

ARTIGO ORIGINAL

Relação entre as funções motoras cognitivas e a resposta hemodinâmica de indivíduos com AVC crônico durante e após uma sessão aguda de exercícios aeróbicos

Relationship between motor-cognitive functions and hemodynamic response of individuals with chronic stroke during and after an acute bout of aerobic exercise

Samantha Helena do Carmo^a, Laércio da Silva Paiva^b, Fernando Adami^b, Francisco Naildo Cardoso Leitão^c, Cleide Maria de Paula Rebouças^d, Vitor Engracia Valenti^e, Rodrigo Daminello Raimundo^f



^aDepartamento de Fisioterapia, Centro Universitário FMABC, Santo André, São Paulo, Brazil;

^bLaboratório de Epidemiologia e Análise de Dados do Centro Universitário FMABC, Santo André, São Paulo, Brazil;

^cLaboratório Multidisciplinar de Estudos e Escrita Científica em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brazil;

^dLaboratório de Delineamento de Estudos e Escrita Científica-LABDEEC da UNINORTE, Rio Branco, Acre, Brasil. reboucas;

^eCentro de Estudos do Sistema Nervoso Autônomo (CESNA), Departamento de Fonoaudiologia, Faculdade de Filosofia e Ciências, UNESP, Marília, São Paulo, Brazil;

^fLaboratório de Delineamento e Escrita Científica do Centro Universitário FMABC, Santo André, São Paulo, Brazil.

Autor correspondente
rodrigo.raimundo@fmabc.br

Manuscrito recebido: Janeiro 2021
Manuscrito aceito: Maio 2021
Versão online: Julho 2021

Resumo

Introdução: Indivíduos pós-AVC comumente apresentam déficits funcionais e cardiorrespiratórios, além de estilo de vida de inatividade física na fase crônica da doença. Diante disso, existe a hipótese de que as respostas hemodinâmicas possam ser afetadas por déficits motores, cognitivos e cardiorrespiratórios durante o exercício aeróbio. Para identificar as condições funcionais que podem influenciar o desempenho aeróbio desses indivíduos, foram estudadas as correlações entre as variáveis funcionais e as respostas hemodinâmicas durante e após o exercício aeróbio. Como objetivo secundário, a capacidade de retorno ao estado de repouso hemodinâmico também foi analisada.

Método: Neste estudo experimental, após serem avaliados quanto à função motora e cognitiva, equilíbrio e prognóstico, quarenta participantes foram submetidos a uma sessão de exercício aeróbio de 30 minutos em esteira. A frequência cardíaca, pressão arterial, saturação periférica de oxigênio, frequência cardíaca e frequência respiratória de treinamento foram medidas antes do início da sessão de exercício, a cada cinco minutos durante o exercício e cinco minutos após.

Resultados: Foram observados parâmetros cardiorrespiratórios dentro dos limites da normalidade em todas as fases do exercício e capacidade de retorno ao estado de repouso. Correlações inversas moderadas foram encontradas entre Escala de Berg e saturação do pulso de oxigênio ($r = -0,401$, $p = 0,01$), entre MEEM e pressão arterial diastólica ($r = -0,406$, $p = 0,009$), idade e pressão arterial diastólica ($r = -0,435$, $p = 0,005$) e entre o tempo de lesão e FR ($r = -0,454$, $p = 0,003$). Também foi observada relação entre o lado da lesão e a fase de 20 minutos do exercício aeróbio ($p = 0,042$).

Conclusão: Indivíduos pós-AVE apresentam correlação moderada entre as respostas hemodinâmicas e respiratórias durante o exercício aeróbio e equilíbrio, força muscular, tempo de lesão, idade e lado da lesão. Eles também têm a capacidade de retornar ao estado de repouso cardiorrespiratório e cardiovascular logo após a atividade, apesar de seus déficits cardiorrespiratórios.

Palavras-chave: acidente vascular encefálico, exercício aeróbio, frequência cardíaca, pressão arterial, frequência respiratória.

Suggested citation: Carmo SH, Paiva LS, Adami F, Leitão FNC, Rebouças CMP, Valenti VE, Raimundo RD. Relationship between motor-cognitive functions and hemodynamic response of individuals with chronic stroke during and after an acute bout of aerobic exercise. *J Hum Growth Dev.* 2021; 31(2):267-282. DOI:10.36311/jhgd.v31.12223

Síntese dos autores

Por que este estudo foi feito?

Considerando os déficits que esses indivíduos possuem no sistema motor e cardiopulmonar e a falta de informações sobre a influência que uma capacidade pode exercer sobre a outra, os autores decidiram avaliar se existiam correlações entre as características da lesão, características sociodemográficas, antropométricas e funcionais de indivíduos com AVE e sua resposta hemodinâmica quando submetidos a treinamento aeróbio.

O que os pesquisadores fizeram e encontraram?

Após serem avaliados quanto à funções motoras e cognitivas, características individuais e de lesão cerebral e variáveis antropométricas, quarenta participantes foram submetidos a uma sessão de exercício aeróbio de 30 minutos em esteira, e tiveram suas respostas cardiopulmonares registradas. Com esses dados, medidas de correlação foram aplicadas e evidenciaram que indivíduos pós-AVE apresentam correlação moderada entre as respostas cardiopulmonares durante o exercício aeróbio e equilíbrio, força muscular, tempo de lesão, idade e lado da lesão, além da capacidade de retornar ao estado de repouso logo após a atividade, apesar de seus déficits cardiopulmonares.

O que essas descobertas significam?

Através dos resultados desse estudo, é possível observar que característica da lesão cerebral, capacidade de equilíbrio, força muscular e idade são variáveis que influenciam no desempenho cardiopulmonar desses indivíduos durante o exercício aeróbio. Sendo assim, déficits nessas capacidades podem indicar um pior desempenho durante a atividade aeróbica e devem ser considerados por profissionais no processo reabilitativo, assim como objetivar a melhora dessas capacidades durante a terapia pode promover um melhor desempenho nessa tarefa.

INTRODUÇÃO

O AVC é a segunda maior causa de morte no mundo, atingindo cerca de 6,2 milhões de mortes / ano e ficando atrás apenas das doenças cardiovasculares. A cada ano, em todo o mundo, 15 milhões de pessoas são acometidas por AVE, desses indivíduos, 5 milhões ficam permanentemente incapacitados fisicamente, segundo a OMS^{1,2}. No Brasil, é a principal causa de incapacidade motora em adultos³.

As consequências do AVC no tecido cerebral são graves, levam a déficits neurológicos e, por consequência, ao comprometimento sensorial, motor e cognitivo, podendo variar de acordo com a área cerebral afetada e o grau de complexidade^{4,5}. Déficits cardiovasculares e respiratórios são muito comuns e podem ser graves em indivíduos pós-AVC⁶⁻⁸, além disso, os indivíduos um ano após o AVC parecem não permanecer ativos o suficiente para melhorar ou manter sua saúde física⁹ enquanto essa inatividade física pode aumentar o risco de AVC recorrente e eventos cardiovasculares¹⁰.

Considerando os déficits que esses indivíduos possuem no sistema motor e cardiopulmonar e a falta de informações sobre a influência que uma capacidade pode exercer sobre a outra, as hipóteses da pesquisa foram: Existe correlação entre prognóstico, equilíbrio, funções motoras, cognitivas e o desempenho cardiopulmonar durante e após o exercício aeróbio? O indivíduo crônico pós-AVE consegue realizar exercícios aeróbicos e retornar aos parâmetros cardiopulmonares de repouso em tempo adequado, apesar dos déficits e sedentarismo do estilo de vida que comumente apresentam?

MÉTODO

Desenho de estudo

Estudo experimental com intervenção única.

Participantes, terapeutas, centros de estudo

Foram incluídos no estudo 40 indivíduos de ambos os sexos, com idades entre 40 e 65 anos, com acidente vascular cerebral, tanto do tipo hemorrágico quanto isquêmico, confirmado por exame de imagem e laudo

médico, tempo de lesão superior a um ano e pontuação adequada nas escalas motoras e cognitivas aplicadas. Foram excluídos da pesquisa indivíduos sem condições de marcha, exceto os déficits de marcha decorrentes de acidente vascular cerebral, ou condições clínicas para os exercícios e testes propostos, associação de outras doenças neurológicas, peso acima de 150 kg e sem autorização médica para a realização de exercícios físicos.

O número de participantes foi determinado por amostra de conveniência, os participantes foram recrutados e submetidos à avaliação nas Faculdades Metropolitanas Unidas (São Paulo, Brasil) e os métodos utilizados foram aplicados pelo primeiro autor e pelo autor sênior. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina do ABC (Protocolo nº 33353) e todos os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Intervenção

Medidas de resultados

Para a mensuração das variáveis antropométricas peso e altura, os participantes foram pesados sem sapatos, e com o mínimo de roupas possíveis, em balança eletrônica, com capacidade de até 150 kg e subdivisões de até 10g. Para a medida de altura, os participantes pressionaram os calcanhares, panturrilhas, nádegas e ombros contra a parede, posicionando a cabeça de acordo com o plano de Frankfurt. Foi utilizado um estadiômetro fixado na parede, com subdivisões em centímetros e milímetros. Com base nesses dados, o Índice de Massa Corporal (IMC) foi medido pelo peso (kg) / altura (m), e dados como tempo, tipo e lesão cerebral lateral da lesão, estes últimos foram coletados com laudo médico.

Resultados primários

Para a caracterização das condições funcionais desses indivíduos, foram aplicadas quatro escalas: Mini-Exame do Estado Mental (MEEM)¹¹, escala de Berg¹², Escala de Fugl Meyer¹³ e Escala de Orpington¹⁴.

Mini Exame do Estado Mental

O MEEM é um instrumento validado para avaliar a capacidade cognitiva do indivíduo. É composto por 7 categorias específicas de funções cognitivas: orientação temporal, orientação espacial, registro de palavras, atenção e cálculo, memória de palavras, linguagem e capacidade construtiva visual. A pontuação varia de 0 a 30 pontos.

Escala de Berg

Os participantes foram analisados quanto ao equilíbrio por meio da Escala de Berg, escala também validada composta por 14 comandos que avaliam o equilíbrio estático e dinâmico, de acordo com as atividades propostas, e medem o desempenho do indivíduo testado em uma escala de 0 a 4 pontos, para cada um dos 14 comandos. A pontuação máxima é de 56 pontos, os resultados abaixo de 45 pontos são considerados preditivos de queda, sendo essa a pontuação necessária para considerar adequada a capacidade de equilíbrio do indivíduo.

Fugl Meyer

O desempenho físico foi qualificado pela escala de Fugl-Meyer. Essa escala avalia cinco dimensões de comprometimento dos aspectos do controle motor: amplitude de movimento da articulação óssea, dor, comprometimento motor de membros superiores e inferiores e equilíbrio. Os dados são pontuados de 0 a 3 pontos para cada item, com pontuação total de 226 pontos, considerando como resultado o comprometimento motor a 100 pontos.

Escala de Orpington

Para avaliar as incapacidades decorrentes do evento cerebrovascular, essa escala avalia as atividades da vida diária por meio de déficits motores no membro superior, propriocepção, equilíbrio e cognição. Sua pontuação varia de 1,6 a 6,8; caracterizando o evento vascular em leve, moderado ou grave.

Resultados secundários

Foram coletadas inicialmente medidas de pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e saturação do pulso de oxigênio (SAT). Os dados do SAT foram coletados por meio da visualização do oxímetro portátil de dedo Onim-Indumeda modelo 9500 Nonin, os dados da PAS e PAD foram obtidos por uma única medida verificada indiretamente por meio de um esfigmomanômetro da marca WelchAllyn posicionado no braço esquerdo do sujeito e estetoscópio Littmann-3M Classic II na região Mediana da fossa antecubital. Para FR, um cronômetro foi usado para contar quantas incursões torácicas o indivíduo poderia fazer em um minuto. A frequência cardíaca foi registrada pelo cardiofrequencímetro Polar, marca S810i.

Após a obtenção da frequência cardíaca de repouso (FCR) e frequência cardíaca máxima (FCmax) por idade, por meio da fórmula ($FC_{max} = 220 - idade$), foi calculada a frequência cardíaca de treinamento (FCt) dada pela fórmula de Karvonen = $FCR (DP (FC_{max}) - RHR) \times \% \text{ treinamento}$). A porcentagem de treinamento (% de treinamento) estipulada foi de 50 e 70%, conforme

recomendado na diretriz da American Heart Association para atividade física em sobreviventes de AVC¹⁵.

Todas as medidas foram coletadas por um único examinador com mais de 10 anos de experiência.

Protocolo de exercício

Após o cálculo da frequência cardíaca de treinamento, os participantes foram orientados a caminhar em uma esteira RT250pro da marca Movement (modelo de esteira contendo apoio de braço anterior e lateral) para exercício aeróbio. Durante a sessão, foi permitido o apoio dos braços na esteira, pois o indivíduo se sentia mais seguro.

A sessão de exercícios aeróbicos teve duração total de 30 minutos. Nos primeiros 5 minutos foi realizado um aquecimento, em seguida, os indivíduos foram orientados a realizar 25 minutos de exercício atingindo 70% do FCt, considerado o pico do exercício. Para isso, as velocidades da esteira foram alteradas constantemente durante o experimento para atingir o treinamento de FR. Cinco minutos após o término do exercício foi considerado o tempo de recuperação. No estado de repouso, considerada a fase inicial (antes de iniciar a sessão), a cada 5 minutos do exercício e 5 minutos após, na fase de recuperação, foram coletadas as medidas PAS, PAD, FC, FR e SAT.

Esta sessão aeróbia ocorreu por volta de 01h30 e 15h30, e todos os participantes foram instruídos a se abster de cafeína por 8 horas antes, alimentos (2 horas antes) e exercícios vigorosos antes do teste.

Análise de dados

As variáveis qualitativas foram apresentadas em frequência absoluta e frequência relativa. As variáveis quantitativas foram apresentadas por meio de medidas de média e mediana, desvio padrão e medidas dos percentis 25 e 75 e respectivos intervalos de confiança de 95% (IC95%), de acordo com o teste de normalidade Shapiro-Wilk.

Para analisar os momentos dos parâmetros hemodinâmicos de indivíduos pós-AVC submetidos ao treinamento aeróbio foi realizado por meio de regressão linear e extraídos: o coeficiente angular (β), significância (p), capacidade preditiva do modelo (r^2 e r^2 ajustado). As variáveis dependentes foram o tempo (tempo de exercício em minutos) e as variáveis independentes foram frequência cardíaca, saturação de oxigênio, pressão arterial sistólica, pressão arterial média e frequência respiratória. As variáveis que não apresentaram distribuição normal foram normalizadas pelo critério sugerido pelo programa estatístico: quadrado, cúbico, raiz quadrada, 1/quadrado, 1/cúbico, logarítmico e inverso.

O teste de correlação de Pearson e Spearman foi utilizado para correlacionar as variáveis relacionadas às condições funcionais e aos parâmetros hemodinâmicos em repouso e no tempo de 20 minutos.

Para relacionar e associar as características antropométricas e as condições clínicas com os parâmetros hemodinâmicos de repouso e no momento 20, foram utilizados os testes de correlação de Pearson e Spearman, o teste t de Student e o teste de Mann-Whitney.

As correlações foram classificadas como nulas ($r = 0$ a $0,03$), fracas ($r = 0,03$ a $0,35$), moderadas ($r = 0,35$ a $0,65$), fortes ($r = 0,65$ a $0,95$), muito fortes ($r = 0,95$ a $0,99$) e perfeito ($r = 1$) e direto e indireto (positivo e negativo, respectivamente).

O nível de confiança considerado foi de 95% e o programa estatístico utilizado foi o Data Analysis and Statistical Software for Professionals (Stata) versão 11.0®.

Fonte de apoio

Este estudo recebeu apoio financeiro da Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (Processo 2016 / 11867-3).

Papel da fonte de financiamento

Os financiadores não desempenharam nenhum papel na concepção, condução ou relatório deste estudo.

■ RESULTADOS

Fluxo de participantes, terapeutas, centros de estudo

A figura 1 apresenta o fluxo dos participantes ao longo do estudo. As características antropométricas e sociodemográficas dos participantes estão resumidas na tabela 1. A amostra foi composta por 27 (67,5%) indivíduos do sexo masculino, 21 (52,5%) do tipo lesão isquêmica e 29 (72,5%) com lesão no lado esquerdo.

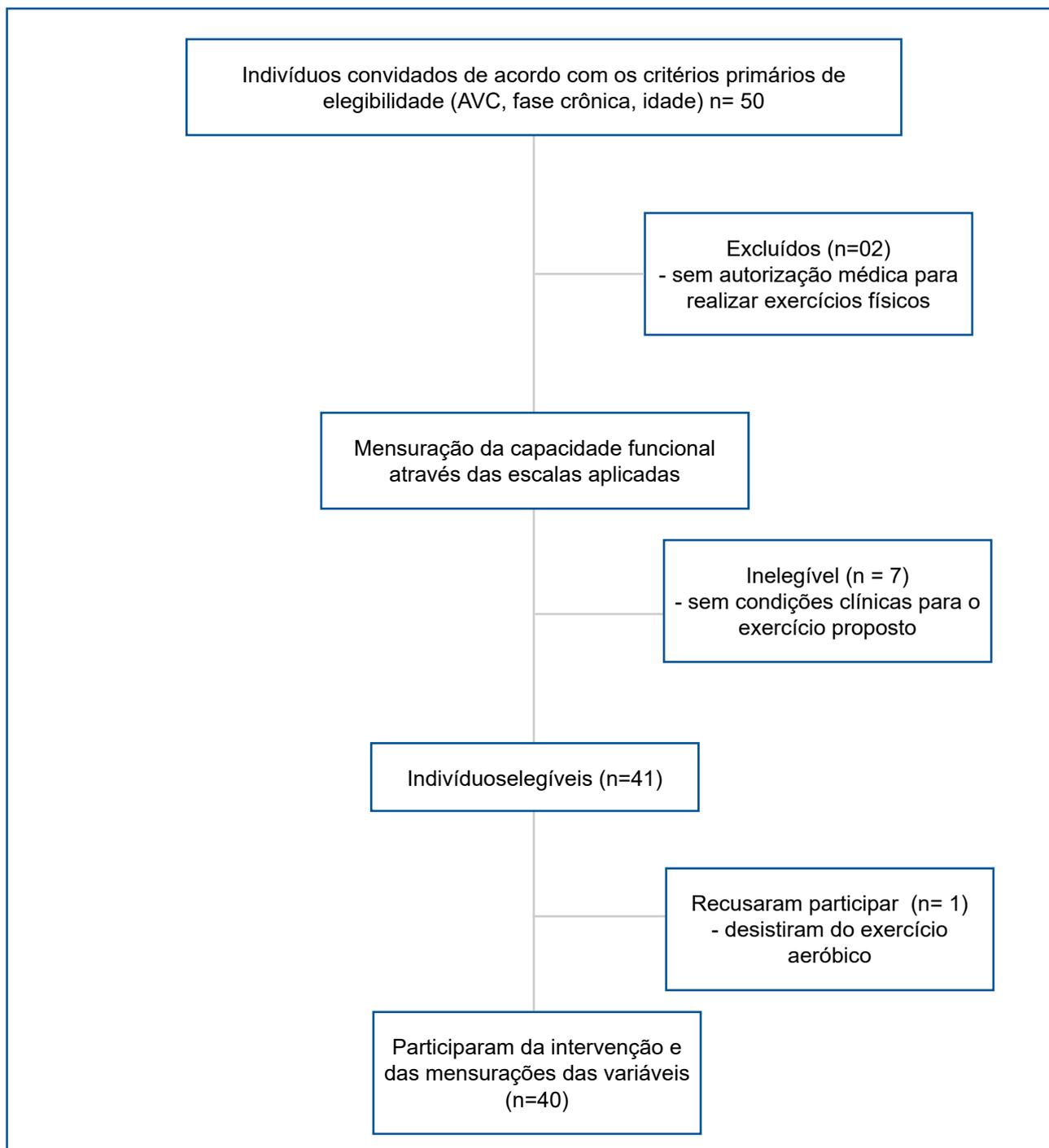


Figura 1: Fluxo de participantes

Tabela 1: Descrição das variáveis sociodemográficas, antropométricas e funcionais de pacientes com AVC submetidos a treinamento aeróbio.

Variáveis	n	%
Sexo		
Masculino	27	67,5
Feminino	13	32,5
Tipo de lesão		
Hemorragica	19	47,5
Isquêmica	21	52,5
Lado da lesão		
Direita	11	27,5
Esquerda	29	72,5
	Média (DP)	Mediana (p,25 – p,75)
Idade	60,77 (6,35)	60,5 (56 – 64)
Peso	69,37 (5,55)	70 (67 – 73,5)
Altura	1,65 (0,07)	1,65 (1,60 – 1,70)
IMC	25,48 (3,19)	25,14 (23,52 – 27,68)
Tempo de lesão	5,27 (1,50)	6 (4- 6)
MEEM	21,55 (5,13)	22 (20 – 24)
MS-FM	26,02 (5,69)	25 (22 – 26)
MI-FM	19,35 (4,59)	18,5 (18 – 22)
Equilíbrio-FM	9 (1,03)	9 (8 – 10)
Sensibilidade-FM	19,8 (3,91)	22 (16 – 22)
ADM-FM	35,55 (4,16)	34 (32 – 38)
Dor-FM	41,95 (1,53)	42 (40 – 44)
Total-FM	151,67 (10,49)	151 (144,5 – 159)
Escala de Prognóstico de Orpington	2,82 (0,59)	2,8 (2,2 – 3,6)
Escala de equilíbrio de Berg	47,75 (5,08)	48 (44 – 52)

DP: Desvio Padrão; p25-p75: Percentil 25 and 75; IMC: Índice de Massa Corporal; MEEM: Mini Exame do Estado Mental; FM: Fugl-Meyer. MS-FM: Avaliação do membro superior da escala de Fugl-Meyer; MI-FM: Avaliação do membro inferior da escala de Fugl-Meyer

Resposta hemodinâmica e comportamento da frequência respiratória durante o exercício aeróbio

As variáveis hemodinâmicas apresentadas durante o exercício aeróbio foram a FC 69,15 bpm (DP 9,11) na fase inicial, atingindo 114,25 bpm (DP 19,02) no pico do exercício e retornando a 73,42 bpm (DP 8,47) ao final do mesmo. Em relação ao SAT, seu início foi de 95,42% (DP 1,27), atingiu 96,22% (DP 1,09) e voltou a 95,62% (DP 1,19). A medida da PAS foi de 127,5 mmHg (DP 9,26) na fase inicial, atingiu 135,0 mmHg (DP10,62) e diminuiu para 119,87 mmHg (DP8,95). A PAD, iniciada em 79,25 mmHg (DP 5,72), atingiu 83,25 mmHg (DP 6,55) e diminuiu para 79,00 mmHg (DP 6,22). A MBP (pressão arterial média) foi de 95,26 mmHg (DP 5,68) inicialmente para 100,50 mmHg (DP 6,94) e 92,65 mmHg (DP 6,82). Por fim, o FR desses indivíduos iniciou em 20,17 rpm (DP 3,97) passou para 28,77 rpm (DP 3,56) aos 25 minutos de exercício e atingiu 21,82 rpm (DP 11,53) na recuperação. Esses dados estão descritos e detalhados na tabela 2.

Os resultados apresentados na tabela 3 demonstram a relação do tempo em função dos parâmetros

hemodinâmicos e sua influência sobre eles por meio de uma análise de regressão linear. Pode-se observar que para os parâmetros hemodinâmicos (frequência cardíaca, saturação de oxigênio, pressão arterial sistólica, pressão arterial média e frequência respiratória) houve aumento dos parâmetros com o aumento do tempo de exercício (tempo em minutos), exceto para o tempo de recuperação.

Não há diferenças estatisticamente significativas entre as fases inicial e de recuperação. Entre o tempo de exercício aeróbio, que é subdividido em medidas coletadas a cada 5 minutos, até os 30 minutos finais, foram encontradas diferenças estatisticamente significantes para cada uma das fases, exceto para as fases e parâmetros mencionados a seguir: entre a fase de 15 minutos versus o tempo inicial houve sem alterações significativas no SAT; entre a fase de 5 minutos versus o tempo inicial também não foram encontradas alterações significativas para PAS, PAD e PAM. Entre as variáveis, encontramos correlações fracas para SAT, PAS, PAD, PAM, FR e tempo; e moderada para FC e tempo (tabela 3).

Tabela 2: tendência central e dispersão das variáveis hemodinâmicas entre os momentos de treinamento aeróbio em pacientes pós-AVC

Variáveis	Inicial		5'	
	Média (DP)	Mediana (p.25-p.75)	Média (DP)	Mediana (p.25-p.75)
Frequência cardíaca	69.15 (9.11)	70 (64 - 73)	99.62 (22.34)	98.5 (86.5 - 110)
Saturação de oxigênio	95.42 (1.27)	95.5 (95 - 96)	96.02 (1.38)	96 (95 - 97)
Pressão arterial sistólica	127.5 (9.26)	130 (120 - 130)	129.25 (10.91)	130 (120 - 140)
Pressão arterial diastólica	79.25 (5.72)	80 (80 - 80)	81.25 (5.15)	80 (80 - 80)
Pressão arterial média	95.26 (5.68)	96.66 (93.33 - 101.66)	97.33 (5.96)	96.66 (93.33 - 101.66)
Frequência respiratória	20.17 (3.97)	21 (16 - 23)	22.82 (3.12)	22 (20.5 - 24)

Variáveis	10'		15''	
	Média (DP)	Mediana (p.25-p.75)	Média (DP)	Mediana (p.25-p.75)
Frequência cardíaca	107.62 (17.78)	104.5 (99 - 116.5)	109.17 (23.30)	112 (99.5 - 124.5)
Saturação de oxigênio	96.12 (1.30)	96 (95 - 97)	95.82 (1.10)	96 (95 - 96)
Pressão arterial sistólica	132.5 (10.80)	130 (125 - 140)	134.25 (12.38)	130 (125 - 140)
Pressão arterial diastólica	82.75 (6.40)	80 (80 - 90)	83.5 (5.79)	80 (80 - 90)
Pressão arterial média	99.33 (6.88)	96.66 (95 - 105)	100.41 (6.84)	98.33 (95 - 103.33)
Frequência respiratória	25.27 (3.58)	24.5 (23.5 - 28)	26.22 (3.19)	25.5 (24.5 - 28)

Variáveis	20''		25''	
	Média (DP)	Mediana (p.25-p.75)	Média (DP)	Mediana (p.25-p.75)
Frequência cardíaca	114.05 (17.83)	115 (98.5 - 124.5)	114.25 (19.02)	111.5 (99 - 129)
Saturação de oxigênio	96.35 (0.92)	96 (96 - 97)	96.22 (1.09)	96 (96 - 97)
Pressão arterial sistólica	135.75 (10.83)	130 (130 - 140)	135 (10.62)	130 (130 - 140)
Pressão arterial diastólica	82.25 (5.76)	80 (80 - 85)	83.25 (6.55)	80 (80 - 80)
Pressão arterial média	100.08 (6.33)	96.66 (96.66 - 105)	100.5 (6.94)	96.66 (96.66 - 103.33)
Frequência respiratória	27.37 (2.87)	27 (26.5 - 28)	28.77 (3.56)	28 (26 - 30)

Variáveis	30''		Recuperação	
	Média (DP)	Mediana (p.25-p.75)	Média (DP)	Mediana (p.25-p.75)
Frequência cardíaca	114.67 (18.34)	115 (98 - 126)	73.42 (8.47)	70 (69 - 80)
Saturação de oxigênio	96.35 (1.12)	96 (96 - 97)	95.62 (1.19)	96 (95 - 97)
Pressão arterial sistólica	135.75 (10.09)	140 (130 - 140)	119.87 (8.95)	120 (110 - 120)
Pressão arterial diastólica	83 (6.48)	80 (80 - 80)	79 (6.22)	80 (75 - 80)
Pressão arterial média	100.58 (6.70)	100 (96.66 - 103.33)	92.65 (6.82)	93.33 (88.33 - 94.66)
Frequência respiratória	28.4 (3.23)	28 (26.5 - 30)	21.82 (11.53)	20 (17 - 23)

DP: Desvio padrão; p25-p75: Percentil 25 e 75.

Tabela 3: Análise de regressão linear entre momentos (tempo em minutos) dos parâmetros hemodinâmicos de pacientes após AVC, submetidos ao treinamento aeróbio.

Variáveis	β (95% CI)	p	r ²	r ² -ajustado
Frequência cardíaca				
Inicial	ref	-	0,494	0,483
5 minutos	30,47 (22,65; 38,29)	<0,001		
10 minutos	38,47 (30,65; 46,29)	<0,001		
15 minutos	40,02 (32,20; 47,84)	<0,001		
20 minutos	44,90 (37,07; 52,72)	<0,001		
25 minutos	45,10 (37,27; 52,92)	<0,001		
30 minutos	45,52 (37,70; 53,34)	<0,001		
Recuperação	4,27 (-3,54; 12,09)	0,283		
Saturação de oxigênio				
Inicial	ref	-	0,006	0,048
5 minutos	0,60 (0,07; 1,12)	0,024		
10 minutos	0,70 (0,17; 1,22)	0,009		
15 minutos	0,40 (-0,12; 0,92)	0,132		
20 minutos	0,92 (0,40; 1,44)	0,001		
25 minutos	0,80 (0,27; 1,32)	0,003		
30 minutos	0,92 (0,40; 1,44)	0,001		
Recuperação	0,20 (-0,32; 0,72)	0,451		
Pressão arterial sistólica				
Inicial	ref	-	0,197	0,179
5 minutos	1,75 (-2,88; 6,38)	0,458		
10 minutos	5,00 (0,36; 9,63)	0,035		
15 minutos	6,75 (2,11; 11,38)	0,004		
20 minutos	8,25 (3,61; 12,88)	0,001		
25 minutos	7,50 (2,86; 12,13)	0,002		
30 minutos	8,25 (3,61; 12,88)	0,001		
Recuperação	-7,62 (-12,26; -2,98)	0,001		
Pressão arterial diastólica				
Inicial	ref	-	0,072	0,051
5 minutos	2,00 (-0,65; 4,65)	0,139		
10 minutos	3,50 (0,84; 6,15)	0,010		
15 minutos	4,25 (1,59; 6,90)	0,002		
20 minutos	3,00 (0,34; 5,65)	0,027		
25 minutos	4,00 (1,34; 6,65)	0,003		
30 minutos	3,75 (1,09; 6,40)	0,006		
Recuperação	-0,25 (-2,90; 2,40)	0,853		
Pressão arterial média				
Inicial	ref	-	0,154	0,135
5 minutos	2,06 (-0,81; 4,94)	0,159		
10 minutos	4,06 (1,18; 6,94)	0,006		
15 minutos	5,15 (2,27; 8,02)	<0,001		
20 minutos	4,81 (1,93; 7,69)	0,001		
25 minutos	5,23 (2,35; 8,11)	<0,001		
30 minutos	5,31 (2,43; 8,19)	<0,001		
Recuperação	-2,61 (-5,49; 0,26)	0,074		

Continuação - Tabela 3: Análise de regressão linear entre momentos (tempo em minutos) dos parâmetros hemodinâmicos de pacientes após AVC, submetidos ao treinamento aeróbio.

Variáveis	β (95% CI)	p	r ²	r ² -ajustado
Frequência respiratória				
Inicial	ref	-	0,254	0,238
5 minutos	2,65 (0,37; 4,92)	0,022		
10 minutos	5,10 (2,82; 7,37)	<0,001		
15 minutos	6,05 (3,77; 8,32)	<0,001		
20 minutos	7,20 (4,92; 9,47)	<0,001		
25 minutos	8,60 (6,32; 10,87)	<0,001		
30 minutos	8,22 (5,95; 10,49)	<0,001		
Recuperação	1,65 (-0,62; 3,92)	0,154		

95% IC: intervalo de confiança de 95%; β : regressão beta; r²: capacidade preditiva do modelo; ref: referência valor (inicial).

Correlações entre variáveis

Em relação às condições funcionais e aos parâmetros hemodinâmicos, cujos dados estão descritos na tabela 4, encontramos correlação inversa moderada ($r = -0,401$, $p = 0,01$) para a Escala de Berg em função do SAT; correlação inversa fraca ($r = -0,036$, $p = 0,03$) para a escala de Berg em função da PAS; correlação inversa moderada ($r = -0,406$, $p = 0,009$) para MMSE em função da PAD; correlação inversa fraca ($r = -0,319$, $p = 0,044$) para LE-FM em função de MBP; ($r = 0,317$, $p = 0,045$)

para FM ROM em função de RR e correlação direta ($r = 0,334$, $p = 0,034$) para FM total em função de RR.

A associação entre as características clínicas e antropométricas e os parâmetros hemodinâmicos estão descritos na Tabela 5. Encontramos significância estatística para correlação inversa moderada ($r = -0,435$, $p = 0,005$) entre idade e PAD para correlação inversa moderada ($r = -0,454$, $p = 0,003$) entre o tempo de lesão e o RR. Também foi observada relação entre o lado da lesão e a fase de 20 minutos do exercício aeróbio ($p = 0,042$).

Tabela 4: Correlação entre as condições funcionais e os parâmetros hemodinâmicos em repouso e no tempo de 20 minutos de pacientes pós-AVC submetidos a treinamento aeróbio.

Variáveis	Repouso		20 minutos	
	r	p	r	p
	Frequência Cardíaca			
MEEM	-0,113	0,484*	0,170	0,293**
MS-FM	-0,135	0,405*	0,045	0,782*
MI-FM	0,159	0,326*	0,060	0,708*
Equilíbrio-FM	-0,191	0,235*	0,047	0,772**
Sensibilidade-FM	-0,259	0,106*	-0,196	0,225*
ADM-FM	0,074	0,647*	0,059	0,714**
Dor-FM	-0,135	0,405*	-0,041	0,801**
Total-FM	-0,176	0,276*	0,053	0,744**
Escala Prognóstica de Orpington	-0,024	0,880*	0,130	0,421*
Escala de Equilíbrio de Berg	0,210	0,192*	0,045	0,781**
	Saturação de oxigênio			
MEEM	-0,091	0,575**	-0,047	0,772**
MS-FM	0,042	0,792*	-0,152	0,347*
MI-FM	-0,202	0,211*	0,121	0,453*
Equilíbrio-FM	0,135	0,405**	-0,134	0,409**
Sensibilidade-FM	-0,006	0,970*	-0,040	0,805*
ADM-FM	-0,088	0,587**	-0,278	0,081**
Dor-FM	-0,119	0,462**	0,085	0,601**
Total-FM	-0,006	0,967**	-0,091	0,575**
Escala Prognóstica de Orpington	-0,195	0,227*	-0,084	0,604*
Escala de Equilíbrio de Berg	-0,401	0,010**	0,008	0,959**

Tabela 5: Associação entre as características antropométricas e as condições clínicas e os parâmetros hemodinâmicos em repouso e no momento de 20 minutos de pacientes após AVC submetidos a treinamento aeróbio.

Variáveis	Frequencia Cardíaca			
	Repouso		20 minutos	
	Mediana (95% IC)	p##	Média (95% IC)	p#
Sexo				
Masculino	70 (66; 72)	0,942	116,4 (109,4; 123,4)	0,218
Feminino	70 (64; 73,6)		109 (98,2; 119,7)	
Tipo de lesão				
Hemorrágico	70 (66,6; 73)	0,173	112 (104,1; 119,8)	0,496
Isquêmico	69 (62,3; 70,5)		115,9 (107,1; 124,7)	
Lado da lesão				
Direito	69 (61; 70,5)	0,120	106,4 (95,0; 117,9)	0,097
Esquerdo	70 (66; 73)		116,9 (110,2; 123,6)	
	rho	p*	r	p**
Idade	-0,147	0,363	0,281	0,078
IMC	-0,137	0,397	-0,069	0,671
Tempo de lesão	0,047	0,771	0,032	0,844
			Saturação de oxigênio	
	Repouso		20 minutos	
	Média (95% CI)	p#	Média (95% CI)	p#
Sexo				
Masculino	95,3 (94,9; 95,8)	0,702	96,2 (95,9; 96,6)	0,601
Feminino	95,5 (94,6; 96,4)		96,4 (95,8; 97,0)	
Tipo de lesão				
Hemorrágico	95,3 (94,6; 95,9)	0,613	96,63 (96,1; 97,1)	0,065
Isquêmico	95,5 (94,9; 96,0)		96,0 (95,7; 96,4)	
Lado da lesão				
Direito	95,0 (94,3; 95,8)	0,315	96,1 (95,5; 96,8)	0,484
Esquerdo	95,5 (95,0; 96,0)		96,4 (96,0; 96,7)	
	r	p**	r	p**
Idade	0,166	0,303	-0,170	0,293
IMC	-0,066	0,683	0,177	0,274
Tempo de lesão	0,017	0,913	-0,108	0,505
			Pressão arterial sistólica	
	Repouso		20 Minutos	
	Média (95% CI)	p#	Média (95% CI)	p#
Sexo				
Masculino	128,8 (125,1; 132,5)	0,175	135,9 (131,7; 140,0)	0,884
Feminino	124,6 (119,3; 129,9)		135,3 (128,1; 142,6)	
Tipo de lesão				
Hemorrágico	127,8 (122,6; 133,1)	0,801	134,7 (129,0; 140,3)	0,580
Isquêmico	127,1 (123,5; 130,7)		136,6 (132,0; 141,2)	
Lado da lesão				
Direito	128,1 (122,3; 134,0)	0,778	135,4 (129,1; 141,7)	0,917
Esquerdo	127,2 (123,5; 130,8)		135,8 (131,4; 140,2)	

Continuação - Tabela 5: Associação entre as características antropométricas e as condições clínicas e os parâmetros hemodinâmicos em repouso e no momento de 20 minutos de pacientes após AVC submetidos a treinamento aeróbio.

Variáveis				
	r	p**	r	p**
Idade	0,090	0,579	0,056	0,728
IMC	0,059	0,717	-0,079	0,626
Time of Lesion	-0,170	0,293	-0,083	0,606
Pressão arterial diastólica				
	Repouso		20 Minutos	
	Média (95% CI)	p#	Média (95% CI)	p#
Sexo				
Masculino	79,2 (77,0; 81,4)	0,988	82,2 (80,2; 84,2)	0,965
Feminino	79,2 (75,3; 83,1)		82,3 (77,9; 86,6)	
Tipo de lesão				
Hemorrágico	80 (77,7; 82,2)	0,437	82,6 (80,4; 84,8)	0,696
Isquêmico	78,5 (75,5; 81,5)		81,9 (78,8; 84,9)	
Lado da lesão				
Direito	80 (75,7; 84,2)	0,616	81,8 (77,7; 85,8)	0,774
Esquerdo	78,9 (76,8; 81,0)		82,4 (80,2; 84,6)	
	r	p**	r	p**
Idade	-0,435	0,005	-0,244	0,127
IMC	0,185	0,251	-0,128	0,428
Tempo de lesão	-0,094	0,561	-0,014	0,931
Pressão arterial média				
	Repouso		20 Minutos	
	Média (95% CI)	p#	Média (95% CI)	p##
Sexo				
Masculino	95,7 (93,6; 97,7)	0,490	96,6 (96,6; 100,2)	0,869
Feminino	94,3 (90,3; 98,3)		100 (93,3; 105,3)	
Tipo de lesão				
Hemorrágico	95,9 (93,1; 98,8)	0,467	96,6 (96,6; 104,3)	0,779
Isquêmico	94,6 (92,1; 97,1)		96,6 (96,6; 101,8)	
Lado da lesão				
Direito	95,8 (91,57; 100,0)	0,710	96,6 (96,6; 106,6)	0,888
Esquerdo	95,0 (92,9; 97,1)		96,6 (96,6; 101,0)	
	r	p**	rho	p*
Idade	-0,246	0,124	-0,079	0,626
IMC	0,145	0,372	-0,009	0,952
Tempo de lesão	-0,153	0,343	-0,080	0,622
Frequência respiratória				
	Repouso		20 Minutos	
	Média (95% CI)	p#	Média (95% CI)	p##
Sexo				
Masculino	20,2 (18,8; 21,6)	0,915	27 (27; 28)	0,647
Feminino	20 (17,0; 23,0)		28 (26,3; 28)	
Tipo de lesão				

Continuação - Tabela 5: Associação entre as características antropométricas e as condições clínicas e os parâmetros hemodinâmicos em repouso e no momento de 20 minutos de pacientes após AVC submetidos a treinamento aeróbio.

Variáveis	Repouso		20 Minutos	
	Média (95% CI)	p#	Média (95% CI)	p##
Hemorrágico	21 (19,1; 22,8)	0,216	27 (26,6; 28)	0,955
Isquêmico	19,4 (17,6; 21,2)		27 (27; 28)	
Lado da lesão				
Direito	20,3 (17,0; 23,6)	0,856	26 (22; 28,2)	0,042
Esquerdo	20,1 (18,7; 21,4)		28 (27; 28)	
	r	p**	rho	p*
Idade	0,064	0,692	0,083	0,606
IMC	-0,120	0,457	0,081	0,618
Tempo de lesão	-0,454	0,003	0,293	0,665

IMC: Índice de Massa Corporal; 95% CI: intervalo de confiança de 95%. *Teste de Spearman; **Teste de Spearman; #t teste de student ; ##Teste de Mann-Whitney.

DISCUSSÃO

Está bem estabelecido que baixos níveis de aptidão cardiorrespiratória estão associados a um alto risco de desenvolver doenças cardiovasculares, mortalidade por várias causas, e mesmo a prática de exercícios pode prevenir o AVC em si^{8,16}.

Vários são os estudos coerentes e bem desenvolvidos que comprovam que implementar o treinamento cardiorrespiratório é essencial para esse grupo¹⁷⁻²¹. Porém, também se sabe que, após o acidente vascular cerebral, déficits cardiovasculares e cardiorrespiratórios estão comumente presentes no estado de saúde desses indivíduos⁵⁻⁸, somado a isso, Baert e cols.⁹ realizaram um estudo que indica que indivíduos em fase crônica de AVC podem ser fisicamente ativos, mas não o suficiente para aumentar ou manter sua saúde física. Diante dos déficits que este indivíduo possui no sistema motor e cardiorrespiratório, sua inatividade e a falta de informação sobre a influência que uma capacidade poderia exercer sobre a outra, os pesquisadores deste estudo foram instigados a investigar a correlação entre prognóstico, equilíbrio, funções motoras e cognitivas. e o desempenho cardiorrespiratório durante e após o exercício aeróbio e a capacidade de realizar exercício aeróbio e retornar aos seus parâmetros cardiorrespiratórios de repouso em tempo adequado.

O objetivo principal deste estudo foi explorar as correlações entre os parâmetros citados e as medidas das condições funcionais obtidas por meio das escalas aplicadas e também foram encontrados resultados significativos.

Para a capacidade de equilíbrio, de acordo com nossos dados, foi encontrada uma correlação inversa moderada, indicando que quanto menor for essa capacidade, maior será o percentual do SAT ($r = -0,401$, $p = 0,01$) e correlação inversa fraca, indicando também que quanto o quanto menor for a capacidade de equilíbrio, maior será a PAS aos 20 minutos de exercício ($r = -0,336$, $p = 0,03$), o que poderia instigar a dúvida se a melhora no equilíbrio também proporcionaria uma diminuição nos níveis pressóricos durante o exercício. Acar *et al.*²² e Abate *et al.*²³ não encontraram relação entre hipertensão

e equilíbrio postural em idosos, porém estes não foram submetidos a exercícios aeróbicos e não apresentaram lesão do tecido cerebral.

Além disso, foi encontrada correlação inversa moderada entre cognição e PAD aos 20 minutos de exercício, mostrando que quanto menor a capacidade cognitiva desses indivíduos, maiores os valores de PAD nesta fase do treinamento ($r = -0,406$, $p = 0,00$). Forte *et al.*,²⁴ em sua revisão sistemática, identificaram que a pressão arterial elevada está associada a um maior risco de declínio cognitivo, porém o estudo foi realizado em pessoas sem demência ou acidente vascular cerebral. Da mesma forma, uma fraca correlação inversa também foi observada para o MI-FM em relação ao PAM, indicando maiores valores desta variável aos 20 minutos de treinamento para indivíduos que apresentam menor força muscular nesses membros, o que também pode indicar que o fortalecimento muscular pode ser um fator protetor para manter a pressão arterial em níveis adequados durante o exercício aeróbio.

Também houve correlações fracas diretas para amplitude de movimento e dor em relação ao FR ($r = 0,317$, $p = 0,04$, $r = 0,334$, $p = 0,03$, respectivamente), demonstrando que quanto maior a ADM e o comprometimento motor, maior os valores de FR serão.

Observamos correlação inversa moderada para idade, demonstrando que quanto maior essa variável, maior é a PAD ($r = -0,435$, $p = 0,005$), como já se sabe. Quanto maior o tempo decorrido deDPe a lesão, menor é o FR ($r = 0,454$, $p = 0,003$).

Quanto à relação entre as variáveis, este é um estudo inédito e não há estudos que avaliassem esses resultados associados ao exercício aeróbio antes deste artigo para que pudéssemos comparar os resultados.

O segundo objetivo deste estudo foi analisar os efeitos agudos de uma sessão de exercício aeróbio na resposta hemodinâmica e frequência respiratória de indivíduos com AVC crônico. Assim, foram observados resultados dentro dos limites da normalidade nas medidas coletadas, além da capacidade de atingir os valores esperados para este exercício durante o pico da atividade e de retornar aos parâmetros iniciais.

Na fase de repouso, os valores iniciais de PAS apresentados por nossa amostra são considerados elevados, mas não caracterizados como hipertensão, de acordo com as declarações de pressão arterial da AHA²⁵. Aos 25 minutos de exercício, a PA está elevada como esperado para qualquer sujeito que se exercite.

Nossos resultados mostraram uma diminuição da PAS encontrada no período de recuperação (PAS inicial = 127, DP 9,26 mmHg; PAS final = 119,87 mmHg, DP 8,95), este evento pode ser descrito como o efeito hipotensor pós-exercício (HPE)²⁶⁻²⁹. Considerando os benefícios da HPE obtidos por meio de um treinamento regular para a população hipertensa desse grupo, o resultado também pode ser benéfico.

É possível observar que, na condição de repouso, a FC apresentada é de 69bpm (DP 9,11), uma faixa de valores normais da FC³⁰. Durante o exercício, esse valor aumenta para 114,25bpm (DP 19,02), o que representa a habilidade destes indivíduos para atingir a FC submáxima proposta durante o treinamento. Na fase de recuperação, a FC volta a 73,42bpm (DP 8,47), o que pode indicar bom desempenho da ativação vagal e retirada simpática nos minutos seguintes ao evento. A recuperação da frequência cardíaca (HRR), é frequentemente alterada em populações com doenças cardiovasculares ou associada a fatores de risco³¹ e atrasos nesta recuperação estão fortemente ligados à mortalidade³². Apesar das comorbidades cardíacas que frequentemente acompanham este grupo, nossa amostra teve um bom desempenho desse sistema antes, durante e após o exercício.

Os déficits respiratórios também podem ser muito comuns em indivíduos pós-AVC, especialmente quando o tronco cerebral está comprometido. Fraqueza muscular, diminuição dos mecanismos respiratórios e volumes pulmonares, redução da mobilidade da parede torácica, inatividade física, doenças associadas e alterações cardiovasculares podem prejudicar ainda mais essa capacidade do sujeito e levar a menor resistência ao exercício, falta de ar, estilo de vida sedentário e, mais importante, recorrência do AVC³³. Nesta variável, os resultados apresentados por nossa amostra também são positivos: participantes submetidos a exercício aeróbio em repouso indicam RR dentro da normalidade apresentando 20,17rpm (DP 3,97) durante o pico da taxa de exercício atingiu 28,77 rpm (DP 3,56) e, na fase de recuperação, 21,82 rpm (DP 11,53).

Alguns autores estudaram as respostas cardiorrespiratórias de indivíduos crônicos pós-AVC para alguns propósitos diferentes e registraram medidas que também foram utilizadas neste estudo. Os resultados de Billinger e cols.⁵ mostraram FC pico (127,4 bpm, DP 28,8) e RR (33,0 rpm, DP 8,5) maiores do que o nosso grupo, assim como Baert⁹ e cols., cujos resultados para esta variável também foram maiores do que os nossos (133,3 bpm, DP 31.5), Olivier e cols. Mediram a FC pico e, mais uma vez, encontraram resultados maiores em relação aos nossos. Em contradição, Salbach et al encontraram um pico de FC inferior aos nossos achados (98,3 bpm, DP 17,1).

Comparando o desempenho cardiorrespiratório entre indivíduos pós-AVE e indivíduos saudáveis, o estudo

de Tomczak e cols.³⁴ não encontrou diferenças entre esses grupos, exceto para o parâmetro FC de repouso, que foi maior no grupo AVE e foi observada FC de treinamento menor do que no grupo controle. O último resultado difere de nossos achados, uma vez que os indivíduos conseguiram atingir a FC de treinamento, porém os demais parâmetros analisados nas fases de exercício e repouso corroboram com os encontrados em nosso estudo. Marsden *et al.*,³⁵ submetem pós-AVC e indivíduos saudáveis ao treinamento aeróbio; concluíram que o grupo com AVC apresenta menor aptidão cardiorrespiratória do que o grupo de indivíduos saudáveis pareados por idade e sexo.

Embora as amostras desses estudos sejam semelhantes às dos indivíduos avaliados em nossa pesquisa, essas divergências foram observadas, bem como a falta de informações sobre as medidas cardiorrespiratórias e cardiovasculares. É importante ressaltar que apesar de todos esses estudos contribuírem para a análise de nossos resultados, nenhum deles objetivou ou registrou os parâmetros de recuperação após o exercício submetido.

Limitações do estudo

O tamanho da amostra é reconhecido como uma limitação do estudo e justifica-se pela opção por utilizar uma amostra de conveniência.

CONCLUSÃO

Indivíduos pós-AVE apresentam correlação moderada entre as respostas hemodinâmicas e respiratórias durante o exercício aeróbio e equilíbrio, força muscular, tempo de lesão, idade e lado da lesão. Eles também têm a capacidade de retornar ao estado de repouso cardiorrespiratório e cardiovascular logo após a atividade, apesar de seus déficits cardiorrespiratórios.

Agradecimentos

1- Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo por acreditar e investir neste projeto e aos membros do Laboratório de Delineamento de Estudos e Escrita Científica do Centro Universitário FMABC pela rica colaboração neste estudo;

2- À Secretaria de Estado de Saúde do Acre (SESACRE), à Universidade Federal do Acre (UFAC) e ao Centro Universitário Saúde FMABC, pela parceria interinstitucional através do convênio nº. 007/2015, para a formação de profissionais de saúde no Acre, Amazônia Ocidental, Brasil.

Conflito de interesses

Nenhum declarado.

Registro do estudo

RBR-7g7rq3

Aprovação ética

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina do ABC (Protocolo nº 33353).

REFERÊNCIAS

1. As 10 principais causas de morte [Internet]. [cited 2021 Jun 24]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
2. WHO EMRO Acidente vascular cerebral, acidente vascular cerebral | Tópicos de saúde [Internet]. [cited 2021 Jun 24]. Available from: <http://www.emro.who.int/health-topics/stroke-cerebrovascular-accident/index.html>
3. Mazzola D, Polese JC, Schuster RC, Oliveira SG de. Perfil dos pacientes acometidos por acidente vascular encefálico assistidos na Clínica de Fisioterapia Neurológica da Universidade de Passo Fundo. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*. 2007;22–7.
4. Teixeira-Salmela LF, Silva PC e, Lima RCM, Augusto ACC, Souza AC de, Goulart F. Exercise Machines and aerobic conditioning on functional performance of chronic stroke survivors. *Acta Fisiátrica* [Internet]. 2003 Aug 9 [cited 2021 Jun 24]; 10(2): 54–60. Available from: <https://www.revistas.usp.br/actafisiatrica/article/view/102441>
5. Billinger SA, Taylor JM, Quaney BM. Cardiopulmonary response to exercise testing in people with chronic stroke: A retrospective study. *Stroke Research and Treatment* [Internet]. 2012 [cited 2021 Jun 24]; 2012. Available from: [/pmc/articles/PMC3180817/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21981331/)
6. Ovando AC, Michaelsen SM, Dias JA, Herber V. Licenciado sob uma Licença Creative Commons. *Fisioter Mov*. 2010; 23(2): 253–69.
7. Rimmer JH, Wang E. Aerobic exercise training in stroke survivors [Internet]. Vol. 12, *Topics in Stroke Rehabilitation*. Top Stroke Rehabil; 2005 [cited 2021 Jun 24]. p. 17–30. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15735998/>
8. Winstein CJ, Stein J, Arena R, Bates B, Cherney LR, Cramer SC, et al. Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery. *Stroke* [Internet]. 2016 Jun 1 [cited 2021 Jun 24]; 47(6): e98–169. Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/STR.0000000000000098>
9. Baert I, Feys H, Daly D, Troosters T, Vanlandewijck Y. Are patients 1 year post-stroke active enough to improve their physical health? *Disability and Rehabilitation* [Internet]. 2012 [cited 2021 Jun 24]; 34(7): 574–80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21981331/>
10. Meschia JF, Bushnell C, Boden-Albala B, Braun LT, Bravata DM, Chaturvedi S, et al. Guidelines for the primary prevention of stroke: A statement for healthcare professionals from the American heart association/American stroke association. *Stroke* [Internet]. 2014 Dec 11 [cited 2021 Jun 24]; 45(12): 3754–832. Available from: [/pmc/articles/PMC5020564/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/260564/)
11. Tombaugh TN, McIntyre NJ. The Mini-Mental State Examination: A Comprehensive Review. *J Am Geriatr Soc*. 1992; 40(9): 922-35. DOI: 10.1111/j.1532-5415.1992.tb01992.x
12. Berg K, Dauphinee, SW, Williams JI . The Balance Scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehabil Med*. 1995; 27(1):27-36
13. Gladstone DJ, Danells CJ, Black SE. The Fugl-Meyer Assessment of Motor Recovery after Stroke: A Critical Review of Its Measurement Properties. *Neurorehabil Neural Repair*. 2002; 16(3): 232-240. DOI:10.1177/154596802401105171
14. Kalra L, Crome P. The Role of Prognostic Scores in Targeting Stroke Rehabilitation in Elderly Patients. *J Am Geriatr Soc*. 1993; 41(4): 396-400. DOI:10.1111/j.1532-5415.1993.tb06947.x
15. Billinger SA, Arena R, Bernhardt J, et al. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: A statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2014; 45(8): 2532-2553. DOI:10.1161/STR.0000000000000022
16. Prior PL, Suskin N. Exercise for stroke prevention. *Stroke Vasc Neurol*. 2018; 3(2): 59-68. DOI:10.1136/svn-2018-000155
17. Brogårdh C, Lexell J. Effects of cardiorespiratory fitness and muscle-resistance training after stroke. *PM R*. 2012; 4(11): 901-907. DOI:10.1016/j.pmrj.2012.09.1157
18. Carr M, Jones J, Author A, et al. Physiological effects of exercise on stroke survivors. *Top Stroke Rehabil*. 2003; 9(4): 57-64. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14523700>
19. Pang MYC, Charlesworth SA, Lau RWK, Chung RCK. Using aerobic exercise to improve health outcomes and quality of life in stroke: Evidence-based exercise prescription recommendations. *Cerebrovasc Dis*. 2013; 35(1): 7-22. DOI:10.1159/000346075
20. Prout EC, Mansfield A, McIlroy WE, Brooks D. Patients' perspectives on aerobic exercise early after stroke. *Disabil Rehabil*. 2016; 39(7): 984-690. DOI:10.3109/09638288.2016.1161833

21. Tiozzo E, Youbi M, Dave K, et al. Aerobic, Resistance, and Cognitive Exercise Training Poststroke. *Stroke*. 2015; 46(7): 2012-2016. DOI:10.1161/STROKEAHA.114.006649
22. Acar S, Demirbükten İ, Algun C, Malkoç M, Tekin N. Is hypertension a risk factor for poor balance control in elderly adults? *J Phys Ther Sci*. março de 2015; 27 (3): 901-4.
23. Abate M, Di Iorio A, Pini B, Battaglini C, Di Nicola I, Foschini N, et al. Effects of hypertension on balance assessed by computerized posturography in the elderly. *Arch Gerontol Geriatr*. agosto de 2009; 49 (1): 113-7.
24. Europe pmc [Internet]. [citado 24 de junho de 2021]. Disponível em: <https://europepmc.org/article/MED/31354419>
25. High blood pressure ; [Internet]. www.heart.org. [citado 24 de junho de 2021]. Disponível em: <https://www.heart.org/en/health-topics/high-blood-pressure>
26. Halliwill JR, Buck TM, Lacewell AN, Romero SA. Postexercise hypotension and sustained postexercise vasodilatation: what happens after we exercise? *Exp Physiol*. janeiro de 2013; 98 (1): 7-18.
27. Cardiovascular observations on Tarahumara Indian runners—the modern Spartans. *American Heart Journal*. 1o de março de 1971; 81 (3): 304-14.
28. Cardoso CG, Gomides RS, Queiroz ACC, Pinto LG, da Silveira Lobo F, Tinucci T, et al. Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. *Clinics (Sao Paulo)*. março de 2010; 65 (3): 317-25.
29. Carpio-Rivera E, Moncada-Jiménez J, Salazar-Rojas W, Solera-Herrera A. Acute effects of exercise on blood pressure: a meta-analytic investigation. *Arq Bras Cardiol*. maio de 2016; 106 (5): 422-33.
30. American Heart Association. Acessado em Junho de 2018 em <https://www.heart.org/en/health-topics/high-blood-pressure/the-facts-about-highbloodpressure/all-about-heart-rate-pulse>
31. Peçanha T, Silva-Júnior ND, Forjaz CL de M. Heart rate recovery: autonomic determinants, methods of assessment and association with mortality and cardiovascular diseases. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2014; 34 (5): 327-39.
32. Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE, Lauer MS. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *N Engl J Med*. 28 de outubro de 1999; 341 (18): 1351-7.
33. Europe pmc [Internet]. [citado 24 de junho de 2021]. Disponível em: <http://europepmc.org/article/PMC/2845242>
34. Olivier C, Doré J, Blanchet S, Brooks D, Richards CL, Martel G, Robitaille NM, Maltais DB. Maximal cardiorespiratory fitness testing in individuals with chronic stroke with cognitive impairment: practice test effects and test-retest reliability *Arch Phys Med Rehabil*. 2013; 94(11): 2277-82. doi: 10.1016/j.apmr.2013.03.016
35. Salbach MN, MacKay-Lyons M, Solomon P, Howe J, McDonald A, Bayley MT, Veitch S, Sivarajah L, Cacoilo J, Mihailidis A. The role of theory to develop and evaluate a toolkit to increase clinical measurement and interpretation of walking speed and distance in adults post-stroke *Disabil Rehabil*. 2021 16; 1-17. doi: 10.1080/09638288.2020.1867653
36. Tomczak CR, Jelani A, Haennel RG, Haykowsky MJ, Welsh R, Manns PJ. Cardiac reserve and pulmonary gas exchange kinetics in patients with stroke. *Stroke*. 1o de novembro de 2008; 39 (11): 3102-6.
37. Marsden DL, Dunn A, Callister R, Levi CR, Spratt NJ. Characteristics of exercise training interventions to improve cardiorespiratory fitness after stroke: a systematic review with metaanalysis. *Neurorehabil Neural Repair*. dezembro de 2013; 27 (9): 775-88.

Abstract

Background: Individuals post-stroke commonly presents functional and cardiorespiratory deficits besides a physical inactivity lifestyle in the chronic phase of disease. Considering this, there is a hypothesis that hemodynamic responses could be affected by motor, cognitive and cardiorespiratory deficits during the aerobic exercise. In order to identify functional conditions that can influence the aerobic performance of these individuals, correlations between functional variables and hemodynamic responses during and after the aerobic exercise were studied. As a secondary purpose, the ability of return to hemodynamic resting state were also analyzed.

Methods: In this experimental study, after being evaluated about their motor and cognitive function, balance and prognosis, forty participants underwent a 30-minute aerobic exercise session on a treadmill. Training heart rate, arterial blood pressure, oxygen pulse saturation, heart rate, and respiratory rate were measured before begin the exercise session, every five minutes during the exercise and five minutes after it.

Results: Cardiorespiratory parameters within normality limits in all phases of the exercise and the capacity of returning to the resting state were observed. Moderate inverse correlations were found between Berg Scale and oxygen pulse saturation ($r = -0.401$, $p = 0.01$), between MMSE and diastolic blood pressure ($r = -0.406$, $p = 0.009$), age and diastolic blood pressure ($r = -0.435$, $p = 0.005$) and between injury time and RR ($r = -0.454$, $p = 0.003$). Relationship between the lesion side and the 20 minutes phase of aerobic exercise was also observed ($p = 0.042$).

Conclusion: Post- stroke individuals present moderate correlation between hemodynamic and respiratory responses during aerobic exercise and balance, muscle strength, injury time, age and side of lesion. They also have the capacity to return to their cardiorespiratory and cardiovascular resting state right after the activity besides their cardiorespiratory deficits.

Keywords: stroke, aerobic exercise, heart rate, blood pressure, respiratory rate.

©The authors (2021), this article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated.