

Efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade no aumento do consumo de oxigênio de pico após acidente vascular encefálico: revisão sistemática

Effects of high-intensity interval training on increase in peak oxygen consumption after stroke: systematic review

Efectos del entrenamiento en intervalos de alta intensidad sobre el aumento del consumo máximo de oxígeno después de un accidente cerebrovascular: revisión sistemática

Recebido: 18/01/2023 | Revisado: 27/01/2023 | Aceitado: 28/01/2023 | Publicado: 02/02/2023

Ana Paula de Carvalho Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4122-6036>

Universidade Estadual do Piauí, Brasil

E-mail: anapaula.cvlh@gmail.com

Bárbara Leite da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3389-1893>

Universidade Estadual do Piauí, Brasil

E-mail: babiileiteslv@gmail.com

Janaina de Moraes Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8693-3957>

Universidade Estadual do Piauí, Brasil

E-mail: janainamoraes@ccs.uespi.br

Tassiane Maria Alves Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8876-7438>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: tassiane.alves07@gmail.com

Resumo

O estudo trata-se de uma revisão sistemática com o objetivo de avaliar os efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI) no aumento do consumo de oxigênio de pico (VO_{2pico}) após AVE. A busca foi realizada nas bases de dados eletrônicas MEDLINE por meio do banco de dados BVS, na PubMed, SciELO, Lilacs e no banco de dados da *Cochrane Library* por meio dos seguintes termos indexados no DeCS e no MeSH em inglês “Acidente Vascular Cerebral”, “Treinamento intervalado de Alta Intensidade” e “Consumo de Oxigênio”. Foram incluídos estudos disponíveis integralmente, sem restrição. Foram excluídos estudos duplicados, incompletos, os que não mediram o VO_{2pico} antes e depois da intervenção ou apresentaram dados parcialmente. Um total de 3.473 estudos foram encontrados, dos quais apenas sete foram incluídos. Todos os estudos obtiveram como resultados o aumento do VO_{2pico} após sessões de TIAI. O aumento do VO_{2pico} dos participantes ocorreu após sessões de treinamento com duração em torno de 30 a 40 minutos, com média de intervalos de 30 segundos. Conclui-se que o TIAI pode ser uma estratégia eficaz na melhora do condicionamento cardiorrespiratório de pessoas que sofreram AVE por meio do aumento do VO_{2pico} .

Palavras-chave: Acidente vascular cerebral; Treinamento intervalado de alta intensidade; Consumo de oxigênio.

Abstract

The study is a systematic review with the objective of evaluating the effects of High Intensity Interval Training (TIAI) on the increase in peak oxygen consumption (VO_{2peak}) after stroke. The search was carried out in the MEDLINE electronic databases through the BVS database, in PubMed, SciELO, Lilacs and in the Cochrane Library database through the following terms indexed in DeCS and MeSH in English “Stroke”, “High Intensity Interval Training” and “Oxygen Consumption”. Studies available in full, without restriction. There was no restriction regarding ethnicity, age or gender. Duplicate, incomplete studies, those that did not measure the VO_{2peak} before and after the intervention or partially presented data were excluded. A total of 3473 studies were found, of which only seven were included. All studies obtained an increase in VO_{2peak} after TIAI sessions as a result. The increase in the participants' VO_{2peak} occurred after training sessions lasting around 30 to 40 minutes, with average intervals of 30 seconds. It is concluded that TIAI can be an effective strategy to improve the cardiorespiratory fitness of people who have suffered a stroke by increasing VO_{2peak} .

Keywords: Stroke; High intensity interval training; Oxygen consumption.

Resumen

El estudio es una revisión sistemática con el objetivo de evaluar los efectos de Entrenamiento por Intervalos de Alta Intensidad (TIAI) en el aumento del consumo máximo de oxígeno (VO_{2peak}) después del accidente cerebrovascular. La búsqueda se realizó en las bases de datos electrónicas MEDLINE a través de la base de datos BVS, en PubMed, SciELO, Lilacs y en la base de datos *Cochrane Library* a través de los siguientes términos indexados en DeCS y MeSH en inglés “Accidente Cerebrovascular”, “Entrenamiento por Intervalos de Alta Intensidad” y “Consumo de Oxígeno”. Se incluyeron los estudios disponibles en su totalidad, sin restricción. No hubo restricción en cuanto a etnia, edad o género. Se excluyeron los estudios duplicados, incompletos, aquellos que no midieron el VO_{2pico} antes y después de la intervención o presentaron datos parcialmente. Se encontraron un total de 3473 estudios, de los cuales solo se incluyeron siete. Todos los estudios obtuvieron como resultado un aumento en el VO_{2pico} después de las sesiones de TIAI. El aumento en el VO_{2pico} de los participantes ocurrió después de sesiones de entrenamiento que duraron alrededor de 30 a 40 minutos, con intervalos promedio de 30 segundos. Se concluye que la TIAI puede ser una estrategia eficaz para mejorar la aptitud cardiorrespiratoria de las personas que han sufrido un ictus aumentando el VO_{2pico} .

Palabras clave: Accidente cerebrovascular; Entrenamiento de intervalos de alta intensidad; Consumo de oxígeno.

1. Introdução

Anualmente mais de 13 milhões de pessoas são acometidas por acidente vascular encefálico (AVE), causando uma sobrecarga econômica e psicológica em todo o mundo. Aproximadamente 70% dos que conseguem sobreviver ao AVE sofrem com alguma disfunção motora de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS). Com o passar dos anos e o avançar dos procedimentos médicos, as taxas de mortalidade após o AVE reduziram significativamente, promovendo maiores anos de vida adaptados à incapacidade (Feigin e Vos, 2019; Lindsay *et al.*, 2020; Meyer *et al.*, 2015).

As consequências neurológicas decorrentes do AVE dificultam a capacidade de alcançar e manter a intensidade do exercício vigoroso, no entanto, tem se mostrado viável alcançar essas metas por meio do uso do Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (TIAI). O TIAI é um método promissor para promover a reabilitação no AVE, tendo como alvo maximizar a intensidade do exercício a partir de rajadas de caminhada rápida alternadas com períodos de recuperação (Billinger *et al.*, 2015; Boyne *et al.*, 2013; Boyne *et al.*, 2015; Carl *et al.*, 2017).

Para promover a melhora da capacidade aeróbica, da saúde cardiovascular e da mobilidade, as diretrizes de reabilitação do AVE recomendam o treinamento aeróbico contínuo de intensidade moderada (TCIM). Contudo, estudos revelam que o TIAI pode ser mais eficaz do que o TCIM nos resultados aeróbicos e motores. Evidências científicas mostraram também que o TIAI em esteira nos casos de AVE pode promover melhoras tanto na função da marcha quanto na aptidão aeróbica (Askim *et al.*, 2014; Billinger *et al.*, 2014; Boyne *et al.*, 2013; Boyne *et al.*, 2016; Gjellesvik *et al.*, 2012; Hornby *et al.*, 2011; Munari *et al.*, 2018).

Subsequente ao AVE, pessoas que sofrem com consequências como a hemiparesia, geralmente limitam a realização de suas atividades, provocando descondicionamento aeróbico, tornando-as vulneráveis a eventos cardíacos e a recorrência de um novo AVE. A incapacidade decorrente do AVE, coincide com reduções drásticas do consumo de oxigênio de pico (VO_{2pico}), tornando necessário exercício para atingir a exaustão, somente para alcançar o meio da faixa de consumo de oxigênio necessário para realizar as atividades da vida diária (AVD). Diante disto, as AVD mais avançadas tornam-se difíceis e as de nível inferior insustentáveis por um período prolongado (Adams *et al.*, 2003; Ainsworth *et al.*, 2011; Billinger *et al.*, 2012; Furie *et al.*, 2011; Ivey *et al.*, 2005; Macko *et al.*, 2005).

Além de consequências funcionais, existem riscos de eventos vasculares e metabólicos atrelados à diminuição do VO_{2pico} em pessoas após AVE. O aumento na medida de consumo máximo de oxigênio torna evidente o efeito do treinamento físico aeróbico. O TIAI pode ser uma alternativa eficaz de realizar exercícios aeróbicos de alta intensidade, utilizando a frequência cardíaca máxima, para promover melhora do VO_{2pico} ao atingir o equilíbrio no volume total de exercício, um período curto e intenso de exercício realizado de forma periódica pode fornecer um método eficiente para melhorar o consumo

de oxigênio (Bassett & Howley, 2000; Ivey et al., 2007; Ivey et al., 2010; Kemi & Wisloff, 2010; Laursen & Jenkins, 2002).

O TIAI tem se mostrado ser seguro e viável na condição de pessoas após acidente vascular encefálico, demonstrando ter efeitos positivos na mobilidade, condição aeróbica e cardiovascular. O VO_{2pico} tem revelado ser um parâmetro importante para demonstrar o efeito do treinamento físico e possui um significado importante pois o seu aumento em indivíduos que sofreram um AVE demonstra melhora da aptidão cardiorrespiratória e do ganho da faixa de oxigênio necessária para realizar as atividades da vida diária.

No entanto, é necessário estudos que revisem a literatura e avaliem os efeitos desse treinamento no parâmetro específico de consumo de oxigênio em indivíduos com AVE. Diante disto, fez-se necessário avaliar os efeitos do TIAI no aumento do consumo de oxigênio de pico após AVE. Espera-se que esses resultados também possam contribuir cientificamente para que os profissionais de saúde possam entender as repercussões dos efeitos desse treinamento para essa população.

2. Metodologia

O presente estudo trata-se de uma revisão sistemática. A revisão sistemática da literatura permite a sintetização das produções científicas de conhecimentos de uma organizada e possível de ser reproduzida, de maneira que permita identificar, avaliar e resumir o conhecimento produzido sobre um determinado assunto (Fink, 2019). A condução e relatório desta revisão foram guiados pelo *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-analyses* (PRISMA). A presente revisão foi previamente registrada no *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO) (CRD42022335668).

Foram incluídos ensaios clínicos que avaliaram os efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade no consumo de oxigênio de pico, estudos disponíveis integralmente, não havendo recorte ou restrição relacionado ao ano ou idioma no material bibliográfico, com participantes com acidente vascular encefálico, atendidos em ambulatório ou de forma domiciliar. Não houve restrição em relação a etnia, idade ou gênero. Foram excluídos estudos duplicados, incompletos, os que não mediram o VO_{2pico} antes e depois da intervenção ou apresentaram dados de resultados parciais.

Foi realizada uma busca sistemática de artigos através do uso de indexadores dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e do *Medical Subject Headings* (MeSH) previamente definidas segundo a pergunta norteadora desta revisão “Quais os efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade no aumento do consumo de oxigênio de pico de pessoas que sofreram acidente vascular encefálico?”, a qual foi alinhada à estratégia PICO. Foram realizadas pesquisas nas bases de dados eletrônicas da *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE) por meio do banco de dados Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e nas bases de dados *National Library of Medicine* (PubMed), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs) e no banco de dados da *Cochrane Library* por meio da estratégia desenhada a partir dos seguintes termos indexados em inglês “Acidente Vascular Cerebral”, “Treinamento intervalado de Alta Intensidade” e “Consumo de Oxigênio”. Os termos indexados utilizados do DeCS e suas respectivas traduções, conforme os termos do MeSH foram: “Stroke” OR “Cerebrovascular Accident” OR “Stroke, Cerebrovascular” OR “Cerebrovascular Stroke” OR “Cerebral Stroke” AND “High-Intensity Interval Training” OR “High-Intensity Interval Trainings” OR “Interval Training, High-Intensity” OR “Interval Trainings, High-Intensity” OR “Training, High-Intensity Interval” OR “Trainings, High-Intensity Interval” OR “Walking” OR “Exercise” AND “Oxygen Consumption” OR “Consumption, Oxygen” OR “Consumptions, Oxygen” OR “Oxygen Consumptions”. Para ampliar a abrangência da busca, utilizou-se termos indexados, que foram associados por meio dos operadores booleanos OR e AND.

Inicialmente foram avaliados títulos de todos os artigos encontrados por meio da estratégia de busca com a aplicação dos critérios. Posteriormente foi realizada a leitura completa dos resumos e em seguida o conteúdo completo dos artigos que se

encaixaram nos critérios de elegibilidade. No caso de discordância um outro avaliador estava disponível para decidir pela inclusão ou exclusão do estudo. A revisão e análise foram conduzidas e relatadas de acordo com os itens do PRISMA.

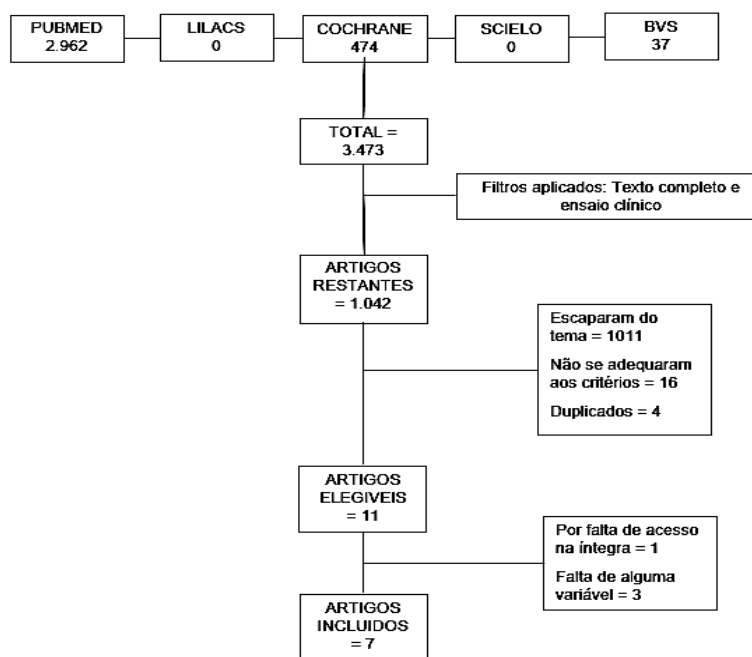
Foi realizada a análise de conteúdo dos estudos selecionados de acordo com o proposto na metodologia de Bardin (2011). Foi criado um formulário padronizado, para a realização da coleta de informações necessárias, incluindo, por exemplo, dados de caracterização da amostra, informações clínicas relevantes, como o tempo de AVE, e a caracterização da intervenção, como os protocolos do TIAI seguidos por cada autor. Os dados extraídos foram ano do estudo, tamanho da amostra, média de idade, tempo desde o AVE, duração do treinamento, frequência semanal, total e duração das sessões, protocolo de treinamento seguido e o VO_2 pico de antes e depois do treinamento.

Para avaliar a qualidade metodológica dos estudos foi usada a escala *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro) que avalia independentemente os estudos em relação a dez critérios de qualidade. As classificações da qualidade dos ensaios clínicos incluídos nesta revisão foram extraídas da PEDro e categorizadas por pontuação: \geq seis foi considerada de alta qualidade, quatro ou cinco de qualidade moderada e $<$ quatro de baixa qualidade, de acordo com os valores propostos no estudo de Duijnhoven *et al.*, (2016).

3. Resultados

Foram encontrados por meio dos descritores um total de 3.473 estudos, após a aplicação dos filtros texto completo e ensaio clínico nas bases de dados o valor total foi de 1.042 artigos, com a exclusão dos que não se adequaram aos critérios, restaram apenas sete estudos. Um fluxograma detalhando todas as etapas até a seleção dos sete estudos é apresentado na Figura 1.

Figura 1. Seleção dos estudos segundo o modelo PRISMA.



Fonte: Autores (2023).

Os estudos contaram com a participação de 183 indivíduos no total. A idade dos participantes variou de 40 a 85 anos. O tempo médio desde o AVE correspondeu ao mínimo de três meses e máximo de cinco anos. O Quadro 1 mostra uma

síntese das principais informações colhidas nos estudos eleitos para esta revisão, divididas em autor/ano, características da amostra, características da intervenção, protocolos do TIAI e VO₂pico antes e depois da intervenção.

Quadro 1 - Síntese dos estudos eleitos para a revisão sistemática.

Autor/ Ano	Amostra	Características da intervenção	Protocolos do TIAI	VO ₂ pico ml/kg/min antes	VO ₂ pico ml/kg/min depois
HSU <i>et al.</i> (2021)	Nº de participantes: 23 (TIAI n= 10, TIMI n= 13) Média de idade: 58,5 anos Tempo desde o AVE: 2 anos	Duração: 12 semanas Frequência semanal: 2/3 vezes Total de sessões: 36 Duração das sessões: 36 min	Aquecimento: 3 min Treinamento: 30 min (5 intervalos de 3 min + 3 min de exercício entre cada intervalo) Desaquecimento: 3 min Total de tempo: 36 min	16,4	19,8
GJELLESVIK <i>et al.</i> (2020)	Nº de participantes: 70 (TIAI n= 33, TP n= 34) Média de idade: 57,6 anos Tempo desde o AVE: 3 meses a 5 anos	Duração: 8 semanas Frequência semanal: 3 vezes Total de sessões: 24 Duração das sessões: 38 min	Aquecimento: 10 min Treinamento: 28 min (4 intervalos de 4 min + 3min entre os intervalos) Desaquecimento: Não citado Total de tempo: 38 min	31,83	34,88
MUNARI <i>et al.</i> (2018)	Nº de participantes: 16 (TIAI n= 8, TEBI n= 8) Média de idade: 60 anos Tempo do AVE: 6 meses	Duração: 3 meses Frequência semanal: 3 vezes Total de sessões: 36 Duração das sessões: 55 min	Aquecimento: 10 min Treinamento: 40 min (5 intervalos de 5 min + 3 minutos entre os intervalos) Desaquecimento: 5 min Total de tempo: 55min	20,88	25,48
IVEY <i>et al.</i> (2015)	Nº de participantes: 34 (TIAI n= 18, TEBI n= 16) Média de idade: 61 anos Tempo desde o AVE: 6 meses	Duração: 6 semanas Frequência semanal: Não citado Total de sessões: Não citado Duração das sessões: Não citado	Aquecimento: Não citado Treinamento: Não citado Desaquecimento: Não citado Total de tempo: Não citado	15,9	21,3
BOYNE <i>et al.</i> (2015)	Nº de participantes: 18 TIAI Média de idade: 61,9 anos Tempo desde o AVE: 6 meses	Duração: 5 semanas Frequência semanal: 1 vez Total de sessões: 3 Duração das sessões: 30 min	Aquecimento: 5 min Treinamento: 20 min (30 s + 30s/ 60s/ 120s entre os intervalos) Desaquecimento: 5 min Total de tempo: 30 min	16,2	30s= 19,0 60s= 18,2 120s = 12,3
ASKIM <i>et al.</i> (2014)	Nº de participantes: 14 TIAI Média de idade: 70 anos Tempo desde o AVE: 3 a 9 meses	Duração: 4 semanas Frequência semanal: 3 vezes Total de sessões: 12 Duração das sessões: 30 min	Aquecimento: 15 min Treinamento: 25 min (4 intervalos de 4 min + 3 min entre os intervalos) Desaquecimento: 10 min Total de tempo: 50 min	29,6	33,6
GJELLESVIK <i>et al.</i> (2012)	Nº de participantes: 8 TIAI Média de idade: 48,9 anos Tempo desde o AVE: 6 meses	Duração: 4 semanas Frequência semanal: 5 vezes Total de sessões: 20 Duração das sessões: 38 min	Aquecimento: 10 min Treinamento: 25 min (4 intervalos de 4 min + 3 min entre os intervalos) Desaquecimento: 3 min Total de tempo: 38 min	29,6	33,6

Legenda: VO₂pico (Volume de Consumo de oxigênio de pico); Nº (Número); TIAI (Treinamento Intervalado de Alta Intensidade); TIMI (Treinamento Intervalado de Média Intensidade); AVE (Acidente Vascular Encefálico); Min (Minutos); TP (Tratamento Padrão); TEBI (Treino de Esteira de Baixa Intensidade); TCIM (Treinamento Contínuo de Intensidade Moderada). Fonte: Autores (2023).

A respeito da execução do TIAI, a duração dos programas variou entre quatro semanas a três meses. Os estudos contaram com número de sessões que variaram entre o total de 3 a 36 sessões. A duração das sessões variou de 30 minutos a 55 minutos, com a maioria dos treinamentos apresentando duração inferior a 40 minutos. A frequência das sessões foi de um a cinco vezes por semana.

Os protocolos do TIAI eram compostos por um período de aquecimento que variou de 3 a 15 minutos, seguido então do treinamento intervalado de alta intensidade propriamente dito em bicicleta ergométrica ou esteira, por um tempo entre 20 e 40 minutos, que contaram com intervalos de atividade de 30 segundos, 3, 4 ou 5 minutos intercalados por pausas em torno de 30 segundos a 3 minutos, os períodos de treinamento foram encerrados com o desaquecimento que variou de 3 a 10 minutos. O estudo de Ivey et al., (2015) não deixou claro em seu estudo as informações referentes a quantidade, frequência e duração de suas sessões como também não relatou o protocolo exato de execução do TIAI.

As medidas de VO_{2pico} foram coletadas por meio de testes ergométricos graduais máximos de esforço cardiopulmonar realizados em bicicleta ergométrica e esteira, utilizando para registro do VO_{2pico} aparelhos de medida cardiopulmonar, ergoespirometria portátil, metabolímetro ou espirometria de circuito aberto.

Após realizar a comparação dos valores do VO_{2pico} de antes e depois, os autores encontraram um aumento significativo nos participantes com AVE após a realização de um protocolo de TIAI. Diferente dos outros autores, os estudos de Gjellesvik et al., (2020), Askim et al. (2014) e Gjellesvik et al., (2012) avaliaram o VO_{2pico} a longo prazo e evidenciaram a manutenção desse aumento em seis semanas e 12 semanas, 12 meses e até um ano depois do treinamento respectivamente.

A classificação da qualidade metodológica dos sete estudos incluídos foi realizada por meio da escala PEDro. Os resultados foram pontuações entre oito, sete e seis, caracterizando os estudos como de alta qualidade. A randomização ou divisão em grupos não foi realizada em todos os estudos. Nenhum estudo teve participantes cegos ou terapeutas cegos. O resultado da avaliação por meio da escala PEDro de qualidade metodológica dos estudos está apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - Avaliação da qualidade metodológica dos estudos segundo a escala PEDro.

Autores	Pontuações dos critérios de 1 a 11											Total	Qualidade
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
HSU et al. (2021)	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	8	Alta
GJELLESVIK et al. (2020)	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	8	Alta
MUNARI et al. (2018)	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	8	Alta
IVEY et al. (2015)	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7	Alta
BOYNE et al. (2015)	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6	Alta
ASKIM et al. (2014)	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6	Alta
GJELLESVIK et al. (2012)	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6	Alta

Fonte: Autores (2023).

4. Discussão

O presente estudo conduziu uma revisão sistemática para investigar os efeitos do TIAI no aumento do consumo de oxigênio de pico de indivíduos que sofreram um AVE. Foram incluídos sete estudos considerados de alta qualidade. Os

resultados mostraram que após a realização dos protocolos de TIAI os participantes tiveram como efeito um aumento considerável do VO₂pico.

A aptidão cardiorrespiratória de pessoas após o AVE é reduzida quando comparada a indivíduos saudáveis, muitas vezes entram em um ciclo vicioso de descondicionamento, condição relacionada a limitações na execução de atividades da vida diária, menor desempenho cognitivo e a incapacidade de locomoção, que por consequência evitam a atividade física, causando assim mais descondicionamento. Esse ciclo vicioso impede a recuperação motora e contribui para o risco de eventos cardíacos e AVE recorrente (Boss *et al.*, 2017; Dunn, Marsden, Van Vliet, Spratt e Callister, 2017; Ivey *et al.*, 2005; Kelly, Kilbreath, Davis, Zeman e Raymond, 2003; Kim, Han, Joo, Kim e Yoon, 2014; Mackay-lyons, Makrides, 2002; Patterson *et al.*, 2007; Thilarajah *et al.*, 2018; Saunders, Greig e Mead, 2014; Smith, Saunders e Mead, 2012).

Todos os estudos obtiveram como resultados o aumento do VO₂pico após sessões de TIAI. Os sobreviventes de AVE normalmente apresentam níveis de VO₂pico no meio da faixa de consumo de oxigênio considerada necessária para a realização das AVD, principalmente em relação a manutenção de atividades duradouras. Níveis muito inferiores de VO₂pico após o AVE podem tornar impossível a realização de atividades de nível mais alto e limitar muito a manutenção de atividades de nível mais baixo. O aumento do VO₂pico pode impactar em uma capacidade de consumo de oxigênio estendida para além da faixa de consumo de oxigênio necessária para a realização das AVD, permitindo assim, que as atividades possam ser sustentadas por um período mais longo, contando apenas com uma porcentagem menor de VO₂pico de qualquer nível de atividade após-treinamento (Ivey *et al.*, 2005; Ivey *et al.*, 2006).

O aumento no consumo de oxigênio após o programa de exercícios é resultado do aumento da capacidade do sistema nervoso central de recrutar unidades motoras, maior volume sistólico induzido pelo aumento da contratilidade cardíaca, aumento do débito cardíaco máximo, fluxo sanguíneo e do maior conteúdo e densidade mitocondrial, promovendo assim a geração de mais adenosina trifosfato para os músculo em trabalho, garantido maior geração de força por mais tempo, aumentando a capacidade de difusão do músculo, promovendo extensão da capacidade de transporte de oxigênio e melhorando a condição cardiorrespiratória (Astorino *et al.*, 2017; Daussin *et al.*, 2008; Gibala, 2009 ;Helgerud *et al.*, 2007; Slordahl *et al.*, 2005).

Outras adaptações promovidas por sessões de TIAI são a diminuição da utilização de glicogênio e da produção de lactato durante o exercício, aumentando a capacidade de oxidação lipídica em todo o corpo e a quantidade de proteínas de transporte metabólico no músculo. Um dos benefícios importantes do TIAI é a promoção do aumento do recrutamento neuromuscular, promovendo maior eficiência dos músculos esquelético e cardíaco. Benefício de extrema relevância no acidente vascular encefálico, pois deficiência de recrutamento é um comprometimento primário na vida de pacientes pós AVE (Burgomaster, Hughes, Heigenhauser, Bradwell e Gibala, 2005; Burgomaster, Heigenhauser e Gibala, 2006; Burgomaster *et al.*, 2008; Fu *et al.*, 2013; Gibala *et al.*, 2006; Gibala, 2007; Hood, Little, Tarnopolsky, Myslik e Gibala, 2011).

O período desde o início do AVE é um dos fatores importantes a ser considerado para efeitos nos indicadores de melhora da capacidade aeróbica e cardiorrespiratória, como no caso da obtenção desses efeitos busca-se o aumento dos níveis do indicador VO₂pico. De acordo com Carr e Shepherd (2011), dentro da faixa de tempo de três meses encontra-se um momento fundamental para prevenir o descondicionamento cardiorrespiratório após o AVE. Surpreendentemente, nenhum dos estudos se concentrou no período de até três meses após o início do AVE, apenas dois estudos colocaram como critério o mínimo de tempo de três meses após o AVE, no entanto, contaram também com indivíduos com mais tempo do que o considerado ideal para a melhora da condição cardiorrespiratória.

Dentro dos protocolos do treinamento, o tempo mínimo de intervalos de atividade empregados nos estudos foi de 30 segundos. Estudos indicam que manter a duração da rajada de exercício curta é uma medida importante para minimizar os efeitos da fadiga, esta pode ser a duração ideal para maximizar os resultados da marcha, uma vez que 30 segundos parece ser o

mínimo de tempo necessário para alguns indivíduos com AVE acelerarem e estabilizarem na velocidade de pico (Guiraud *et al.*, 2010; Hazell, Macpherson, Gravelle e Lemon, 2010; Lau, Mak, 2011; Meyer *et al.*, 2012).

A maioria das sessões de treinamento nos estudos incluídos durou em torno de 30 a 40 minutos, contudo estudos demonstram que o TIAI ainda foi eficaz em 20-25 minutos. Uma característica atraente deste tipo de exercício, principalmente entre os indivíduos mais velhos, é a curta duração das suas sessões, um tempo maior entre as sessões pode otimizar a recuperação e diminuir a fadiga (Askim *et al.*, 2014; Boyne *et al.*, 2016; Herbert; Grace; Sculthorpe, 2015).

Foram encontrados níveis basais de VO_2 pico muito baixos em três dos sete estudos analisados, valores que estavam abaixo dos 18 $ml/kg/min$, sugerido como mínimo necessário para uma vida independente (Shepard, 2009). Resultados que corroboram com o estudo de revisão sistemática com meta – análise de Marsden, Dunn, Callister, Levi e Spratt (2013), em que do total de 28 estudos analisados apenas quatro apresentaram valores basais mínimos de VO_2 pico. Diante disto, é provável que níveis de VO_2 pico na população geral de AVE sejam encontrados em níveis ainda mais baixos, limitando a realização das suas atividades diárias por déficit no consumo de oxigênio.

A respeito da segurança do TIAI, seis estudos não apresentaram nenhuma intercorrência para os participantes durante o treinamento. No estudo de Carl *et al.*, (2017) que contou com 18 indivíduos com AVE crônico que participaram de 54 sessões, o TIAI foi considerado uma metodologia de treinamento razoavelmente segura nessa população, não estando associado a nenhum sinal de arritmia significativa, isquemia, hipertensão incontrolável, resposta hipotensivas sintomáticas ou lesão ortopédica. Em uma revisão sistemática atual, Luo *et al.*, (2020) evidenciou a ausência de relatos de eventos adversos graves durante ou após o treinamento na maioria dos 17 estudos incluídos. Na contramão destes resultados, o estudo de Askim *et al.*, (2014) relatou que dois pacientes se sentiram mal durante o treinamento, ocorrendo inclusive a queda de um paciente durante o teste ergométrico máximo em esteira, reforçando a necessidade de que o TIAI deve ser realizado de acordo com as diretrizes do *American College of Sports Medicine* para garantir a segurança em pacientes com acidente vascular encefálico.

Os estudos apresentam limitações, como amostras pequenas, heterogeneidade nos níveis de deficiência dos participantes, seleção de indivíduos mais jovens do que a faixa etária real da população de AVE, não medir os efeitos longitudinais do TIAI, realizar os pós-testes na primeira semana após a última sessão de treinamento, o que pode ter afetado os valores do VO_2 pico, alto número de desistências, falta de cegamento e de grupo controle.

5. Considerações Finais

O presente estudo evidencia que o TIAI pode ser uma estratégia eficaz na melhora do condicionamento cardiorrespiratório. O aumento do valor do VO_2 pico pode ser um parâmetro analisado para acompanhar essa melhora, permitindo que o indivíduo após o AVE possa ter maior qualidade de vida. Portanto, esses indivíduos precisam ser encorajados a realizar esse treinamento, evitando a imobilidade e a dificuldade na realização de AVD. Para isso, torna-se imprescindível que o profissional responsável tenha conhecimento sobre os benefícios desse treinamento e possa realizar o incentivo e as devidas orientações, promovendo a melhora da capacidade aeróbica e o condicionamento para torná-los mais ativos, saudáveis e independentes.

Ficou evidente que esta revisão sistemática é relevante para a literatura, pois permite o incentivo do reconhecimento e da importância da execução do treinamento após acidente vascular encefálico, oferecendo reabilitação e condições de independência, auxiliando na minimização dos danos desta condição. De acordo com os estudos selecionados o TIAI proporcionou aumento do VO_2 pico dos participantes após sessões de treinamento com duração em torno de 30 a 40 minutos, com média de intervalos de 30 segundos.

Sugere-se que sejam realizados futuros estudos que contem com um número maior de participantes, com o mesmo

nível de deficiência, averiguando também o efeito do treinamento a longo prazo, visando aprimorar a execução do treinamento nessa população.

Referências

- Adams, R. J., Chimowitz, M. I., Alpert, J. S., Awad, I. A., Cerqueria, M. D., Fayad, P., Taubert, K. A., Stroke Council and the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association, & American Stroke Association (2003). Coronary risk evaluation in patients with transient ischemic attack and ischemic stroke: a scientific statement for healthcare professionals from the Stroke Council and the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association/American Stroke Association. *Circulation*. 108(10), 1278–1290. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000090444.87006.CF>.
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Bassett, D. R., Jr, Tudor-Locke, C., Greer, J. L., Vezina, J., Whitt-Glover, M. C., & Leon, A. S. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Medicine and science in sports and exercise*. 43(8), 1575–1581. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31821ece12>.
- Askim, T., Dahl, A. E., Aamot, I. L., Hokstad, A., Helbostad, J., & Indredavik, B. (2014). High-intensity aerobic interval training for patients 3-9 months after stroke: a feasibility study. *Physiotherapy research international: the journal for researchers and clinicians in physical therapy*. 19(3), 129–139. <https://doi.org/10.1002/pri.1573>.
- Astorino, T. A., Edmunds, R. M., Clark, A., King, L., Gallant, R. A., Namm, S., Fischer, A., & Wood, K. M. (2017). High-Intensity Interval Training Increases Cardiac Output and $\dot{V}O_{2max}$. *Medicine and science in sports and exercise*. 49(2), 265–273. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001099>
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo* (70° ed.). São Paulo.
- Bassett DR Jr, Howley ET (2000) Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc*. 32: 70–84.
- Billinger, S. A., Boyne, P., Coughenour, E., Dunning, K., & Mattlage, A. (2015). Does aerobic exercise and the FITT principle fit into stroke recovery?. *Current neurology and neuroscience reports*. 15(2), 519. <https://doi.org/10.1007/s11910-014-0519-8>.
- Billinger, S. A., Arena, R., Bernhardt, J., Eng, J. J., Franklin, B. A., Johnson, C. M., MacKay-Lyons, M., Macko, R. F., Mead, G. E., Roth, E. J., Shaughnessy, M., Tang, A., American Heart Association Stroke Council, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health, Council on Epidemiology and Prevention, & Council on Clinical Cardiology (2014). Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 45(8), 2532–2553. <https://doi.org/10.1161/STR.0000000000000022>.
- Billinger, S. A., Coughenour, E., Mackay-Lyons, M. J., & Ivey, F. M. (2012). Reduced cardiorespiratory fitness after stroke: biological consequences and exercise-induced adaptations. *Stroke research and treatment*. 2012, 959120. <https://doi.org/10.1155/2012/959120>.
- Boss, H. M., Van Schaik, S. M., Witkamp, T. D., Geerlings, M. I., Weinstein, H. C., & Van den Berg-Vos, R. M. (2017). Cardiorespiratory fitness, cognition and brain structure after TIA or minor ischemic stroke. *International journal of stroke: official journal of the International Stroke Society*. 12(7), 724–731. <https://doi.org/10.1177/1747493017702666>.
- Boyne, P., Dunning, K., Carl, D., Gerson, M., Khoury, J., Rockwell, B., Keeton, G., Westover, J., Williams, A., McCarthy, M., & Kissela, B. (2016). High-Intensity Interval Training and Moderate-Intensity Continuous Training in Ambulatory Chronic Stroke: Feasibility Study. *Physical therapy*. 96(10), 1533–1544. <https://doi.org/10.2522/ptj.20150277>.
- Boyne, P., Dunning, K., Carl, D., Gerson, M., Khoury, J., & Kissela, B. (2015). Within-session responses to high-intensity interval training in chronic stroke. *Medicine and science in sports and exercise*. 47(3), 476–484. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000427>.
- Boyne, P., Dunning, K., Carl, D., Gerson, M., Khoury, J., & Kissela, B. (2013). High-intensity interval training in stroke rehabilitation. *Topics in stroke rehabilitation*. 20(4), 317–330. <https://doi.org/10.1310/tsr2004-317>.
- Burgomaster, K. A., Howarth, K. R., Phillips, S. M., Rakobowchuk, M., Macdonald, M. J., McGee, S. L., & Gibala, M. J. (2008). Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *The Journal of physiology*. 586(1), 151–160. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.142109>
- Burgomaster, K. A., Heigenhauser, G. J., & Gibala, M. J. (2006). Effect of short-term sprint interval training on human skeletal muscle carbohydrate metabolism during exercise and time-trial performance. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985). 100(6), 2041–2047. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01220.2005>.
- Burgomaster, K. A., Hughes, S. C., Heigenhauser, G. J., Bradwell, S. N., & Gibala, M. J. (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985). 98(6), 1985–1990. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01095.2004>.
- Carl, D. L., Boyne, P., Rockwell, B., Gerson, M., Khoury, J., Kissela, B., & Dunning, K. (2017). Preliminary safety analysis of high-intensity interval training (HIIT) in persons with chronic stroke. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*. 42(3), 311–318. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0369>.
- Carr, J. H., & Shepherd, R. B. (2011). Enhancing physical activity and brain reorganization after stroke. *Neurology research international*. 2011, 515938. <https://doi.org/10.1155/2011/515938>.
- Daussin, F. N., Zoll, J., Dufour, S. P., Ponsot, E., Lonsdorfer-Wolf, E., Doutreleau, S., Mettauer, B., Piquard, F., Geny, B., & Richard, R. (2008). Effect of interval versus continuous training on cardiorespiratory and mitochondrial functions: relationship to aerobic performance improvements in sedentary subjects. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*. 295(1), R264–R272. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00875.2007>.

- Duijnhoven, H. J., Heeren, A., Peters, M. A., Veerbeek, J. M., Kwakkel, G., Geurts, A. C., & Weerdesteyn, V. (2016). Effects of Exercise Therapy on Balance Capacity in Chronic Stroke: Systematic Review and Meta-Analysis. *Stroke*. 47(10), 2603–2610. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.116.013839>.
- Dunn, A., Marsden, D. L., Van Vliet, P., Spratt, N. J., & Callister, R. (2017). Independently ambulant, community-dwelling stroke survivors have reduced cardiorespiratory fitness, mobility and knee strength compared to an age- and gender-matched cohort. *Topics in stroke rehabilitation*. 24(3), 163–169. <https://doi.org/10.1080/10749357.2016.1236482>.
- Feigin, V. L., & Vos, T. (2019). Global Burden of Neurological Disorders: From Global Burden of Disease Estimates to Actions. *Neuroepidemiology*. 52(1-2), 1–2. <https://doi.org/10.1159/000495197>.
- Fink, A. (2019). *Conducting Research Literature Reviews: From the Internet to Paper* (5° ed.). SAGE Publications.
- Fu, T. C., Wang, C. H., Lin, P. S., Hsu, C. C., Cherng, W. J., Huang, S. C., Liu, M. H., Chiang, C. L., & Wang, J. S. (2013). Aerobic interval training improves oxygen uptake efficiency by enhancing cerebral and muscular hemodynamics in patients with heart failure. *International journal of cardiology*. 167(1), 41–50. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2011.11.086>.
- Furie, K. L., Kasner, S. E., Adams, R. J., Albers, G. W., Bush, R. L., Fagan, S. C., Halperin, J. L., Johnston, S. C., Katzan, I., Kernan, W. N., Mitchell, P. H., Ovbiagele, B., Palesch, Y. Y., Sacco, R. L., Schwamm, L. H., Wassertheil-Smoller, S., Turan, T. N., Wentworth, D., & American Heart Association Stroke Council, Council on Cardiovascular Nursing, Council on Clinical Cardiology, and Interdisciplinary Council on Quality of Care and Outcomes Research (2011). Guidelines for the prevention of stroke in patients with stroke or transient ischemic attack: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 42(1), 227–276. <https://doi.org/10.1161/STR.0b013e3181f7d043>.
- GBD 2016 Neurology Collaborators (2019). Global, regional, and national burden of neurological disorders, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet. Neurology*. 18(5), 459–480. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(18\)30499-X](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30499-X).
- Gibala M. (2009). Molecular responses to high-intensity interval exercise. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*. 34(3), 428–432. <https://doi.org/10.1139/H09-046>.
- Gibala, M. J. (2007). High-intensity interval training: a time-efficient strategy for health promotion?. *Curr Sports Med Rep* 6. 211–213. <https://doi.org/10.1007/s11932-007-0033-8>.
- Gibala, M. J., Little, J. P., van Essen, M., Wilkin, G. P., Burgomaster, K. A., Safdar, A., Raha, S., & Tarnopolsky, M. A. (2006). Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *The Journal of physiology*. 575(Pt 3), 901–911. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2006.112094>.
- Gjellesvik, T. I., Becker, F., Tjønnå, A. E., Indredavik, B., Nilsen, H., Brurok, B., Tørhaug, T., Busuladzic, M., Lydersen, S., & Askim, T. (2020). Effects of High-Intensity Interval Training After Stroke (the HIIT-Stroke Study): A Multicenter Randomized Controlled Trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 101(6), 939–947. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2020.02.006>.
- Gjellesvik, T. I., Brurok, B., Hoff, J., Tørhaug, T., & Helgerud, J. (2012). Effect of high aerobic intensity interval treadmill walking in people with chronic stroke: a pilot study with one year follow-up. *Topics in stroke rehabilitation*. 19(4), 353–360. <https://doi.org/10.1310/tsr1904-353>.
- Guiraud, T., Juneau, M., Nigam, A., Gayda, M., Meyer, P., Mekary, S., Paillard, F., & Bosquet, L. (2010). Optimization of high intensity interval exercise in coronary heart disease. *European journal of applied physiology*. 108(4), 733–740. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1287-z>.
- Hazell, T. J., Macpherson, R. E., Gravelle, B. M., & Lemon, P. W. (2010). 10 or 30-s sprint interval training bouts enhance both aerobic and anaerobic performance. *European journal of applied physiology*. 110(1), 153–160. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1474-y>.
- Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., Simonsen, T., Helgesen, C., Hjorth, N., Bach, R., & Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Medicine and science in sports and exercise*. 39(4), 665–671. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180304570>.
- Herbert, P., Grace, F. M., Sculthorpe, N. F. (2015). Exercising caution: prolonged recovery from a single session of high-intensity interval training in older men. *Journal of the American Geriatrics Society*. 63(4), 817–818. <https://doi.org/10.1111/jgs.13365>.
- Hood M. S., Little J. P., Tarnopolsky M. A., Myslik F., Gibala M. J. (2011). Low-volume interval training improves muscle oxidative capacity in sedentary adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 43(10):1849-1856. DOI: 10.1249/mss.0b013e3182199834. PMID: 21448086.
- Hornby, T. G., Straube, D. S., Kinnaird, C. R., Holleran, C. L., Echaz, A. J., Rodriguez, K. S., Wagner, E. J., & Narducci, E. A. (2011). Importance of specificity, amount, and intensity of locomotor training to improve ambulatory function in patients poststroke. *Topics in stroke rehabilitation*. 18(4), 293–307. <https://doi.org/10.1310/tsr1804-293>.
- Hsu, C. C., Fu, T. C., Huang, S. C., Chen, C. P., & Wang, J. S. (2021). Increased serum brain-derived neurotrophic factor with high-intensity interval training in stroke patients: A randomized controlled trial. *Annals of physical and rehabilitation medicine*. 64(4), 101385. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2020.03.010>
- Ivey, F. M., Stookey, A. D., Hafer-Macko, C. E., Ryan, A. S., & Macko, R. F. (2015). Higher Treadmill Training Intensity to Address Functional Aerobic Impairment after Stroke. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases: the official journal of National Stroke Association*. 24(11), 2539–2546. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2015.07.002>
- Ivey, F. M., Hafer-Macko, C. E., Ryan, A. S., & Macko, R. F. (2010). Impaired leg vasodilatory function after stroke: adaptations with treadmill exercise training. *Stroke*. 41(12), 2913–2917. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.110.599977>.
- Ivey, F. M., Ryan, A. S., Hafer-Macko, C. E., Goldberg, A. P., & Macko, R. F. (2007). Treadmill aerobic training improves glucose tolerance and indices of insulin sensitivity in disabled stroke survivors: a preliminary report. *Stroke*. 38(10), 2752–2758. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.107.490391>.

- Ivey, F. M., Ryan, A. S., Hafer-Macko, C. E., Garrity, B. M., Sorkin, J. D., Goldberg, A. P., & Macko, R. F. (2006). High prevalence of abnormal glucose metabolism and poor sensitivity of fasting plasma glucose in the chronic phase of stroke. *Cerebrovascular diseases* (Basel, Switzerland). 22(5-6), 368–371. <https://doi.org/10.1159/000094853>.
- Ivey, F. M., Macko, R. F., Ryan, A. S., & Hafer-Macko, C. E. (2005). Cardiovascular health and fitness after stroke. *Topics in stroke rehabilitation*. 12(1), 1–16. <https://doi.org/10.1310/GEEU-YRUY-VJ72-LEAR>.
- Kelly, J. O., Kilbreath, S. L., Davis, G. M., Zeman, B., & Raymond, J. (2003). Cardiorespiratory fitness and walking ability in subacute stroke patients. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 84(12), 1780–1785. [https://doi.org/10.1016/s0003-9993\(03\)00376-9](https://doi.org/10.1016/s0003-9993(03)00376-9).
- Kemi, O. J., & Wisloff, U. (2010). High-intensity aerobic exercise training improves the heart in health and disease. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention*. 30(1), 2–11. <https://doi.org/10.1097/HCR.0b013e3181c56b89>.
- Kim, B. R., Han, E. Y., Joo, S. J., Kim, S. Y., & Yoon, H. M. (2014). Cardiovascular fitness as a predictor of functional recovery in subacute stroke patients. *Disability and rehabilitation*. 36(3), 227–231. <https://doi.org/10.3109/09638288.2013.787123>.
- Lau, K. W., & Mak, M. K. (2011). Speed-dependent treadmill training is effective to improve gait and balance performance in patients with sub-acute stroke. *Journal of rehabilitation medicine*. 43(8), 709–713. <https://doi.org/10.2340/16501977-0838>.
- Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports medicine* (Auckland, N.Z.). 32(1), 53–73. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232010-00003>.
- Lindsay, M. P., Norrving, B., Sacco, R. L., Brainin, M., Hacke, W., Martins, S., Pandian, J., & Feigin, V. (2019). World Stroke Organization (WSO): Global Stroke Fact Sheet 2019. *International journal of stroke : official journal of the International Stroke Society*. 14(8), 806–817. <https://doi.org/10.1177/1747493019881353>.
- Luo, L., Meng, H., Wang, Z., Zhu, S., Yuan, S., Wang, Y., & Wang, Q. (2020). Effect of high-intensity exercise on cardiorespiratory fitness in stroke survivors: A systematic review and meta-analysis. *Annals of physical and rehabilitation medicine*. 63(1), 59–68. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2019.07.006>.
- Mackay-Lyons, M. J., & Makrides, L. (2002). Exercise capacity early after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 83(12), 1697–1702. <https://doi.org/10.1053/apmr.2002.36395>.
- Macko, R. F., Ivey, F. M., Forrester, L. W., Hanley, D., Sorkin, J. D., Katzell, L. I., Silver, K. H., & Goldberg, A. P. (2005). Treadmill exercise rehabilitation improves ambulatory function and cardiovascular fitness in patients with chronic stroke: a randomized, controlled trial. *Stroke*. 36(10), 2206–2211. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000181076.91805.89>.
- Marsden, D. L., Dunn, A., Callister, R., Levi, C. R., & Spratt, N. J. (2013). Characteristics of exercise training interventions to improve cardiorespiratory fitness after stroke: a systematic review with meta-analysis. *Neurorehabilitation and neural repair*. 27(9), 775–788. <https://doi.org/10.1177/1545968313496329>.
- Meyer, M. J., Pereira, S., McClure, A., Teasell, R., Thind, A., Koval, J., Richardson, M., & Speechley, M. (2015). A systematic review of studies reporting multivariable models to predict functional outcomes after post-stroke inpatient rehabilitation. *Disability and rehabilitation*. 37(15), 1316–1323. <https://doi.org/10.3109/09638288.2014.963706>.
- Meyer, P., Normandin, E., Gayda, M., Billon, G., Guiraud, T., Bosquet, L., Fortier, A., Juneau, M., White, M., & Nigam, A. (2012). High-intensity interval exercise in chronic heart failure: protocol optimization. *Journal of cardiac failure*. 18(2), 126–133. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2011.10.010>.
- Munari, D., Pedrinolla, A., Smania, N., Picelli, A., Gandolfi, M., Saltuari, L., & Schena, F. (2018). High-intensity treadmill training improves gait ability, VO₂peak and cost of walking in stroke survivors: preliminary results of a pilot randomized controlled trial. *European journal of physical and rehabilitation medicine*. 54(3), 408–418. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.16.04224-6>.
- Patterson, S. L., Forrester, L. W., Rodgers, M. M., Ryan, A. S., Ivey, F. M., Sorkin, J. D., & Macko, R. F. (2007). Determinants of walking function after stroke: differences by deficit severity. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 88(1), 115–119. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.10.025>.
- Saunders, D. H., Greig, C. A., & Mead, G. E. (2014). Physical activity and exercise after stroke: review of multiple meaningful benefits. *Stroke*. 45(12), 3742–3747. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.114.004311>.
- Shephard R. J. (2009). Maximal oxygen intake and independence in old age. *British journal of sports medicine*. 43(5), 342–346. <https://doi.org/10.1136/bjism.2007.044800>.
- Slørdahl, S. A., Wang, E., Hoff, J., Kemi, O. J., Amundsen, B. H., & Helgerud, J. (2005). Effective training for patients with intermittent claudication. *Scandinavian cardiovascular journal : SCJ*. 39(4), 244–249. <https://doi.org/10.1080/14017430510035844>.
- Smith, A. C., Saunders, D. H., & Mead, G. (2012). Cardiorespiratory fitness after stroke: a systematic review. *International journal of stroke : official journal of the International Stroke Society*. 7(6), 499–510. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4949.2012.00791.x>.
- Thilarajah, S., Mentiplay, B. F., Bower, K. J., Tan, D., Pua, Y. H., Williams, G., Koh, G., & Clark, R. A. (2018). Factors Associated With Post-Stroke Physical Activity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 99(9), 1876–1889. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.09.117>.