisiologistas a propor que existe uma similaridade nos estados mentais encontrados durante a execução e a imaginação de uma mesma tarefa (DECETY, 1996b; JEANNEROD, 1994; JEANNEROD; DECETY, 1995). Com o avanço das técnicas de neuroimagem, essa proposta foi plausível, revelando a existência de sobreposição entre os circuitos neurais acessados durante os processos de simulação mental e aqueles envolvidos na execução de um mesmo movimento (DECETY, 1994; RUBY; DECETY, 2001).

Durante a preparação e a programação de uma atividade, o comando motor central acessa os nervos periféricos, com a finalidade de gerar uma resposta antecipatória, que prepare o sistema para a ação que será executada. Esse mecanismo, denominado *feedforward*, é capaz de indentificar previamente as perturbações que podem afetar o sistema e exercer algumas modificações necessárias para que o organismo se adapte rapidamente. Essa atividade antecipatória não abrange apenas os músculos e as articulações envolvidos na ação, mas envolve também a região autonômica encefálica (DECETY et al., 1992), gerando ajustes antecipatórios cardiorrespiratórios e aprimorando a perfusão tecidual antes da execução da tarefa (KROGH; LINDHARD, 1913). Um exemplo de resposta antecipatória é quando nos aproximamos de uma colina, e antes de subirmos, ocorre um aumento da frequência cardíaca (FC), da frequência respiratória (FR) e da atividade muscular para antecipar a necessidade metabólica que a tarefa exigirá (BISWAL et al., 2010). As alterações sistêmicas geradas pela atividade antecipatória podem ocorrer durante a IM (DECETY et al., 1991) e serão detalhadas a seguir.

Imagética motora e as respostas autonômicas cardiopulmonares

Habitualmente, quando um indivíduo planeja iniciar uma atividade física (uma corrida, por exemplo) são acessadas as áreas de preparação e programação do movimento [córtex sensorial (S1) e motor (M1); cerebelo; núcleos da base; formação reticular; áreas pré-motora e motora suplementar]. Nesse momento, o aumento do influxo simpático (fibras colinérgicas) gera uma resposta antecipatória cardiopulmonar, que promove os efeitos de aumento na FC e na FR (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2011). De forma similar, quando um indivíduo imagina essa mesma atividade física, também são acessadas as mesmas áreas relacionadas com a preparação e programação do movimento, levando a mecanismos antecipatórios cardiopulmonares (*feedforward*) que promovem modulações similares na atividade cardiopulmonar (DECETY; JEANNEROD, 1995; KROGH; LINDHARD, 1913; OISHI; KASAI; MAESHIMA, 2000). Até o presente momento, esses efeitos autonômicos são conhecidos somente em indivíduos saudáveis e/ou atletas (DECETY et al., 1991, 1992, 1993; DECETY; JEANNEROD, 1995; OISHI; KASAI; MAESHIMA, 2000; WUYAM et al., 1995) e ainda não existem estudos publicados em pacientes cardiopatas ou pneumopatas, por exemplo.

Imaginar uma ação conscientemente em perspectiva de primeira pessoa (IM cinestésica) pode induzir a modificações neurofisiológicas e provocar mudanças no SNA, induzindo a variações na função cardiorrespiratória (DECETY et al., 1993). A ativação do comando central a partir do córtex somatomotor (durante a execução ou imaginação) promove um aumento de fluxo anterógrado simpático e inibição recíproca da atividade parassimpática, caracterizando a resposta antecipatória cardiopulmonar (fibras colinérgicas). Essa resposta antecipatória promove aceleração da FC (efeito cronotrópico), maior contratilidade

miocárdica (efeito inotrópico), aumento da FR, vasodilatação esquelética e cardíaca, bem como a elevação da PA (modulação barorreflexa) (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2011).

Provavelmente, essas modulações ocorrem devido à mudança de atividade neuronal na formação reticular e no bulbo ventrolateral (MACHADO, 2003), localizados no tronco encefálico (que recebe projeções do sistema límbico e do hipotálamo), responsáveis por modular a ritmicidade cardiopulmonar e musculoesquelética por meio das seguintes vias: (1) fibras pré-ganglionares do sistema simpático, liberando catecolaminas (adrenalina e norepinefrina), que atuam diretamente sobre os nódulos sinoatrial, atrioventricular e músculos ventriculares (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2011); (2) sistema barorreflexo, mediado pelos receptores aórtico e carotídeo, que exercem *feedback* negativo para inibir o fluxo simpático antecipatório, responsável por

controlar a elevação da PA (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2011); (3) motoneurônio alfa do nervo frênico, localizado no corno anterior da medula (níveis de C3 à C5) e nervos intercostais, que vão para os músculos diafragma e intercostais, respectivamente, modulando a FR (MACHADO, 2003) e (4) via cortico-retículo-espinal, responsável pelo controle postural antecipatório (músculos profundos do tronco contraem em antecipação aos agonistas dos membros superior e/ou inferior) durante tarefas motoras (HODGES, 2001).

Resultados

Todos os estudos publicados até o presente momento (n = 10), envolvendo o efeito da IM sobre o SNA, estão resumidos na tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Estudos evidenciando os efeitos da IM sobre o SNA.

Autor e ano	Amostra	Intervenção	Metodologia	Resultados / conclusão
Beyer et al., (1990)	n = 8 (estudantes adultos jovens)	Os sujeitos foram orientados e executar e imaginar um programa de treinamento de natação a uma distância de 100 m.	Foram registrados o EEG, FC, CP e a FR antes, durante e após uma série de três períodos de Treinamento.	A FC, CP e FR aumentaram durante a IM. No EEG, houve alta atividade na banda alfa nas áreas occipital e pré-central. Os autores concluíram que o SNA pode ser acessado pela IM.
Decety et al., (1991)	n = 11 (jovens com idades de 18-26 anos, sendo duas mulheres e nove homens)	Os sujeitos foram posicionados em uma esteira para executar e imaginar a caminhada nas velocidades 3, 5 e 12 km/h. Durante a IMC os sujeitos utilizaram um fone de ouvido com o som da esteira nas diferentes velocidades.	Foram posicionados eletrodos para gravar a FC. Para quantificar a FR e o consumo de oxigênio (VO ₂), foi realizada a espirometria.	A FC e FR aumentaram durante a IM da marcha de forma proporcional à velocidade na esteira. Os autores concluíram que a IM está envolvida com as respostas de preparação e programação da ação.
Wang & Morgan (1992)	n = 30 (estudantes universitários, do sexo masculino e feminino com idades entre 18-30 anos).	Os participantes foram instruídos a executar e imaginar o movimento de flexão do cotovelo continuamente por três minutos. Foram realizadas	Durante a execução e IMV e IMC, foram verificadas a PAS, FR, FC e consumo de oxigênio.	A IMC mostrou maior efeito quando comparado com a IMV, evidenciando aumento na PAS. Além disso, as duas estratégias aumentaram também a FC, FR e o consumo de

		as estratégias de IMV e IMC.		oxigênio. Os autores concluíram que a IMC é mais similar a EM.
Decety et al., (1993)	n = 6 (todos do sexo masculino, ativos fisicamente, com idade entre 21-25 anos).	Os participantes realizaram um exercício anaeróbico (1/s) com o membro inferior direito em cinco etapas: (1) EM e (2) IM do exercício com 15kg; (3) EM e (4) IM do exercício com 19kg e (5) repouso.	Foram registradas a FC, FR, o consumo de oxigênio e a atividade encefálica por meio da RNM.	Durante a IM das tarefas propostas, houve aumento da FC e da FR. Os autores sugerem que a IM pode acessar o SNA por meio de um fenômeno de preparação da ação.
Oishi et al., (1994)	n = 7 (atletas de elite com idades entre 18-24 anos).	Todos os participantes executaram e imaginaram o movimento de aceleração sobre o skate.	Foram registradas a CP, FC, FR e amplitude do reflexo-H do músculo sóleo.	Todos os participantes apresentaram aumento na CP, FC e FR. A amplitude do reflexo-H se manteve constante no repouso e antes da IM. Contudo, houve diminuição durante a IM, diminuindo a excitabilidade do motoneurônio solear.
Wuyam et al., (1995)	n = 12 (seis sedentários e seis atletas com idades entre 22-41 anos)	Durante nove minutos, foram realizadas as seguintes tarefas: (1) execução de exercício na esteira; (2) IM do exercício na esteira; (3) imaginar e visualizar letras de uma canção de ninar (controle específico da IM) e (4) imaginar qualquer letra (controle não específico). Todas as tarefas de IM e controle foram realizadas em uma plataforma imitando uma esteira.	Foram utilizados questionários subjetivos para quantificar a vividez de sensação do movimento imaginado. Além disso, foi utilizada a pneumografia durante todo o experimento.	Os atletas aumentaram a FR durante a IM da tarefa proposta com redução na PCO ₂ . Não houve mudança significativa nas tarefas de controle da IM. Os sujeitos sedentários não apresentaram mudanças significativas na FR e na vividez do movimento imaginado. Os autores concluíram que a IM modula a ventilação.
Oishi, et al., (2000)	n = 8 (todos os sujeitos atletas de patins de velocidade, do sexo masculino, com idades entre 18-25 anos).	Os sujeitos foram posicionados em supino. Inicialmente, realizaram técnicas de relaxamento durante quatro minutos. Em seguida, foi realizada a IM do movimento de largada com patins de velocidade e o tempo foi cronometrado. O treinamento mental foi realizado por quatro dias consecutivos.	A atividade eletrodérmica foi quantificada pela RP utilizando eletrodos. Além disso, a FR e a FC foram registradas.	Os autores observaram uma diminuição da RP e aumento da FC e FR durante a IM, quando comparado com a condição de repouso e concluíram que a IM acessa o SNA de forma antecipatória.

Oishi & Maeshima (2004)	n = 15 (oito patinadores velocistas de elite e sete que não são de elite).	Os participantes foram posicionados deitados de forma confortável com os joelhos fletidos e foram orientados nas seguintes etapas: (1) repouso inicial (5 min.); (2) relaxamento (4 min.); (3) concentração (2,5 min.) e (4) IM da tarefa de patinação em velocidade (500m) de forma similar a EM (com sinal sonoro).	Após cada atividade de IM, foi aplicado um questionário para avaliar a vividez do movimento imaginado. Além disso, foram registradas a RP, FC, FR e amplitude do reflexo-H do músculo sóleo.	Os atletas de elite apresentam maiores mudanças na FR, FC e RP durante a IM proposta. Além disso, houve redução na excitabilidade do motoneurônio solar. Os autores concluíram que a IM reduz o estresse e melhora o desempenho motor dos atletas
Guillot et al., (2005)	n = 13 (homens, jogadores de tênis de mesa com 10 anos de experiência e idade entre 16-30 anos)	Os participantes realizaram a EM de uma jogada específica do esporte. Em seguida, realizaram duas tarefas de IM: (1) IM neutra, realizada sem referências externas e (2) IM contextualizada, realizada com referências externas relacionadas à prática do tênis de mesa.	Foram avaliadas a temperatura da pele, RP e a FC. Além disso, foi utilizado um questionário subjetivo para avaliar a vividez de sensação do movimento imaginado.	Foi observado bradicardia durante a IM e taquicardia durante a EM. Na RP foi observada longa duração na IM contextualizada em comparação a IM neutra. Os autores concluíram que o contexto ambiental durante a IM pode facilitar a capacidade do indivíduo para construir a simulação mental de uma tarefa.
Kanthack et al., (2019)	N = 18 (9 homens, com idade entre de 20-25 anos).	Os participantes realizaram a IMC das seguintes condições: (1) prender a respiração o máximo que conseguir enquanto imagina que está respirando (incongruente); (2) prender a respiração ao máximo enquanto imagina que está prendendo a respiração (congruente) e (3) realizar as mesmas condições anteriores sem a IM (controle).	Para verificar as mudanças no controle motor torácico foi utilizado um acelerômetro e a FR, FC e saturação de O ₂ foi verificada.	Os participantes apresentaram melhor desempenho na condição incongruente. Os autores concluíram que a IMC respiratória diminui a percepção de ameaça associada a retenção da respiração, embora o seu mecanismo permaneça desconhecido.

Legenda: m=metros; s=segundos; min.=minutos; km/h=quilômetro/hora; IM=imagética motora; IMC=imagética motora cinestésica; IMV= imagética motora visual; EEG=Eletroencefalograma; FC=frequência cardíaca; FR=frequência respiratória; PAS=pressão arterial sistólica; CP=condutância da pele; RP=resistência da pele; EM=execução do movimento; RNM=ressonância nuclear magnética e SNA=sistema nervoso autônomo.

Discussão

O objetivo do presente estudo é investigar, por meio de uma revisão sistemática, os efeitos da IM sobre a variabilidade

cardiopulmonar. Os diferentes estudos resumidos na tabela 1 observaram resultados similares em indivíduos saudáveis ao realizar a IM cinestésica de exercícios aeróbicos (BEYER et al., 1990; DECETY et al., 1991; GUILLOT;

COLLET; DITTMAR, 2005; OISHI et al., 1994; WUYAM et al., 1995) e anaeróbicos em membros superiores (WANG; MORGAN, 1992) e inferiores (DECETY et al., 1993), bem como envolvendo o controle motor ventilatório (KANTHACK et al., 2019). Oishi et al (1994), mostraram um aumento das FC e FR após a IM cinestésica em atletas skatistas que simularam mentalmente tarefas relacionadas ao esporte. Decety et al. (1991 e 1993) também observaram um aumento das FC e FR em atletas após a IM da marcha. De forma similar, Wuyam et al. (1995) analisaram a IM da marcha durante nove minutos e observaram, especificamente, um aumento na FR equivalente a 1/5 da FR observada na execução da tarefa. Além disso, atividades aquáticas como natação, quando simulada mentalmente, também promovem aumento na FC, FR e PA (BEYER et al., 1990). De forma similar, a IM de atividades anaeróbicas como flexão de cotovelo (WANG; MORGAN, 1992) e joelho (OISHI; MAESHIMA, 2004) com carga também têm mostrado aumento da FC, FR e PA.

O mecanismo antecipatório a uma ação estimula as áreas motoras encefálicas, causando uma elevação no fluxo simpático e inibição recíproca da atividade parassimpática. Esse fenômeno pode explicar os ajustes que ocorrem em alguns sinais vitais antes da execução de um exercício, como o aumento da PA, FC e FR durante a simulação mental de uma tarefa (DECETY et al., 1991, 1993; OISHI; KASAI; MAESHIMA, 2000; WANG; MORGAN, 1992). As atividades antecipatórias, frente a um possível aumento da demanda metabólica, podem ser acessadas durante a imaginação de uma ação. A IM é capaz de acessar a região autonômica encefálica, responsável por controlar os sinais vitais fundamentais para manter o sistema em equilíbrio, por meio da preparação para a ação pretendida, da mesma forma que o sistema musculoesquelético (DECETY et al., 1993; WANG; MORGAN, 1992). O mecanismo de antecipação cardiopulmonar pode explicar as elevações na FC, FR e PA durante a imaginação de um

exercício por indivíduos saudáveis (DECETY, 1996b; OISHI; KASAI; MAESHIMA, 2000), pois o encéfalo é capaz de antecipar as demandas metabólicas (cardiopulmonares) necessárias para suprir a demanda da tarefa (ou exercício) milissegundos antes da sua execução (CALOMENI et al., 2009).

Evidências sugerem que as similaridades nas respostas cardiopulmonares entre a execução e a IM de uma mesma atividade aeróbica (DECETY; JEANNEROD; PRABLANC, 1989a; OISHI; KASAI; MAESHIMA, 2000) podem aumentar o nível de atenção do atleta e incrementar a resposta antecipatória durante o treinamento mental, acessando áreas de preparação e programação do movimento (DECETY et al., 1991, 1993; GUILLOT; COLLET; DITTMAR, 2005; OISHI; MAESHIMA, 2004). Durante tarefas de IM, o indivíduo acessa as mesmas áreas relacionadas com a execução da tarefa proposta, acessando cerebelo, área motora suplementar, córtex motor primário, córtex parietal e núcleos da base (DECETY, 1994; GUILLOT et al., 2008; JEANNEROD, 2001; RUBY; DECETY, 2001; SIRIGU; DUHAMEL, 2001), explicando, em parte, as modulações observadas nos diferentes estudos relacionados com o efeito sobre o SNA (ver tabela 1).

Nesse contexto, os estudos utilizando a IM de atividades aeróbicas (BEYER et al., 1990; DECETY et al., 1991; GUILLOT; COLLET; DITTMAR, 2005; OISHI et al., 1994; WUYAM et al., 1995) e anaeróbicas (DECETY et al., 1993; WANG; MORGAN, 1992) variadas têm mostrado evidências de aumento na FC, FR e PA. Entretanto, não são observadas mudanças no consumo de oxigênio durante a IM da marcha (DECETY et al., 1991), indicando que a IM não acarreta em alterações na oferta de O₂ ou gasto metabólico.

Além disso, uma evidência recente sugere que a IM cinestésica da respiração pode proteger os participantes da condição de ameaça devido a privação de O₂, controlando o seu metabolismo durante a tarefa de prender a respiração (KANTHACK et al., 2019).

Considerações Finais

Embora ainda sejam poucas as evidências disponíveis sobre o tema proposto, os estudos mostram o efeito da IM sobre a variabilidade cardiopulmonar e sugerem que a prática mental pode ser segura, pois parece que o participante não apresenta dessaturação de oxigênio. Nesse contexto, é possível que a IM cinestésica de exercícios terapêuticos possam beneficiar pacientes cardiopatas e/ou pneumopatas. Portanto, parece relevante a idealização de novos desenhos de estudo voltados para esses grupos, pois, até o momento, não existe nenhum trabalho publicado envolvendo IM e insuficiência cardíaca congestiva (ICC), por exemplo. Assim, mais estudos são necessários para buscar as possíveis correlações sugeridas, investigando as hipóteses aventadas no presente estudo.

Referências

- BEYER, L. et al. Dynamics of central nervous activation during motor imagination. *International Journal of Psychophysiology*, v. 9, n. 1, p. 75–80, 1990.
- BISWAL, B. B. et al. Toward discovery science of human brain function. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 107, n. 10, p. 4734–39, 2010.
- CALOMENI, M. R. et al. Variação da frequência cardíaca durante uma sessão de estimulação cortical e imagética. *Fitness & Performance Journal*, v. 8, n. 1, p. 5–8, 2009.
- DECETY, J. et al. Vegetative response during imagined movement is proportional to mental effort. *Behavioural brain research*, v. 42, n. 1, p. 1–5, 1991.
- DECETY, J. et al. Preparation for reaching: a PET study of the participating structures in the human brain. *Neuroreport: An International Journal for the Rapid Communication of Research in Neuroscience*, 1992.
- DECETY, J. et al. Central activation of autonomic effectors during mental simulation of motor actions in man. *The Journal of Physiology*, v. 461, n. 1, p. 549–63, 1993.
- DECETY, J. Mapping motor representations with PET. *Nature*, v. 371, p. 600–02, 1994.
- DECETY, J. Do imagined and executed actions share the same neural substrate? *Brain research. Cognitive brain research*, v. 3, n. 2, p. 87–93, mar. 1996a.
- DECETY, J. The neurophysiological basis of motor imagery. *Behavioural brain research*, v. 77, n. 1–2, p. 45–52, maio 1996b.
- DECETY, J.; JEANNEROD, M. Mentally simulated movements in virtual reality: does Fitt's law hold in motor imagery? *Behavioural brain research*, v. 72, n. 1, p. 127–134, 1995.
- DECETY, J.; JEANNEROD, M.; PRABLANC, C. The timing of mentally represented actions. *Behavioural brain research*, v. 34, n. 1–2, p. 35–42, 1989a.
- DECETY, J.; JEANNEROD, M.; PRABLANC, C. The timing of mentally represented actions. *Behavioural brain research*, v. 34, n. 1–2, p. 35–42, ago. 1989b.
- GUILLOT, A. et al. Functional neuroanatomical networks associated with expertise in motor imagery. *NeuroImage*, v. 41, n. 4, p. 1471–83, jul. 2008.
- GUILLOT, A. et al. Brain activity during visual versus kinesthetic imagery: an fMRI study. *Human brain mapping*, v. 30, n. 7, p. 2157–72, 2009.
- GUILLOT, A.; COLLET, C. *The neurophysiological foundations of mental and motor imagery*. New York: Oxford university press, 2010.
- GUILLOT, A.; COLLET, C.; DITTMAR, A. Influence of environmental context on motor imagery quality: an autonomic nervous system study. *Biology of sport*, v. 22, n. 1, p. 215, 2005.
- HODGES, P. W. Changes in motor planning of feedforward postural responses of the trunk muscles in low back pain. *Experimental brain research*, v. 141, n. 2, p. 261–6, 2001.
- JEANNEROD, M. The representing brain: neural correlates of motor intention and

- imagery. Cambridge University Press, v. 17, n. 2, p. 187–245, 1994.
- JEANNEROD, M. Neural simulation of action: a unifying mechanism for motor cognition. *NeuroImage*, v. 14, n. 1, p. 103–109, 2001.
- JEANNEROD, M.; DECETY, J. Mental motor imagery: a window into the representational stages of action. *Current opinion in neurobiology*, v. 5, n. 6, p. 727–32, 1995.
- KANTHACK, T. F. D. et al. Breathing with the mind: Effects of motor imagery on breath-hold performance. *Physiology & Behavior*, p. 112583, 2019.
- KAWAGUCHI, L. Y. A. et al. Caracterização da variabilidade da frequência cardíaca e sensibilidade do barorreflexo em indivíduos sedentários e atletas do sexo masculino. *Rev Bras Med Esporte*, v. 13, n. 4, p. 231–6, 2007.
- KROGH, A.; LINDHARD, J. The regulation of respiration and circulation during the initial stages of muscular work. *The Journal of physiology*, v. 47, n. 1–2, p. 112–136, 1913.
- MACHADO, Â. *Neuroanatomia Funcional. Guia de o ed.* Rio de Janeiro: Atheneu, 2003.
- MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. *Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano.* 7a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.
- OISHI, K. et al. Amplitude reduction of H-reflex during mental movement simulation in elite athletes. *Behavioural brain research*, v. 62, n. 1, p. 55–61, 1994.
- OISHI, K.; KASAI, T.; MAESHIMA, T. Autonomic response specificity during motor imagery. *Journal of physiological anthropology and applied human science*, v. 19, n. 6, p. 255–61, 2000.
- OISHI, K.; MAESHIMA, T. Autonomic nervous system activities during motor imagery in elite athletes. *Journal of Clinical Neurophysiology*, v. 21, n. 3, p. 170–79, 2004.
- PARSONS, L. M. Temporal and kinematic properties of motor behavior reflected in mentally simulated action. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance*, v. 20, n. 4, p. 709–30, 1994.
- RODRIGUES, E. C. et al. Efeito da estratégia de simulação mental sobre o controle postural. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, v. 25, n. 2, p. 33–35, 2003.
- RODRIGUES, E. C. et al. Kinesthetic motor imagery modulates body sway. *Neuroscience*, v. 169, n. 2, p. 743–750, 2010.
- RUBY, P.; DECETY, J. Effect of subjective perspective taking during simulation of action: a PET investigation of agency. *Nature neuroscience*, v. 4, n. 5, p. 546–50, 2001.
- SIRIGU, A.; DUHAMEL, J. R. Motor and visual imagery as two complementary but neurally dissociable mental processes. *Journal of cognitive neuroscience*, v. 13, n. 7, p. 910–919, 2001.
- SOUZA, N. S. et al. Effect of cervical kinesthetic motor imagery on postural control of healthy young adults with fear of falling. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, v. 2, n. 2, 2017.
- WANG, Y.; MORGAN, W. P. The effect of imagery perspectives on the psychophysiological responses to imagined exercise. *Behavioural brain research*, v. 52, n. 2, p. 167–74, 1992.
- WUYAM, B. et al. Imagination of dynamic exercise produced ventilatory responses which were more apparent in competitive sportsmen. *The Journal of physiology*, v. 482, n. 3, p. 713–24, 1995.

Apoio financeiro:

PICPq - Plano de Iniciação Científica e Pesquisa do UNIFESO.