

Universidade do Vale do Paraíba
Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica

Taciana Lopes

Análise dos sinais vitais e do desempenho cardiorrespiratório de pessoas com lesão no sistema nervoso central durante a realização de um protocolo de reabilitação

São José dos Campos, SP
2022

Taciana Lopes

Análise dos sinais vitais e do desempenho cardiorrespiratório de pessoas com lesão no sistema nervoso central durante a realização de um protocolo de reabilitação

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica, como complementação dos créditos necessários para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Biomédica.

Orientadora: Prof. Dra. Fernanda Pupio Silva Lima

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE DIVULGAÇÃO DA OBRA

Ficha catalográfica

Lopes, Taciana

Análise dos sinais vitais e do desempenho cardiorrespiratório de pessoas com lesão no sistema nervoso central durante a realização de um protocolo de reabilitação / Taciana Lopes; orientadora, Fernanda Pupio Silva Lima. - São José dos Campos, SP, 2022.

1 CD-ROM, 71 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica.

Inclui referências

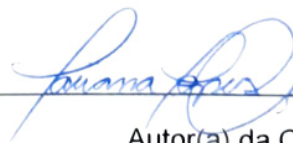
1. Engenharia Biomédica. 2. treinamento cardiorrespiratório. 3. sinais vitais. 4. sistema nervoso central. 5. lesões neurológicas. I. Lima, Fernanda Pupio Silva, orient. II. Universidade do Vale do Paraíba. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica. III. Título.

Eu, Taciana Lopes, autor(a) da obra acima referenciada:

Autorizo a divulgação total ou parcial da obra impressa, digital ou fixada em outro tipo de mídia, bem como, a sua reprodução total ou parcial, devendo o usuário da reprodução atribuir os créditos ao autor da obra, citando a fonte.

Declaro, para todos os fins e efeitos de direito, que o Trabalho foi elaborado respeitando os princípios da moral e da ética e não violou qualquer direito de propriedade intelectual sob pena de responder civil, criminal, ética e profissionalmente por meus atos.

São José dos Campos, 5 de Setembro de 2022.



Autor(a) da Obra

TACIANA LOPES

**“ANÁLISE DOS SINAIS VITAIS E DO DESEMPENHO CARDIORRESPIRATÓRIO DE
PESSOAS COM LESÃO NO SISTEMA NERVOSO CENTRAL DURANTE A
REALIZAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE REABILITAÇÃO”.**

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Paraíba - Univap, pela seguinte banca examinadora:

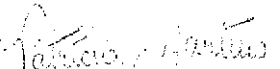
PROF.^ª DR.^ª EMÍLIA ANGELA LO SCHIAVO ARISAWA



PROF.^ª DR.^ª FERNANDA PUPIO SILMA LIMA



PROF.^ª DR.^ª PATRÍCIA SARDINHA LEONARDO MARTINS – UniEvangélica/Góias



Prof.^ª Dr.^ª Lúcia Vieira

Diretora do IP&D – Univap

São José dos Campos, 09 de maio 2022.

RESUMO

As lesões cerebrais podem provocar os maiores e mais extensos déficits funcionais no indivíduo. Dentre as doenças do sistema nervoso central podemos citar o acidente vascular encefálico, a lesão medular, o traumatismo crânio-encefálico e a paralisia cerebral. Essas doenças causam inúmeras incapacidades e limitações provocando sequelas físicas, psicológicas e emocionais. Contudo, sabemos que o exercício físico é fundamental para as pessoas e, principalmente, para o indivíduo acometido por doença no sistema nervoso central. O exercício aeróbico é uma das opções para estimular adaptações fisiológicas para que ocorram melhoras na saúde do indivíduo. Esse estudo teve como objetivo analisar os sinais vitais e o desempenho cardiorrespiratório (velocidade média atingida durante o exercício aeróbico) em sujeitos com lesão no sistema nervoso central durante um protocolo de reabilitação. No decorrer do protocolo experimental foram coletados os sinais vitais durante o repouso inicial; esforço e recuperação. Foram analisados parâmetros como pressão arterial (PA); saturação periférica de oxigênio (SpO₂); frequência cardíaca (FC) e escala de percepção subjetiva de esforço (BORG). Foi realizado um programa de reabilitação cardiorrespiratória com 14 voluntários, 2 vezes por semana, em dias alternados, durante 12 semanas, totalizando 24 sessões de terapia, sendo que cada sessão teve duração aproximada de 1 hora. A intervenção fisioterapêutica foi dividida nas seguintes etapas: exercício aeróbico contínuo ou intervalado, de acordo com a prévia do teste de caminhada de 6 minutos; fortalecimento muscular de membros inferiores; exercícios respiratórios; relaxamento e orientações domiciliares. Verificou-se que no repouso comparando a FC de recuperação (FC_{rec}) pós-exercício com a FC inicial (FC_i) de cada terapia, teve uma diferença estatística ($p < 0,05$) em que a FC_{rec} foi maior que a FC_i e que, mesmo após o repouso, não retornou aos valores basais; por sua vez, a FC_i durante o repouso ao longo de todo tratamento, apresentou redução significativa da FC_i ($p < 0,05$). Durante o teste foi constatado, pela análise estatística, que o desempenho se comportou em fases (fase inicial, intermediária, final), sendo que o resultado mais satisfatório ocorreu na fase final, a partir da 14^a sessão. Observou-se também que todos os indivíduos apresentaram um aumento do desempenho cardiorrespiratório tanto nos valores brutos quanto normalizados, sendo que, considerando a média geral, houve aumento significativo de 30% entre a fase inicial e final. Na FC, durante o esforço, também observou-se aumento significativo dos valores, porém de apenas de 6%. Assim, foi possível verificar que após a reabilitação cardiorrespiratória, a FC_i diminuiu, ocorreu melhora do desempenho cardiorrespiratório sem grandes variações de FC, PA e SpO₂ durante o esforço, demonstrando que o tratamento foi benéfico e seguro para os voluntários com lesão do sistema nervoso central participantes desse estudo.

Palavras-chaves: treinamento cardiorrespiratório; sinais vitais; sistema nervoso central; lesões neurológicas.

Analysis of vital signs and cardiorespiratory performance of people with central nervous system injury during a rehabilitation protocol.

ABSTRACT

Brain injuries can cause the greatest and most extensive functional deficits in the individual. Among the diseases of the central nervous system, we can mention stroke, spinal cord injury, traumatic brain injury and cerebral palsy. These diseases cause numerous disabilities and limitations causing physical, psychological and emotional sequelae. However, we know that physical exercise is essential for people and, mainly, for the individual affected by disease in the central nervous system. Aerobic exercise is one of the options to stimulate physiological adaptations to improve the individual's health. This study aimed to analyze performance (average velocity reached during aerobic exercise) and vital signs in a cardiorespiratory rehabilitation protocol in subjects with central nervous system diseases. During the experimental protocol, vital signs were collected during the initial rest; effort and recovery. Parameters such as blood pressure (BP); peripheral oxygen saturation (SpO₂); heart rate (HR) and perceived exertion scale (BORG). A cardiorespiratory rehabilitation program was carried out with 14 volunteers, twice a week, on alternate days, for 12 weeks, totaling 24 therapy sessions, with each session lasting approximately 1 hour. The physical therapy intervention was divided into the following stages: continuous or interval aerobic exercise, according to the previous 6-minute walk test; muscle strengthening of lower limbs; breathing exercises; relaxation and home orientations. It was found that at rest, comparing the post-exercise recovery HR (HR_{rec}) with the initial HR (HR_i) of each therapy, there was a statistical difference ($p < 0.05$) in which the HR_{rec} was greater than the HR_i and that, even after rest, did not return to baseline values; in turn, HR_i during rest throughout the treatment, showed a significant reduction in HR_i ($p < 0.05$). During the test, it was verified, by the statistical analysis, that the performance behaved in phases (initial, intermediate, final phases), with the most satisfactory result occurring in the final phase, from the 14th session. It was also observed that all individuals showed an increase in performance both in gross and normalized values, considering that, considering the general average, there was a significant increase of 30% between the initial and final phases. In HR, during effort, a significant increase in values was also observed, but only by 6%. Thus, it was possible to verify that after cardiorespiratory rehabilitation, HR_i decreased, there was an improvement in performance without major variations in HR, BP and SpO₂ during exercise, demonstrating that the treatment was beneficial and safe for the volunteers with central nervous system injury participating. of that study.

Keywords: cardiorespiratory training; vital signs; central nervous system; neurological injuries.

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a Deus, fonte do verdadeiro amor que cuida de tudo e todos com grande harmonia, e que me possibilitou contar com pessoas que me apoiaram, colaboraram e compreenderam cada momento da minha caminhada nesta fase.

Dedico de todo meu coração,

Aos meus pais, Eduardo e Rita;

Meu irmão Rodrigo,

Minhas irmãs Adriana e Marina,

Meu sobrinho Diego e sua esposa Mariane,

Minhas sobrinhas Laiana, Clara, Maria Julia, Lorena;

Aos meus avós paternos e maternos (in memoria).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me presenteou com a oportunidade de realizar esse Mestrado, o qual representa um sonho desde minha primeira graduação (2007), dentre os desafios e obstáculos que surgiram nessa etapa, pude sempre contar com a presença de Deus através de pessoas e situações que me orientaram, e me acalmaram, incentivando sempre a prosseguir.

À minha orientadora Profa. Dra. Fernanda Pupio Silva Lima, pela paciência e dedicação na orientação desde o projeto até a finalização da pesquisa. Obrigada pela confiança e desafio em me orientar.

Deus sabe do desafio que foi iniciar essa etapa no ano em que fomos acometidos por uma pandemia do Coronavírus, e diante toda a minha caminhada, pude contar com a valiosa colaboração de uma grande profissional e colega que me auxiliou em todos os momentos, grata pelo seu auxílio Ana Paula Pinto. Não posso deixar de agradecer também uma colega que desde o início teve muita paciência e sempre me ajudou, obrigada Aline Lanziloti.

Coloco em destaque o Prof. Dr. Sergio Takeshi, que desde que o conheci foi um instrumento motivador pelo conhecimento e aprimoramento das habilidades necessárias para cada vez enobrecer minha profissão, suas palavras sempre foram para eu crescer profissionalmente e principalmente como pessoa.

Agradeço especialmente minha querida amiga Profa. Ms. Camila Fornaciari, que me apoiou desde o início desse ciclo com paciência e grande sorriso nos lábios. Desejo a você todo sucesso.

Essa jornada, sem amigos, não seria fácil, então, agradeço aqui minhas queridas amigas de sempre, Flávia pelas palavras acolhedoras; Sílvia que representa a alegria de viver; Luiza e Lucila pelas palavras de apoio; e também uma amiga muito querida que Deus me apresentou por algum propósito nessa caminhada, Betina agradeço de coração por todas as conversas. Agradeço também ao Prof. Felipe Vilela, uma pessoa muito especial que me ajudou nos dias em que precisei me ausentar dos atendimentos em nosso local de trabalho; obrigada por me mostrar que a vida pode ser mais simples do que imagino. Aos meus pacientes, agradeço pela compreensão nos dias em que não estava presente.

Ao corpo docente e funcionários da instituição, em especial ao Prof. Dr. Mário de Oliveira Lima, que me apoiou na concretização desse sonho, estando sempre pronto a me ajudar.

À Universidade do Vale do Paraíba – Univap e ao Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento – IP&D por proporcionar um excelente curso de mestrado, desde a secretaria por meio da Mirian e Nancy, até o corpo docente.

À coordenação de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo apoio financeiro.

“Quando seus talentos encontram as necessidades do mundo, ali está a sua
VOCAÇÃO”.

Aristóteles

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Alterações cardíacas, respiratórias e musculares provocadas pelo Acidente Vascular Encefálico (AVE); Taumatismo Crânio encefálico (TCE); Lesão Medular (LM) e Paralisia Cerebral (PC)	32
QUADRO 2: A média dos sinais vitais referente às 24 sessões de todos os voluntários.....	45

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Treino contínuo	39
FIGURA 2: Treino intervalado	40
FIGURA 3: Exemplo de progressão de carga.....	41
FIGURA 4: Frequência cardíaca no Repouso inicial x Repouso final.....	45
FIGURA 5: Demonstração da Carta de controle	46
FIGURA 6: Frequência cardíaca média no Repouso inicial x Sessões.....	46
FIGURA 7: - Gráfico do desempenho cardiorrespiratório normalizado em %.....	47
FIGURA 8: – Gráfico Carta de controle, estatística do desempenho cardiorrespiratório do paciente (A.P.J) em função das sessões.	48
FIGURA 9: Comparação do desempenho cardiorrespiratório do paciente A.P.J na Fase inicial x Fase final.....	49
FIGURA 10: Desempenho cardiorrespiratório no tratamento x fases.....	49
FIGURA 11: Frequência cardíaca média no Tratamento x Fases.	50
FIGURA 12: Média Pressão Sistólica	51
FIGURA 13: SpO2% no Tratamento x Fase	53

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Características dos pacientes.....	43
TABELA 2: Resultados do teste de caminhada 6 minutos.	44
TABELA 3: Médias da saturação inicial, saturação durante resistência aeróbica	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVE: Acidente vascular encefálico

LM: Lesão medular

TCE: Traumatismo crânio encefálico

PC: Paralisia cerebral

FC: Frequência cardíaca

PAS: Pressão arterial sistólica

PAD: Pressão arterial diastólica

SpO₂: Saturação periférica de oxigênio

TC6: Teste caminhada de 6 minutos

FC_{máx}: Frequência cardíaca máxima

METS: Unidade metabólica

VO₂ máx: Consumo máximo de oxigênio

BORG: Escala de percepção subjetiva de esforço

MASC: Masculino

FM: Feminino

FCR_i: Frequência cardíaca de repouso inicial

FCR_f: Frequência cardíaca de repouso final

LISTA DE SÍMBOLOS

®: Marca registrada

±: Desvio padrão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 OBJETIVOS.....	23
2.1 Objetivo geral.....	23
2.2 Objetivos específicos.....	23
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	24
3.1 Doenças neurológicas.....	24
3.1.1 <i>Acidente Vascular Encefálico</i>	24
3.1.2 <i>Lesão Medular</i>	26
3.1.3 <i>Paralisia Cerebral</i>	27
3.1.4 <i>Traumatismo cranioencefálico</i>	28
3.2 Exercícios aeróbicos.....	29
3.3 Carta de controle.....	33
4 METODOLOGIA.....	35
4.1 Amostra.....	35
4.2 Critérios de inclusão.....	35
4.3 Critérios de exclusão.....	36
4.4 Método de avaliação.....	36
4.5 Protocolo de Reabilitação.....	38
4.5.1 <i>Treino Aeróbico</i>	39
4.5.1.1 <i>Treino Aeróbico Contínuo</i>	39
4.5.1.2 <i>Treino Aeróbico Intervalado</i>	39
4.5.2 <i>Fortalecimento muscular</i>	40
4.5.3 <i>Exercícios respiratórios</i>	41
4.5.4 <i>Relaxamento</i>	41
4.5.5 <i>Orientações</i>	41
4.6 Análise dos dados.....	42
5 RESULTADOS.....	43
5.1 Análises do comportamento dos sinais vitais no repouso inicial e final.....	44
5.2 Análises do desempenho cardiorrespiratório e sinais vitais durante o protocolo.....	47
5.2.1 <i>Análise do desempenho cardiorrespiratório durante o protocolo</i>	47
5.2.2 <i>Análise da frequência cardíaca durante o protocolo</i>	50
5.2.3 <i>Análise da pressão arterial sistólica e diastólica durante o protocolo</i>	51
5.2.4 <i>Análise da saturação durante o protocolo</i>	52
6 DISCUSSÃO.....	54
7 CONCLUSÃO.....	59
REFERÊNCIAS.....	60
APÊNDICE A -TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE	69
ANEXO A - ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (BORG).....	73
APÊNDICE – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	69
ANEXO A – ESCALA E PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (BORG).....	72

1 INTRODUÇÃO

As lesões cerebrais causam alterações fisiológicas, bioquímicas e anatômicas (KLEIM, 2011). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), mais de um bilhão de pessoas no mundo apresentam alguma forma de deficiência, podendo este número aumentar exponencialmente nos próximos anos devido ao envelhecimento da população (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2011).

Dentre as doenças do sistema nervoso central pode-se citar o acidente vascular encefálico (AVE), a lesão medular, o traumatismo crânio-encefálico e a paralisia cerebral.

O Acidente Vascular Encefálico (AVE) é a segunda principal causa de óbito em todo o mundo, acometendo 5,7 milhões de pessoas por ano. Até 2030, esse número poderá atingir 8 milhões (CABRAL, 2009; STRONG; MATHERS; BONITA, 2007). No Brasil, apesar da diminuição da incidência de mortalidade, as doenças crônicas não transmissíveis, sendo o AVE a mais importante, representam a principal causa de mortalidade e internações no Sistema Único de Saúde, gerando grande impacto econômico e social (ALMEIDA, 2012).

Apesar da escassez de dados relacionados aos índices de AVE no Brasil, um inquérito epidemiológico de base domiciliar, realizado pela Pesquisa Nacional de Saúde em 2013, estimou 2.231.000 pessoas com AVC e 568.000 com incapacidade grave. Com relação a prevalência observou-se pontual 1,6% em homens e 1,4% em mulheres, e a de incapacidade 29,5% em homens e de 21,5% em mulheres. A prevalência aumentou com a idade, nos menos escolarizados, residentes da zona urbana, sem diferenças pela cor da pele autodeclarada (BENSENOR *et al.*, 2015).

O AVE é caracterizado por comprometimento focal ou difuso do tecido nervoso secundário a uma alteração vascular. Pode ter origem isquêmica com interrupção do aporte sanguíneo e de nutrientes, ou origem hemorrágica pelo extravasamento de sangue. A gravidade da lesão relaciona-se diretamente com o local e extensão do comprometimento. A perda da funcionalidade ocorre contra lateralmente ao lado lesado, evoluindo de flacidez e hipotonia muscular, no seu estágio mais agudo, para hipertonia, rigidez e/ou distúrbios de movimento voluntário, no estágio mais crônico (ALMEIDA, 2012).

A principal sequela após lesão do neurônio superior é chamada de espasticidade, sendo causada por um mecanismo de plasticidade natural do

organismo. Devido ao acúmulo de glutamato, produzido pelos corpos neuronais lesados, os neurônios localizados nas proximidades são estimulados, sofrem brotamento e, conseqüentemente, hiperativam o fuso muscular. Essa tentativa de reorganização do SNC aumenta a tonicidade muscular basal, o que recebe o nome de hipertonia (FERRARI *et al.*, 2001). A Hipertonia altera o sinergismo muscular e dificulta o torque excêntrico dos músculos antigravitacionais, evidenciando a fraqueza muscular (CHINELATO; PERPÉTUO; BECK, 2010). A hipertonia é acompanhada de hiperatividade dos reflexos miotáticos e cutâneos, clônus e sinais neurológicos como Babinski e Chaddock (PONTES *et al.*, 2000; PORTELLA *et al.*, 2004).

Entre o 21° e 61° mês após o AVE, o número de unidades motoras é reduzido pela metade, sendo estas unidades musculares mais fadigáveis, gerando importante déficit na resistência muscular (TEIXEIRA-SALMELA, 2000). Há alteração no comprimento e quantidade de fibras musculares pela alteração da propriedade visco elástica, aumento do gasto energético para realização de movimentos dinâmicos, na produção de ácido láctico e na utilização de glicogênio muscular, bem como diminuição da síntese de ácidos graxos (TEIXEIRA-SALMELA *et al.*, 2000; NEVES *et al.*, 2016). A somatória de todos esses fatores tem impacto direto na qualidade de vida e na execução de atividades de vida diária e autocuidado.

A lesão medular, ou traumatismo raquimedular, é outra lesão do SNC responsável por mortalidade e morbidades. As estimativas da incidência da lesão medular variam por todo o mundo. Na Finlândia e Austrália, a prevalência foi estimada em 280 e 681 novos casos por milhão de habitantes, respectivamente (FURLAN; FEHLINGS, 2008). Nos Estados Unidos, é estimado um número de 83 casos por milhão de pessoas, com registro de 12.000 novos casos por ano (MORAWIETZ; MOFFAT, 2013; COVARRUBIAS-ESCUADERO *et al.*, 2019). O coeficiente de incidência da lesão medular no Brasil é desconhecido e não há dados precisos sobre sua incidência e prevalência, já que esta condição não é sujeita a notificação. Estima-se que ocorram a cada ano no país mais de 10 mil novos casos de lesão medular, sendo o trauma causa predominante, 80% das vítimas homens e 60% mulheres, com idade variando entre 10 e 30 anos (CAMPOS *et al.*, 2008).

A lesão medular é caracterizada por comprometimento parcial ou total da medula espinhal, podendo levar a alterações nas funções motoras e déficits sensitivos nos segmentos corporais localizados abaixo do nível da lesão, além de

alterações viscerais, autonômicas, disfunções vasomotoras, esfínterianas, sexuais e tróficas. Pode resultar em paraplegia, descrita pelo comprometimento dos membros inferiores e por tetraplegia, no qual há o comprometimento dos quatro membros (CEREZETTI *et al.*, 2012).

O número de indivíduos com lesões medulares vem aumentando nos últimos anos, fato este atribuído a causas externas de origem traumática, como acidentes de trânsito, ferimento por armas de fogo, quedas e mergulhos em águas rasas. As causas de origem não traumática correspondem a 20% no número total de casos, exemplificados por doenças degenerativas, tumores intra e extra-medular, estenose do canal medular, deformidades ósseas, processos infecciosos e autoimune (BRASIL, 2013).

As lesões medulares são descritas por acometimento de medula, cone medular e/ou cauda equina, gerando disfunções motoras, sensitivas e autonômicas. Por se tratar de um fator de grande impacto, as lesões medulares promovem também alterações psicoafetivas, devido limitações funcionais e o afastamento social (CAMPOS *et al.*, 2008).

Segundo a ASIA, pode-se caracterizar como lesão completa a ausência total das funções sensitiva, motora e/ou autonômica abaixo do nível da lesão, inclusive nos níveis sacrais, enquanto a preservação de alguma função abaixo do nível de lesão é caracterizada como incompleta (TORRECILHA *et al.*, 2014).

Alterações autonômicas dificultam o controle de diferentes vísceras, e a gravidade dessa disfunção se relaciona com a localização e gravidade da lesão. A função autonômica alterada combinada com a inatividade física resulta em modificação adaptativa vascular periférica e do coração (FURLAN; FEHLINGS, 2008). Evidências científicas mostram que lesões médio-torácico (T5) estão associadas a arritmias e aumento a estimulação simpática para o coração, enquanto lesões torácicas altas (T3) prejudicam a contratilidade cardíaca e resultam em atrofia cardíaca (WEST *et al.*, 2012).

O traumatismo crânio-encefálico (TCE) se encaixa nas doenças adquiridas do SNC. É considerado um problema de saúde mundial com alta mortalidade e morbidade. A fisiopatologia do TCE envolve traumas de origem primária, que são as lesões iniciais no tecido cerebral, e cascatas de lesão secundária multifatorial, como estresse oxidativo, apoptose e neuroinflamação (XU *et al.*, 2018).

O Centro de Controle e Prevenção de Doenças dos Estados Unidos estima cerca de 500 casos de TCE por 100.000 pessoas ao ano. Os mecanismos de lesões mais comuns são as quedas nos indivíduos menores de 15 e maiores de 65 anos, acidentes automobilísticos entre os jovens adultos de 15 a 35 anos, assaltos, esportes de contato e população militar (VOSS *et al.*, 2015; CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, 2016).

As sequelas pós-TCE variam com a região afetada. A disfunção do lobo frontal é comum e resulta em déficits de funcionamento executivo. A função executiva envolve habilidades como controle de atenção e uma memória para planejamento apropriado, resolução de problemas e processamento de informações. Essas habilidades são necessárias para o sucesso no avanço da independência funcional, impulsividade e perseverança. As alterações emocionais podem ser exibidas como depressão, ansiedade, irritabilidade e até mesmo agressão, levando a preocupações de segurança para o paciente e outras pessoas ao seu redor (CATROPPA; ANDERSON, 2006; POPERNACK; GRAY; REUTER-RICE, 2015).

As disfunções motoras podem resultar em parestesia, flacidez, tremores ou espasticidade, alteração de coordenação e propriocepção ou equilíbrio, o que impede a capacidade de realizar atividades da vida diária. Alterações na sensibilidade podem produzir comprometimento auditivo ou visual, bem como percepção alterada do tato, com neuropatias e parestesias resultando em dor ou desconforto (POPERNACK; GRAY; REUTER-RICE, 2015).

Muitos autores relatam a capacidade de adaptação do Sistema Nervoso após uma lesão. A neuroplasticidade é definida pela capacidade que o tecido nervoso tem de se reorganizar dinamicamente e estruturalmente a partir de estímulos apropriados, alterando a produção de neurotransmissores, a arquitetura do córtex e a representação ou mapa cortical. As conexões nervosas podem ser remodeladas a qualquer momento, sendo estas mais intensas nos primeiros anos de vida, e são moduladas a partir do ambiente em que estamos inseridos e do processo de aprendizagem e memória individual. Essa reorganização pode facilitar a recuperação da função perdida e estimular a funcionalidade a partir da intensidade, frequência, grau de dificuldade e repetição do treinamento tarefas específicas (ORCZYKOWSKI *et al.*, 2018; BORELLA, SACCHELLI, 2009).

A função e capacidade cardiorrespiratória são essenciais para a realização de qualquer tipo de atividade física (ARAÚJO; ARAÚJO, 2000). Segundo *American*

College of Sports Medicine (1998), a aptidão física corresponde a pilares definidos como aptidão cardiorrespiratória, composição corporal, força e *endurance* muscular e flexibilidade, e é descrita pela capacidade de desempenhar níveis moderados e intensos de atividade física sem fadiga exagerada e a manutenção dessa capacidade ao longo da vida. Para elaboração de um programa de exercício eficiente é necessária a combinação de frequência, intensidade e duração do estímulo.

É importante ressaltar que o exercício aeróbio além de melhorar a aptidão cardiorrespiratória traz também benefícios no nível do sistema nervosa central. Alguns estudos da literatura demonstraram que a prática da atividade aeróbia resulta no aumento da atividade cortical e da memória de trabalho, um sistema executivo importante para execução de tarefas que envolvem recursos limitados que armazenam, mantêm e atualizam, temporariamente e simultaneamente informações (BADDELEY, 2003; LI *et al.*, 2014).

O fator neurotrófico derivado do cérebro é essencial para o desenvolvimento e a sobrevivência neuronal, a plasticidade sináptica e a função cognitiva, sendo que a desregulação desse neurotransmissor vem sendo proposto como responsável pelo aparecimento de doenças neurodegenerativas, como a doença de Alzheimer e transtornos neuropsiquiátricos, como a esquizofrenia, estresse e depressão (SOWA-KUCMA *et al.*, 2008; TRAVAGLIA; LA MENDONA, 2017).

Na revisão realizada por Silva e Arida (2015) foi citado um estudo clínico com jovens-adultos em que a melhor aptidão física estava associada com o melhor desempenho cognitivo, demonstrando assim uma relação entre aptidão física e cognição (VOSS *et al.*, 2011).

Importantes alterações cardiovasculares e metabólicas podem ser geradas pela limitação motora. A baixa resistência ao exercício pode ser atribuída à diminuição do recrutamento muscular, redução da capacidade oxidativa e resistência aeróbica e aumento do gasto energético (SOUZA *et al.*, 2011).

As intervenções voltadas para a reabilitação evoluíram nas últimas décadas, tendo sempre como objetivo principal restaurar as habilidades funcionais do indivíduo por meio do aprendizado ativo (STOKES, 2000 *apud* MAKI, 2005). Novas técnicas vêm sendo adicionadas a terapia convencional, com o intuito de otimizar o rendimento do paciente principalmente no que diz respeito a marcha. O treinamento aeróbico, treino de marcha com ou sem suspensão do peso corporal, caminhada na

esteira, e o fortalecimento muscular são citados por Ovando *et al.* (2010) como exemplo.

A aptidão cardiorrespiratória em pacientes com sequela de AVE é relativamente menor, com valores entre 50 e 60%, se comparado com normativas de sexo e idade de indivíduos saudáveis. Além de ajudar na prevenção de comorbidades secundárias, o exercício aeróbico pode ser um importante componente dentro do programa de reabilitação (BAERT *et al.*, 2012).

Segundo Combs-Miller *et al.* (2014), 60 a 80% dos indivíduos após AVE recuperam a capacidade de deambulação após intervenção fisioterapêutica. Porém Nascimento *et al.* (2015) relataram assimetria, diminuição do comprimento da passada e cadência, com velocidade médias de caminhada relativamente menores, variando de 0,4 a 0,8 m/s, em comparação com 1,0 a 1,2 m/s em adultos saudáveis e idosos. Estudos atuais investigam variados programas de treinamento de marcha, realizados em esteira com ou sem suporte de peso corporal. O treinamento na esteira fornece maior repetição e maior intensidade da tarefa específica, uma vez que pacientes com sequela de AVE podem praticar até 1.000 passos em 20 minutos se comparados com apenas 50 ou 100 passos durante o mesmo período de uma sessão de fisioterapia convencional (HESSE; WERNER, 2003).

Maiores expectativas de vida associados a grandes avanços na área médica abriram leques importantes dentro do processo de reabilitação, no que diz respeito à estimulação da funcionalidade e melhora do desempenho nas atividades de vida diária e autocuidado em pessoas com lesão medular incompleta. Porém, a diminuição da capacidade de andar continua sendo uma das mais importantes sequelas (WESSELS *et al.*, 2010).

A lesão medular promove alterações importantes no sistema autonômico, mais precisamente no controle cardiovascular (GOLLIE *et al.*, 2017). As doenças cardiovasculares são a principal causa de morbidade e mortalidade na população lesada medular, sendo estes três a quatro vezes mais propensos a sofrer infarto do miocárdio e acidente vascular cerebral, quando comparados com indivíduos saudáveis. O controle cardiovascular autonômico deficitário resulta em consequências, como a hipotensão crônica, remodelação cardíaca, instabilidade hemodinâmica e disreflexia autonômica (POPOK *et al.*, 2017).

Na terapia convencional, os indivíduos com lesão medular muitas vezes ficam limitados a exercícios de membro superior, no entanto, o estímulo de tal exercício

pode ser insuficiente para promover adaptações hemodinâmicas, cardíacas e vasculares (WEST *et al.*, 2012).

Morawietz e Moffat (2013) relatam que técnicas de treinamento com suporte de peso corporal se mostram promissoras no restabelecimento da função de marcha, promovendo maior segurança e com menos risco de queda. No entanto, pouco se sabe sobre o momento ideal, bem como a intensidade e frequência de treinamento. Diferentes abordagens podem desempenhar papéis variados em diferentes estágios da reabilitação.

Indivíduos que sofreram o TCE podem encontrar obstáculos relacionados à própria lesão, questões pessoais e ambientais, que levam à inatividade física prolongada. A baixa aptidão cardiorrespiratória decorre do comportamento sedentário prolongado, o que agrava ainda mais a intolerância a atividade física, até atividades de pequenos esforços (HUNTER *et al.*, 1990; MOSSBERG; KUNA; MASEL, 2002; CHIN *et al.*, 2015).

O treinamento físico aeróbico é comumente utilizado para melhorar a aptidão cardiorrespiratória na população geral, incluindo vários grupos de doenças. Porém, o uso de treinamento físico aeróbico em indivíduos com TCE não é comumente estudado. Na revisão de literatura de Hassett *et al.* (2008) foi demonstrado que os estudos obtiveram resultados mistos em relação aos benefícios do exercício aeróbio para pacientes com TCE, e que não era certo que o exercício aeróbio melhorava a aptidão cardiorrespiratória.

Chin e colaboradores (2015) realizaram um programa de treinamento aeróbio supervisionado por 12 semanas em pacientes com TCE. Após o programa, os autores verificaram que houve melhoras na aptidão cardiorrespiratória e na fadigabilidade. Neste estudo foi demonstrado a importância de realizar o exercício na intensidade correta para cada indivíduo, de acordo com as diretrizes da área.

Portanto, acredita-se que os resultados provenientes da pesquisa serão de suma importância para a validação de um protocolo eficiente de treinamento cardiorrespiratório em pacientes com lesão neurológica adquirida, e para avaliação dos seus efeitos positivos no sistema cardiovascular, musculoesquelético, na funcionalidade e qualidade de vida.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar o desempenho cardiorrespiratório (velocidade média atingida durante o exercício aeróbico) e os sinais vitais em um protocolo de reabilitação cardiorrespiratória em sujeitos com doenças no sistema nervoso central.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar a pressão arterial sistólica e diastólica, saturação periférica de oxigênio, frequência cardíaca e esforço através da escala de Borg, nas fases de repouso, esforço e descanso durante treinamento cardiorrespiratório em pessoas portadoras de Acidente vascular encefálico, Traumatismo crânio encefálico, Lesão medular e Paralisia cerebral.

- Avaliar o desempenho cardiorrespiratório por meio da velocidade média atingida durante o exercício aeróbico.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Doenças neurológicas

A seguir, serão descritas informações sobre as quatro doenças que acometem o sistema nervoso central, estudadas nessa pesquisa: Acidente Vascular Encefálico, Lesão Medular, Paralisia Cerebral e Traumatismo Crânio Encefálico.

3.1.1 Acidente Vascular Encefálico

É considerado um dos principais problemas de saúde pública mundial, e a segunda causa de óbito em adultos no mundo. Com incidência de 13,7 milhões de casos por ano, estima-se que 1 em cada 4 pessoas maiores de 25 anos terão AVC durante a vida. No Brasil a população idosa, terá crescimento exponencial em 2020, passando de 28,3 milhões (13,7%) para 52 milhões (23,8%) em 2040, o que representa quase um quarto da população do país. Em decorrência, doenças próprias da velhice têm mostrado elevado crescimento, destacando-se dentre elas o AVE (VAZ, *et al.*, 2020; DUTRA, *et al.*, 2017; FERREZIN, 2020).

De acordo com estudos, essa doença afeta, em sua maioria, pessoas idosas acima de 65 anos, provocando alto índice de mortalidade e piora na qualidade de vida dessa população comparada com as pessoas mais jovens que sofrem AVE. Apesar da maior incidência ocorrer no sexo masculino, as mulheres têm maior prevalência geral de AVE, em virtude desse sexo ter maior longevidade. (O'REILLY; McCULLOUGH, 2018). Em contrapartida, pesquisas recentes apontam que cerca de 10 a 20% desses eventos afetam jovens de 18 a 50 anos, e esse índice vem aumentando globalmente (BOOT, *et al.*, 2020).

Segundo pesquisas, no Brasil a incidência anual é de 108 casos por 100 mil habitantes, taxa de fatalidade aos 30 dias de 18,5% e aos 12 meses de 30,9%, sendo o índice de recorrência após um episódio de AVE de 15,9% (DUTRA *et al.*, 2017). Além de se destacar como uma das principais causas de óbito no Brasil, também pode apresentar um alto índice de incapacidade, estudos apontam que 70% das pessoas que sofrem AVE ficam incapacitados a voltar para as suas atividades laborais e 50% tem dificuldade em realizar suas atividades rotineiras (CARVALHO *et al.*, 2019).

AVE é descrito como uma doença incapacitante provocando ao indivíduo dependências em suas atividades durante meses, anos ou até mesmo por toda vida após a lesão. As manifestações clínicas estão relacionadas com a área e a extensão da lesão cortical, que influencia diretamente na evolução do indivíduo acometido (VOOS; VALLE, 2008).

Decorrente de alteração vascular, AVE é classificado como Isquêmico, quando há interrupção do aporte sanguíneo e nutrientes e o Hemorrágico, quando ocorre o rompimento dos vasos sanguíneos provocando o extravasamento de sangue. Os dois casos, geram déficit do suprimento sanguíneo neuronal, provocando a morte das células nervosas (VAZ *et al.*; 2020). A principal sequela após a lesão do neurônio motor superior é a espasticidade, desordem motora que provoca a diminuição da amplitude de movimento, dificuldade em realizar movimentos voluntários, redução da capacidade funcional, dor, e aumento do gasto energético (MARQUES *et al.*, 2014).

Os primeiros sinais clínicos após a lesão se dão por uma flacidez e hipotonia muscular, podendo variar desde períodos curtos até meses. Em consequência ao acúmulo de glutamato produzidos pelos corpos neuronais lesados, os neurônios que estão próximos da lesão são estimulados, sofrem brotamento resultando numa hiperativação do fuso muscular. Essa tentativa de reorganização do SNC faz com que haja um aumento anormal do tônus muscular gerando hipertonia, alteração descrita pela hiperexcitabilidade neuronal (alfa e gama), provocando aumento da velocidade-dependente da resistência ao alongamento passivo, sinal de Babinsk, clônus, hiperreflexia e espasmos involuntários (FERRARI, *et al.*, 2001; SOUZA, *et al.*, 2011)

Alterações no sistema musculoesquelético como contraturas, encurtamentos, diminuição e/ou perda de força muscular, dor, acontecem em decorrência a espasticidade, interferindo nas habilidades motoras, provocando incapacidades funcionais levando a comprometimento em realizar até mesmo suas atividades básicas do dia a dia, afetando sua independência e autonomia e conseqüentemente sua qualidade de vida (IWABE; DIZ; BARUDY, 2008).

3.1.2 Lesão Medular

A lesão medular é uma condição neurológica caracterizada por comprometimento total ou parcial das funções motoras, sensoriais e/ou autonômicas, tendo como seqüela a paraplegia ou tetraplegia e provocando alterações no estilo de vida (FARIA *et al.*, 2005).

Conforme o nível medular da lesão o indivíduo pode tornar-se paraplégico ou tetraplégico. A paraplegia refere-se à perda das funções motoras e/ou sensoriais dos segmentos torácicos, lombares ou sacrais da medula (T1 e S4-5), com preservação somente dos membros superiores (SOARES *et al.*, 2016). A tetraplegia ocasiona lesões na região cervical (entre C2 e C8) com perda sensório-motora, levando ao comprometimento fisiológico do sistema respiratório, cardíaco, urinário, circulatório, sexual e reprodutor (MAIOR, 2021).

A escala de classificação da *American Spine Injury Association* (ASIA) categoriza a lesão em limiares de A a E, a partir da avaliação da motricidade e sensibilidade, sendo estas (NEVES *et al.*, 2007):

- A- Lesão completa (não existe função motora e sensitiva nos segmentos medulares abaixo da lesão, incluindo os segmentos sacrais);
- B- Lesão incompleta (sensibilidade total ou parcialmente preservada com extensão através dos segmentos sacrais S4-S5, sem função motora abaixo do nível neurológico);
- C- Lesão incompleta (função motora preservada abaixo do nível da lesão com a maior parte dos músculos-chave abaixo do nível neurológico apresentando um grau de força muscular menor que 3);
- D- Lesão incompleta (função motora preservada abaixo do nível da lesão com a maior parte dos músculos-chave abaixo do nível neurológico apresentando um grau de força muscular maior ou igual a 3).
- E- Função normal (função motora e sensitiva normais).

A lesão medular pode ser classificada como traumática (acidente automobilístico, mergulho em água rasa, ferimentos por arma de fogo, quedas), ou não traumáticas (tumores, infecções, doenças degenerativas, dentre outros) (GRILO *et al.*, 2018).

Esse acometimento pode ser considerado um problema de saúde pública no Brasil e representa considerável causa de morbi/mortalidade mundial, tendo como o principal público acometido os indivíduos jovens (entre 20 e 24 anos) do sexo masculino, hígidos e economicamente ativos. No Brasil, aproximadamente 11.300 são acometidos por TRM por ano, situação que classifica 71 novos casos por ano por milhão de habitantes. Estima-se que a incidência global ocorre entre 40 a 80 novos casos (250.00 e 500.00 respectivamente) por milhão de habitantes (MAIOR, 2021).

3.1.3 Paralisia Cerebral

A encefalopatia crônica não progressiva é uma doença que também afeta o sistema nervoso central no período da maturação estrutural e funcional. Mais conhecida como paralisia cerebral, sua etiologia é multifatorial, pode ocorrer no período pré-parto (gestação), perinatal (parto– 7 dias de vida), e pós-natal (recém-nascido– 1ª infância). Pode decorrer por malformações cerebrais, infecções congênitas, hipóxia intrauterina, exposição a agentes tóxicos, desnutrição, gravidez múltipla, síndromes convulsivas, causas metabólicas, tumores, hipóxia, dentre outros (BINHA; MACIEL; BEZERRA, 2018; MANCINI *et al*, 2002; GUIMARÃES *et al*, 2014).

A incidência nos países em desenvolvimento chega a 7/1.000 nascidos vivos, considerados todos com grau de PC (BINHA; MACIEL; BEZERRA, 2018). No Brasil não há dados conclusivos sobre a incidência, mas estima-se que haja o surgimento de 17.000 novos casos da patologia por ano (GUIMARÃES *et al*, 2014).

PC pode ser classificada por dois critérios, o comprometimento motor em que irá resultar na topografia, sendo: quadriparesia e quadriplegia, hemiparesia e hemiplegia, diparesia e diplegia, e pelas alterações clínicas do tônus muscular, produzindo uma desordem de movimento do tipo discinético e atetoide, espástico, hipotônico, atáxico e misto (GUIMARÃES *et al* 2014; MANCINI *et al*, 2002).

Como foi descrito acima, uma das causas da paralisia cerebral é a hipóxia, ocorrendo de forma intrauterina ou período perinatal levando a criança ter um AVE, provocando não só comprometimento motor, mas também ocasionar outras deficiência associadas como o comprometimento cognitivo e episódios de epilepsia, dificultando ainda mais o desenvolvimento da criança (ZANINI; CEMIN; PERALLES, 2009).

3.1.4 Traumatismo cranioencefálico

O traumatismo cranioencefálico é considerado qualquer tipo de lesão que afeta o crânio, encéfalo ou seus vasos, levando ao dano anatômico ou funcional. O trauma pode acometer tanto a área intra quanto extracraniana, podendo levar a uma lesão temporária, permanente e até provocar o óbito, diante ao agravamento do trauma (SANTOS, 2020). Esse acometimento representa uma das maiores causas de morbimortalidade que afeta crianças e adultos jovens da população (GAUDÊNCIO; LEÃO, 2013).

No Brasil, a maior causa do traumatismo cranioencefálico (TCE) são os acidentes de trânsito, arma de fogo ou armas brancas, mergulho em águas rasas, quedas, atropelamento, dentre outros. Após análise epidemiológica realizada no país durante uma década, observou que mais de um milhão de indivíduos adquiriram um tipo de comprometimento motor após sofrer TCE por acidente de trânsito, causando preocupação em relação à saúde pública do país (CAMPOS, 2008). De acordo com Santos *et al.* (2021), a cada 100 mil habitantes, em média 200 a 300 pessoas procuram a assistência hospitalar por conta do trauma. Estima-se que a taxa de mortalidade esteja entre 26,2 a 39,3 casos para cada 100 mil habitantes.

As lesões que ocorrem no momento do trauma cranioencefálico atingindo diretamente o parênquima encefálico, podem ser classificadas como Lesões Primárias, e são divididas em difusas ou focais. As lesões difusas são resultantes de laceração, situação grave que está associada com perfuração e afundamento do crânio levando à morte do tecido nervoso (MARIANELLI *et al.*, 2020). A gravidade e a extensão da lesão primária dependerão dos mecanismos físicos e do tipo de impacto que ocorreram na lesão.

As Lesões Secundárias acontecem após o momento do acidente, nesse instante ocorre interação intra e extracerebral para facilitar, assim, a sobrevivência de células cerebrais poupadas no primeiro trauma. Ainda, no local do acidente alguns fatores característicos das lesões secundárias ocorrem antes mesmo da vítima chegar ao hospital, tais como: hipoglicemia, hipotensão arterial, hipóxia respiratória e hipóxia anêmica (ANDRADE *et al.*, 2009).

Além de exames de imagem, outro recurso também utilizado pelos médicos para avaliar a gravidade do trauma é a Escala de Coma de Glasgow (ECG).

Segundo Carvalho *et al.* (2007) a mesma pontua a lesão como 14 e 15 (trauma leve), 9 a 13 (trauma moderado) e 3 a 8 (trauma grave). A escala é utilizada como referência do processo evolutivo e índice de prognóstico do paciente.

No que diz respeito às sequelas do traumatismo cranioencefálico, essas podem variar de acordo com a intensidade, local e a extensão da lesão. Aqueles que sobrevivem a esse trauma podem apresentar déficits e incapacidades temporárias ou permanentes, dificultando nas atividades da vida diária. O trauma pode gerar incapacidades físicas (motoras), cognitivas (memória, dificuldade no aprendizado), comportamentais e emocionais levando a pessoa a um quadro depressivo, irritabilidade e, algumas vezes, a agressão (BAIA *et al.*, 2012).

Ainda, abordando as sequelas, Marianelli *et al.* (2020) relataram que alguns indivíduos apresentam alteração na audição, visão, dificuldades na mastigação e deglutição, comprometimento na fala e linguagem, contudo, dificultando ao indivíduo desempenhar suas atividades.

3.2 Exercícios aeróbicos

Nas últimas décadas, tem se falado muito da realização de exercícios físicos em decorrência da mudança no padrão de vida da sociedade, que com o avanço da tecnologia, modernização e informatização, encontra-se pouco ativas e/ou sedentárias (MACEDO *et al.* 2012).

Dados epidemiológicos apontam que a inatividade física aumenta ainda mais a incidência de doenças coronarianas (45%), infarto agudo do miocárdio (60%), hipertensão arterial (30%), câncer de cólon (41%), câncer de mama (31%), diabetes tipo II (50%) e osteoporose (59%). Tem-se, ainda, indicativos de que o sedentarismo está associado à mortalidade, maior incidência de quedas e debilidade dos idosos, depressão e alteração do humor. A inatividade física é um problema de saúde pública na sociedade moderna (GUALANO; TINUCCI, 2011).

De acordo com Medeiros *et al.* (2015) sabe-se dos benefícios que os exercícios proporcionam, porém, a falta de tempo, a intensidade, e o esforço percebido durante a execução dos exercícios, tornam-se barreiras para as pessoas aderirem a um programa de exercício físico. É indicado, no mínimo, 150 minutos/semana de exercício aeróbico em intensidade moderada e 75 minutos/semana vigorosa para alcançar benefícios para saúde.

É possível utilizar diferentes estratégias para a prescrição de exercícios. O exercício aeróbico é uma das opções para estimular adaptações fisiológicas para que ocorram melhoras na saúde do indivíduo. Características como intensidade, duração, frequência, são referências para uma eficaz prescrição de exercícios. O American College of Sports Medicine (ACSM) faz recomendações em relação a intensidade de exercícios aeróbicos, utilizando como parâmetros a frequência cardíaca máxima (FCM_{máx}), unidades metabólicas (METs), consumo máximo de oxigênio (VO₂ máx) e percepção subjetiva de esforço (PSE) (CUNHA; MONTENEGRO; FARINATTI, 2013). Outra forma de se avaliar a intensidade do exercício aeróbico, segundo Carmada et al. (2008) é utilizar a fórmula de Karvonen, $(220 - \text{a idade do indivíduo} = \text{FCM})$, porém o autor relata que não é tão segura, quanto ao teste de VO₂ máx.

Sabe-se que o exercício físico é uma ferramenta essencial para a promoção da saúde, considerado um tratamento para diversas doenças crônicas, oferece benefícios físicos, mentais e emocionais. A melhora da aptidão cardiorrespiratória, proporciona o emagrecimento, diminuição do colesterol, diabetes tipo 2, hipertensão, melhora na concentração, memória, atenção, sono, autoestima (GUALANO; TINUCCI, 2011; MELO *et al.*, 2005).

Contudo, pode-se dizer que os exercícios podem oferecer benefícios tanto para indivíduos sem deficiência, como para aquele que apresenta algum tipo de comprometimento no sistema nervoso central.

De acordo com Ovando et al. (2010) muitas pessoas que sofrem AVE passam a ter dificuldades para realizar a marcha, déficit no condicionamento aeróbico, comprometimento motor, fatores esses que podem prejudicar suas funcionalidades do dia a dia. Alguns estudos demonstram que o treino na esteira, com suspensão de peso corporal, pode ser efetivo para realização da marcha convencional auxiliando no ganho de força muscular e melhorando o condicionamento físico.

Considerando as disfunções que ocorrem após lesão na medula, sabe-se que a redução da função motora ocorre quando os acometidos por esse tipo de lesão passam grande parte do tempo na cadeira de rodas, o que interfere na capacidade cardiopulmonar e, conseqüentemente, na qualidade de vida. O exercício aeróbico faz-se necessário para prevenir complicações que possam ocorrer secundariamente à lesão. Após estudo de ensaio clínico controlado realizado com lesado medular nível C7 – L5, verificou-se que os exercícios aeróbicos de curta duração

aumentaram a capacidade para o exercício, melhorando assim o condicionamento dos participantes (AKKURT *et al.*, 2017).

Alguns estudos foram realizados em indivíduos com TCE para verificar melhoras na aptidão cardiorrespiratória. Muitas vezes, as pessoas que sofrem esse trauma, podem ter como seqüela, além do comprometimento motor, fadiga, ansiedade e depressão, confusão mental e alteração no comportamento. Estudos realizados evidenciaram que após treinamento com exercícios aeróbico vigorosos, houve aumento significativo da aptidão cardiorrespiratória e redução das seqüelas supracitadas. Em umas das pesquisas foi analisada também a perda do percentual de gordura dos participantes, porém, os resultados referentes a esse parâmetro não foram significativos, sugerindo a necessidade de pesquisa a longo prazo (WEINSTEIN *et al* 2017; BHAMBHANI; ROWLAND; FARAG, 2005).

Os exercícios aeróbicos também têm demonstrado resultados positivos para pessoas acometidas por paralisia cerebral. Pesquisa realizada com 16 indivíduos, sendo 8 com paralisia cerebral, classificados como hemiparético e diparético espástico com marcha independente, e outros 8 participantes sem alterações neurológicas, que não praticavam atividade física regular. A FC foi monitorada a todo momento. O teste seria interrompido caso alguém atingisse 80% da FC máxima. Os resultados foram positivos, apontando a importância de inserir o treino aeróbico na reabilitação durante 24 sessões, utilizando o Teste Cooper, que consiste em correr ou andar durante 12 minutos, tentando percorrer a maior distância possível (BATISTA *et al.*, 2010).

Abaixo, no quadro 1, constam as alterações cardíacas, respiratórias e musculares relacionadas as doenças descritas anteriormente.

QUADRO 1 - Alterações cardíacas, respiratórias e musculares provocadas pelo Acidente Vascular Encefálico (AVE); Taumatismo Crânio encefálico (TCE); Lesão Medular (LM) e Paralisia Cerebral (PC) (continuação...)

	Alterações cardíacas	Alterações respiratórias	Alterações musculares
AVE	<p>Arritmia</p> <p>Disfunção ventricular</p> <p>V.F.C diminui</p> <p>Barorreflexo diminui</p> <p>S.N. Simpático aumenta</p> <p>(PANG <i>et al.</i>, 2013)</p>	<p>Tendência de atrofia do músculo diafragma; Fadiga do diafragma (GARRIDO <i>et al.</i>, 2022)</p> <p>Fraqueza dos músculos respiratórios (GARRIDO <i>et al.</i>, 2022)</p>	<p>Encurtamento do comprimento da fibra muscular. (GARRIDO <i>et al.</i>, 2022)</p> <p>Distribuição do tipo de fibra (GARRIDO <i>et al.</i>, 2022)</p> <p>Atrofia muscular; Alteração da massa muscular(GARRIDO <i>et al.</i>, 2022).</p>
LM	<p>Maior percepção de esforço ao exercício (em lesões medulares altas) (BURKER <i>et al.</i>, 2018)</p> <p>Aumento do efeito parassimpático na recuperação. (LAING <i>et al.</i>, 2013)</p> <p>Hipotensão ortostática (OTSUKA <i>et al.</i>, 2008)</p> <p>Frequência cardíaca de repouso mais baixa (OTSUKA <i>et al.</i>, 2008)</p> <p>Tônus basal mais alto (OTSUKA <i>et al.</i>, 2008)</p>	<p>Disfunção respiratória (GEE <i>et al.</i>, 2019)</p> <p>Volume pulmonar mais baixo (GEE <i>et al.</i>, 2019)</p> <p>Capacidade inspiratória diminuída (lesões altas/cervicias C3 a C5) (GEE <i>et al.</i>, 2019)</p> <p>Pode ocorrer atelectasia e dispnéia.(LEMOS <i>et al.</i>, 2019)</p> <p>Dificuldade de tossir (LEMOS <i>et al.</i>, 2019)</p>	<p>Atrofia das musculares (DOMINGO; SAWICKI; FERRIS, 2007)</p> <p>Alteração da propriedade elástica do músculo (PELLETIER; HICKS, 2009)</p> <p>Espasticidade (PELLETIER; HICKS, 2009)</p> <p>Clônus (PELLETIER; HICKS, 2009)</p>

Quadro 1 - Alterações cardíacas, respiratórias e musculares provocadas pelo Acidente Vascular Encefálico (AVE); Taumatismo Crânio encefálico (TCE); Lesão Medular (LM) e Paralisia Cerebral (PC) (conclusão)

TCE	Aumento no risco da hipertensão arterial. (GREENWALD; ESTEROV, 2017) Variabilidade da frequência cardíaca (GREENWALD; ESTEROV, 2017)	Redução do condicionamento físico Redução do consumo máximo de oxigênio (BHAMBHANI <i>et al.</i> , 2013) Capacidade aeróbica reduzida (BATEMAN <i>et al.</i> , 2001)	Espasticidade; Aumento do tônus muscular; Clonus (BOSE <i>et al.</i> , 2015) Fraqueza muscular; Diminuição do controle de movimento (BOSE <i>et al.</i> , 2015) Diminuição da resistência muscular (BOSE <i>et al.</i> , 2015)
PC	Capacidade aeróbica reduzida (GARRIDO <i>et al.</i> , 2013) Redução do débito cardíaco (causado pela espasticidade (GARRIDO <i>et al.</i> , 2013) Distúrbio autonômico da frequência cardíaca (GARRIDO <i>et al.</i> , 2013)	VO ₂ pico mais baixo (VERSCHUREN; TAKKEN, 2010) Baixa capacidade pulmonar. Fraqueza muscular respiratória. (GARRIDO <i>et al.</i> , 2013)	Espasticidade (KRUSE <i>et al.</i> , 2018) Fraqueza muscular (KRUSE <i>et al.</i> , 2018) Hipertonía (SINDOU, JOUD; GEORGOULIS, 2020) Hipotônía (SINDOU; JOUD; GEORGOULIS, 2020)

Fonte: O autor (2022).

3.3 Carta de controle

Carta de controle é uma ferramenta utilizada em indústrias em geral e principalmente nas indústrias farmacêuticas, para analisar o procedimento de medidas dos fármacos. Tem como objetivo avaliar o desempenho de um processo, através de um gráfico em que é possível traçar uma linha central (média) e que por um cálculo estatístico é determinado um limite superior e inferior, quando dentro desses limites tem-se um processo estável e confiável. Atualmente a carta de controle também está sendo utilizada na área esportiva, algo novo para essa área,

mas que auxilia para analisar o desempenho dos atletas através de um monitoramento ao longo do tempo para verificar a performance dos mesmos.

4 METODOLOGIA

Essa pesquisa trata-se de estudo clínico longitudinal realizado junto ao Laboratório de Engenharia de Reabilitação Sensório Motora, pertencente ao Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento (IP&D) da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP) e ao Centro de Práticas Supervisionadas, pertencente à Faculdade de Ciências da Saúde (FCS) da UNIVAP.

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo CEP da UNIVAP sob o protocolo CAAE: 94858718.3.0000.5503 e parecer 2.879.764. Todos os participantes leram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE), sanaram suas dúvidas, e após aceitarem participar, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, mantendo uma das vias em seu poder.

Para a análise, primeiramente os dados dos sinais vitais e desempenho cardiorrespiratório foram normalizados para ter uma condição de comparação. Para entender a performance e alterações dos sinais foi analisado primeiro o desempenho dos pacientes durante o exercício aeróbico e a partir dessa análise verificar os sinais vitais (PA, FC, SpO₂). Após a normalização foi plotado o gráfico do desempenho e visualmente foram encontradas três regiões/fases distintas (comportamento diferente).

Será demonstrada essa linha de análise pelo exemplo de uma participante.

4.1 Amostra

Pacientes com mobilidade reduzida decorrente de doenças neurológicas adquiridas do sistema nervoso central. Foram selecionados 20 voluntários para o estudo, com diferentes doenças do sistema nervoso central.

4.2 Critérios de inclusão

- Pessoas com acidente vascular encefálico, traumatismo cranioencefálico, traumatismo raquimedular e encefalopatia crônica não progressiva;
- Doenças neurológicas crônica a partir de 6 meses de lesão;
- Idade entre 18 a 85 anos;
- Ambos os sexos;
- Indivíduos com o cognitivo preservado;

- Pessoas que conseguem deambular na esteira voluntariamente ou com auxílio da Estação de Reabilitação e Atividade Física BrainMov^R;
- Pessoas que fazem uso contínuo e regular de medicamentos prescritos pelo médico para o controle e/ou tratamento de doenças crônicas;

4.3 Critérios de exclusão

- Pessoas que não correspondem ao critério de inclusão;
- Tabagistas ativos
- Portadores de doenças respiratórias crônicas, como DPOC, asma e bronquioectasia;
- Portadores de doenças cardíacas descompensadas;
- Obesidade grau II – índice de massa corpórea maior que 34,99 kg/m²;
- Pacientes com lesão medular com escala ASIA A ou B;

4.4 Método de avaliação

No decorrer do protocolo experimental foram coletados os sinais vitais durante o repouso inicial (5 minutos); esforço; desaquecimento; recuperação (5 minutos). Os sinais vitais coletados foram: pressão arterial sistólica e diastólica; frequência cardíaca e saturação periférica de oxigênio.

Pressão Arterial (PA)

Foi utilizado o esfigmomanômetro da marca Premium e estetoscópio da marca Lytiman, braçadeira posicionada com o indivíduo em pé e no descanso sentado. No repouso inicial, o indivíduo foi avaliado em sedestação e, durante o esforço, o indivíduo estava em pé executando o exercício.

Saturação (SpO₂) e Frequência Cardíaca (FC)

Foi utilizado o aparelho Oxímetro de pulso da marca G-TECH para analisar a saturação periférica de oxigênio e a frequência cardíaca, prezando sempre pela estabilidade do equipamento.

BORG - Escala de percepção subjetiva de esforço (ANEXO A)

Escala de Borg Percepção Subjetiva do Esforço	
6	
7	Muito, muito leve
8	
9	Muito leve
10	
11	Razoavelmente leve
12	
13	Um pouco intenso
14	
15	Intenso
16	
17	Muito Intenso
18	
19	
20	Muito, muito intenso

Fonte: Minho, (2022).

A escala de BORG é um instrumento para avaliar a percepção subjetiva de esforço, composta por uma escala numérica de 6 a 20 (sendo 6 nenhum cansaço e 20 um esforço máximo) demonstrando o esforço pelo nível da carga de trabalho e a frequência cardíaca (Viana *et al.*, 2021)

Desempenho cardiorrespiratório

O desempenho cardiorrespiratório foi avaliado através da velocidade média atingida durante o exercício aeróbico (metros por minutos) durante o treino aeróbio. Foi avaliado durante cada sessão do tratamento, utilizando a esteira juntamente com a estrutura do Sistema BRAINMOV. É um sistema que visa desenvolver o trabalho de pessoas com mobilidade reduzida, possibilitando estimular o corpo de maneira global com o ganho de força; melhora no condicionamento cardiorrespiratório; resistência; coordenação motora e equilíbrio; buscando a melhora na saúde e qualidade de vida para cada indivíduo. Em cada sessão foram anotados os valores de carga inicial e final, velocidade e inclinação.

Teste de caminhada de 6 minutos (TC6)

O teste de caminhada foi adaptado, sendo realizado de forma padrão em esteira ergométrica (Moviment RT 200^R). Os voluntários tiveram o auxílio do Sistema de Reabilitação e Atividade Física BRAINMOV^R para estabilização do tronco e assim se manterem na posição ortostática para deambularem na esteira.

Inicialmente, foi explicado o TC6 que consiste em um teste de tolerância ao exercício com duração de 6 minutos, e que durante esse período o sujeito deve caminhar o mais rápido que conseguir, e que poderá reduzir a velocidade caso sinta a necessidade e até mesmo pedir para parar (pausa), podendo ou não continuar com o teste de acordo com sua tolerância do momento; foi explicado para cada voluntário de forma clara e tranquila. Além disso, foram coletados dados em repouso; no 3º minuto do teste (com o indivíduo em movimento); imediatamente ao término; e após 2 e 4 minutos do término do teste.

Após a explicação do teste, foram coletados os sinais vitais em repouso (frequências cardíaca e respiratória, saturação periférica de oxigênio, pressão arterial) e o valor da escala de percepção de esforço – BORG. Posteriormente, o sujeito foi posicionado na esteira, e mais uma vez orientado sobre o teste. O cronômetro foi iniciado a partir do momento que a esteira for ligada. A velocidade foi aumentada de acordo com a tolerância do paciente. O comando verbal foi dado a cada um minuto com uma frase padronizada (Ex.: Você está indo bem, faltam só 5 minutos), e ao 3º minuto foram coletados novamente os sinais vitais e o valor da escala de BORG. No 6º minuto, ao término do teste, a esteira foi desligada, o voluntário posicionado em sedestação em uma cadeira comum e então foi realizada outra coleta de dados.

Para avaliar a recuperação dos sinais vitais e da percepção do esforço, os sinais vitais e o valor da escala BORG foram coletados como paciente em sedestação, após 2 e 4 minutos do final do TC6.

Consideradas as variações dos sinais vitais e da escala BORG, tanto em exercício quanto em repouso (antes e após o teste), o número de interrupções do teste, e a distância percorrida.

O teste foi realizado com o objetivo de avaliar a tolerância ao exercício e verificar qual protocolo inicial do exercício aeróbico o paciente iria realizar – Contínuo ou Intervalado.

4.5 Protocolo de Reabilitação

Foi realizado um programa de reabilitação cardiorrespiratória, 2 vezes por semana, em dias alternados, durante 12 semanas, totalizando 24 sessões de terapia e cada sessão terá duração aproximadamente 1 hora.

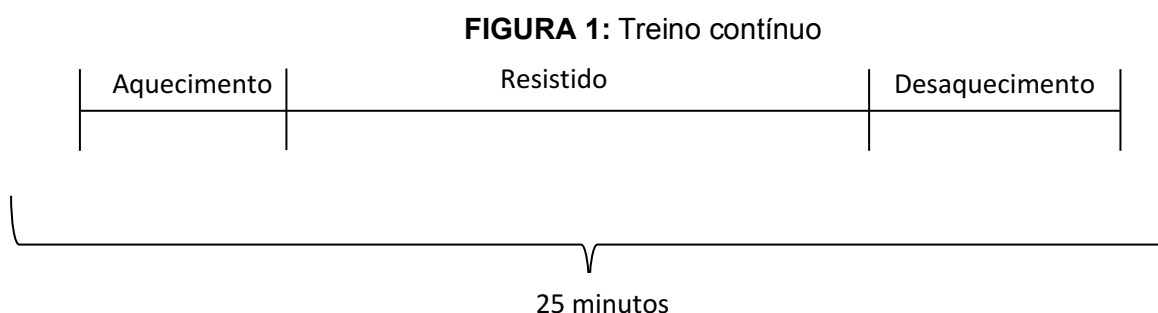
A sessão foi dividida em exercício aeróbico (contínuo ou intervalado, de acordo com a prévia do teste de caminhada de 6 minutos); fortalecimento; exercícios respiratórios; relaxamento e orientações.

Como já mencionado nos métodos de avaliação, os Sinais Vitais foram coletados no repouso inicial, durante o exercício e repouso final (recuperação).

4.5.1 Treino Aeróbico

4.5.1.1 Treino Aeróbico Contínuo

Após a coleta dos dados iniciais o indivíduo foi direcionado para esteira para iniciar o treino aeróbico que poderia ser contínuo ou intervalado. É importante ressaltar que objetivo principal era de que todos voluntários conseguissem realizar o protocolo contínuo, com duração de 25 minutos. Sendo subdividido em aquecimento (5 minutos); resistido (15 minutos); desaquecimento (5 minutos).



Fonte: O autor (2022).

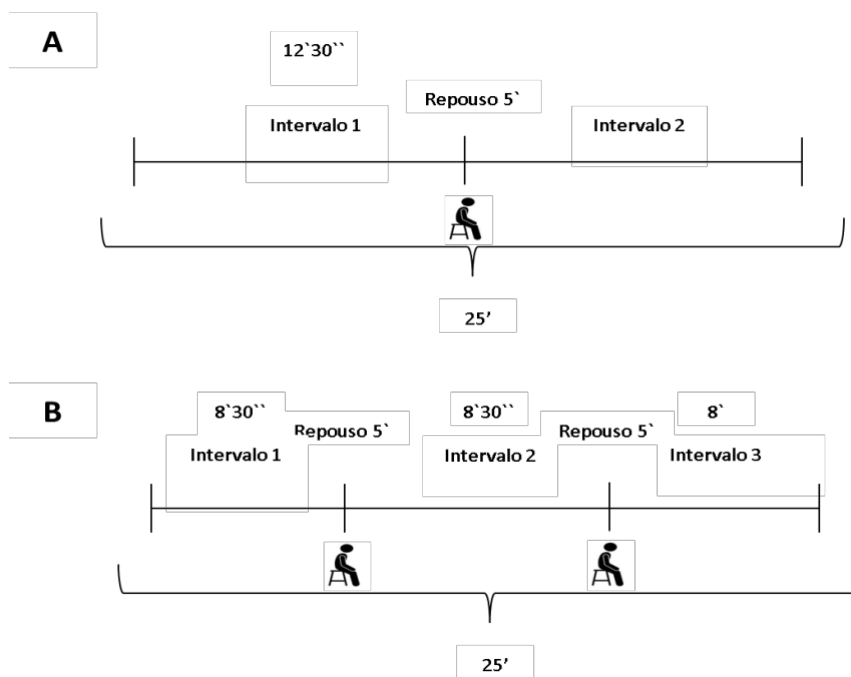
4.5.1.2 Treino Aeróbico Intervalado

Conforme a prévia do TC6 alguns indivíduos não conseguiram realizar este protocolo devido à baixa tolerância ao exercício. Assim, como alternativa, o treino aeróbico foi dividido em intervalos, contendo três intervalos com descanso de 5 minutos entre eles, sendo que cada intervalo tinha o tempo de duração de acordo com a tolerância do indivíduo (tempo total de 25 minutos).

Conforme fosse observada a melhora do desempenho durante as sessões, o indivíduo poderia realizar menos intervalos, com maior tempo de duração em cada

um, podendo até evoluir para o protocolo contínuo, realizando 25 minutos diretos sem a necessidade de descanso.

FIGURA 2: Treino intervalado



A= Protocolo intervalo com 2 intervalos; B= Protocolo intervalo com 3 intervalos.

Fonte: O autor (2022).

4.5.2 Fortalecimento muscular

Para melhorar a performance do indivíduo na esteira foi preconizado exercícios de fortalecimento para grupos musculares de membros inferiores. De acordo com a individualidade dos participantes, foram realizados exercícios como agachamento e tríplex flexão com apoio de membros superiores no espaldar.

- Inicialmente foram realizadas três séries de 10 segundos (isometria), evoluindo para três séries de 10 repetições.

- Para progressão da carga foi utilizada a escala de Borg, de acordo com a percepção de esforço do participante a carga era aumentada.

- Quando o paciente referia Borg 9 – 10 (fácil) era o momento de aumentar a carga.

FIGURA 3: Exemplo de progressão de carga

Fonte: Autor (2022).

4.5.3 Exercícios respiratórios

Para melhorar a percepção/consciência respiratória, foram realizados exercícios de respiração diafragmática e inspiração fracionada.

- Respiração diafragmática: O paciente foi instruído a respirar no padrão diafragmático, em que na fase inspiratória deve-se inspirar o ar pelas narinas, contraindo o diafragma de modo que a região abdominal e torácica se expande (principalmente o abdômen); e na fase expiratória o ar deve ser exalado pela boca, associado à contração abdominal. O exercício foi em sedestação, sendo três séries de cinco repetições.

- Inspiração fracionada: O indivíduo também na posição sentado, foi instruído a realizar 3 inspirações breves seguidas uma das outras, com o objetivo de trabalhar a capacidade pulmonar. Após uma breve pausa inspiratória o indivíduo foi orientado a soltar todo o ar pela boca de forma lenta com os lábios semicerrados (freno labial), sendo 3 séries de 5 repetições.

4.5.4 Relaxamento

Foram realizados alongamentos globais para membros inferiores e membros superiores de forma passiva associada à respiração lenta e suave.

4.5.5 Orientações

Nessa etapa foram fornecidos para aos pacientes e familiares orientações que facilitassem as atividades de vida diária e elucidação sobre o processo de reabilitação cardiorrespiratória.

4.6 Análise dos dados

Para as análises estatísticas, foram utilizados os dados de todas as sessões realizadas com os pacientes, utilizando a cartas de controle estatístico, calculadas no Excel. Foram identificadas as regiões de estabilidade ao longo de todas as sessões para compor um indicador de desempenho para cada paciente, que é a velocidade média total em m/min normalizada. Com a utilização do programa Past 4.03, os dados tiveram suas normalidades verificadas pelo teste de Shapiro-Wilk, e as análises foram utilizados testes t para variáveis dependentes, ou Wilcoxon, considerando o nível de significância alfa igual a 0,05.

5 RESULTADOS

Esse estudo foi composto inicialmente por 20 voluntários, sendo que 3 pacientes se desligaram do estudo devido à necessidade de tratamento de doença prévia e 1 paciente por faltas recorrentes.

Assim, 16 pacientes concluíram o estudo, mas apenas 14 foram utilizados para a análise estatística, pela exclusão 2 voluntários por informações incompletas dos sinais vitais.

Serão apresentados os resultados das características gerais dos voluntários demonstrados na tabela 1.

TABELA 1: Características dos pacientes

INDIVÍDUOS	GÊNERO	IDADE (anos)	PESO (KG)	ALTURA (m)	PATOLOGIA	HEMICORPO AFETADO	TEMPO DE LESÃO (anos)
A. L. S	Fem.	50	75	1,59	AVE	Esquerdo	12
A. P. J.	Masc.	56	84,5	1,71	AVE	Direito	5
C. J. B. J.	Masc.	38	108,5	1,79	AVE	Direito	3
E. V. S. O.	Fem.	36	37,5	1,51	PC	Esquerdo	Nascimento
M. S. O.	Masc.	55	93,1	1,70	TCE	Direito	6
R C. B.	Fem.	23	44,	1,50	PC	Diparesia espástica	Nascimento
S. P. S	Fem.	42	67,4	1,57	AVE	Esquerdo	5
C. R. M.	Masc.	60	67	1,67	AVE	Direito	11
J. R. O.	Masc.	67	91	1,86	AVE	Esquerdo	3
L. N. D.	Masc.	32	74	1,74	LM	Direito	
M. S. B	Masc.	56	82	1,71	AVE	Esquerdo	7
R. M. S	Fem.	52	88	1,60	TCE	Esquerdo	16
R. R. S	Masc.	48	60,7	1,69	PC	Direito	
T. I.	Masc.	73	55,5	1,57	AVE	Direito	18

Legenda: Masc.= masculino; Fem.= feminino; AVE = acidente vascular encefálico; TCE = traumatismo crânio encefálico; PC = paralisia cerebral; LM = lesão medular.

Logo, na tabela 2 encontram-se os resultados do teste de caminhada de 6 minutos, relacionado à velocidade máxima, distância percorrida, percentual da distância predita, números de paradas, duração do teste e percepção de esforço.

TABELA 2: Resultados do teste de caminhada 6 minutos.

INDIVÍDUOS	VEL. MÁX (km)	DIST. PERCORRIDA (m)	% DIST. PREDITA	NÚMERO DE PARADAS	TEMPO (minutos)	BORG (esforço pico)
A.L.J						
A.P.J	3,2	315,5	56,4	0	6	12
C.J.B.J	4,3	384,8	57,94	0	6	15
C.R.M	4,5	380,85	71,04	0	6	10
E.V.S.O	1,2	123,1	17,79	0	6	13
J.R.O	1,4	145,54	24	1	2'2"	15
L.N.D	1,2	135	18,92	0	6	20
M.S.B	3,8	366	65,94	0	6	10
M.S.O	2,3	249,7	46,4	0	6	12
R.M.S	2,5	253,3	50,40	0	6	9
R.C.B	1,8	168,3	28,78	0	6	12
R.R.S	2,8	123,1	19,77	0	6	12
S.P.S	2,7	267,8	44,55	0	6	15
T.I	2,5	240,1	57,8	0	6	15

Legenda: VEL.= velocidade; MÁX.= máximo; KM= quilômetros; DIST.= distância; M= metros;

5.1 Análises do comportamento dos sinais vitais no repouso inicial e final

A seguir, será apresentada a tabela referente à média dos sinais vitais dos voluntários durante as 24 sessões. Os sinais vitais coletados foram: Borg, escala para analisar a percepção de esforço de cada voluntário; a pressão arterial sistólica e diastólica; frequência cardíaca e saturação periférica de oxigênio. Todos os dados foram coletados durante o repouso inicial, momento em que cada voluntário chegava ao local para realizar o protocolo e no repouso final, momento que o voluntário finalizava o exercício aeróbico.

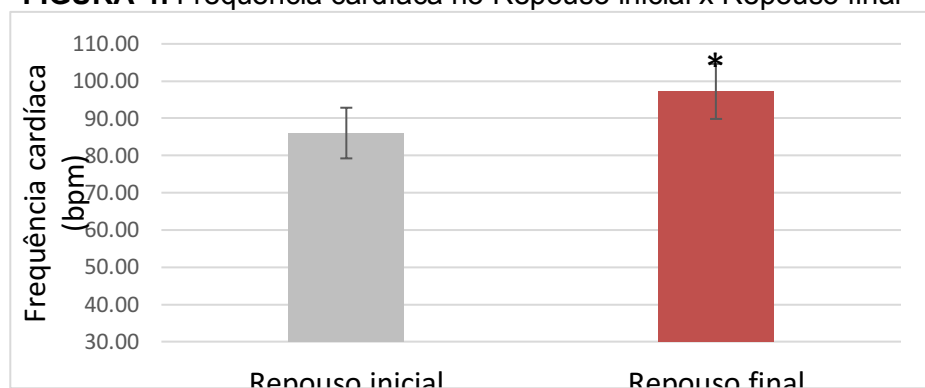
QUADRO 2: A média dos sinais vitais referente às 24 sessões de todos os voluntários.

Voluntários	Repouso Inicial Sinais Vitais					Repouso Final Sinais Vitais				
	BORG	PAS	PAD	FC	SpO2	BORG	PAS	PAD	FC	SpO2
A.P.J	6,04	129,17	81,67	77,75	95,08	11,38	115,00	71,25	112,96	95,96
C.J.B.J	8,54	129,58	92,08	81,92	95,33	10	133,75	91,25	91	95,13
C.R.M	6,00	110,83	72,21	77,21	96,96	6,21	115,42	78,67	90,58	96,04
M.S.B	6,00	106,67	70,48	86,71	94,90	7,19	110,00	73,33	93,52	94,76
M.S.O	6,92	141,67	94,58	67,92	97,08	8,92	145	97,92	81,42	97,17
R.M.S	6,17	113,04	72,17	75,13	95,48	6,3	120,9	77,4	82,7	93,5
R.C.B	6	110	67,78	96,06	96,56	8,11	112,78	65,00	115,89	96,06
S.P.S	122,50	80,42	77,46	97,33	97,33	7,21	137,08	88,33	94,04	97,21
T.I	6,38	110,42	70,42	75,54	94,00	8,92	120,00	75,21	78,00	90,67
A.L.S	6,32	125,00	80,00	88,95	97,86	9,05	125,24	80,00	89,76	98,00
A.S.B	10,15	105	66	83,2	95,05	11,9	106	66	81,6	95,25
E.V.S.O	6	114,29	78,10	90,38	97,62	8,14	115,24	80,00	95,71	97,76
J.R.O	6,42	122,50	76,04	102,6	131,08	11,38	115,00	71,25	112,96	95,96
L.N.S	6,42	120,83	77,50	105,54	95,17	13,70	126,96	76,09	115,78	94,83
R.R.S	6	110,83	72,50	93,63	93,88	7,96	107,50	71,25	114,17	95,42

Legenda: BORG = Escala de percepção de esforço; PAS= pressão arterial sistólica (mmHg); PAD= pressão arterial diastólica (mmHg); FC= frequência cardíaca (bpm); SpO2= saturação periférica de oxigênio

Como a frequência cardíaca é um importante indicador da “função cardíaca”, foi realizado um teste estatístico para avaliar se havia diferença da FC no repouso inicial durante as 24 sessões.

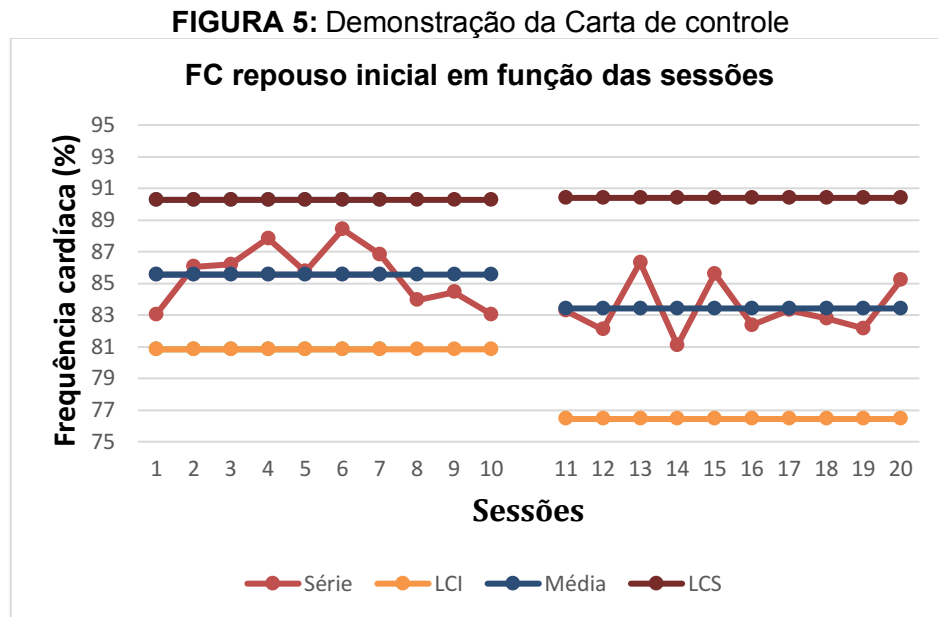
A figura 4 demonstra os dados da frequência cardíaca média no repouso inicial x repouso final. Nesta análise verificou-se a média da frequência cardíaca, para 14 pacientes, no repouso inicial (FCRi) e no repouso final (FCRf), para todas as sessões, evidenciando a diferença estatística para o grupo ($p < 0,05$), entre as médias das frequências FCRi e FCRf.

FIGURA 4: Frequência cardíaca no Repouso inicial x Repouso final

Legenda: * = Diferença estatística ($p < 0,05$)

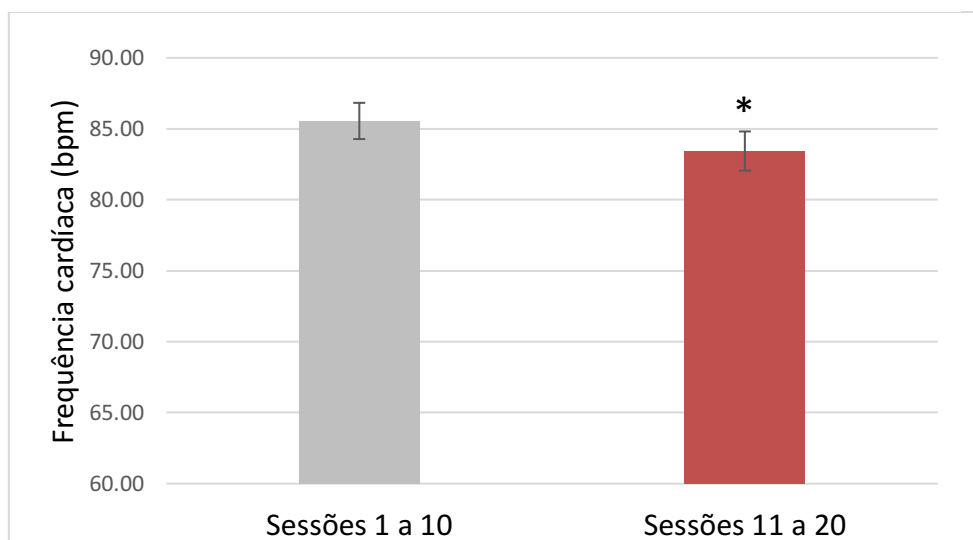
Fonte: Autor (2022)

Nesta análise verificou-se o comportamento da frequência cardíaca média, para os 14 pacientes, no repouso inicial antes de cada sessão, ao longo de todas as sessões do grupo. Por meio da análise com cartas estatísticas, verificou-se a diferença entre o comportamento das 10 primeiras sessões e das restantes. A figura 5 mostra os resultados, observando-se a diferença estatística entre eles ($p < 0,05$).



Fonte: Autor (2022).

FIGURA 6: Frequência cardíaca média no Repouso inicial x Sessões



Legenda: * Diferença estatística ($p < 0,05$)

Fonte: Autor (2022).

5.2 Análises do desempenho cardiorrespiratório e sinais vitais durante o protocolo

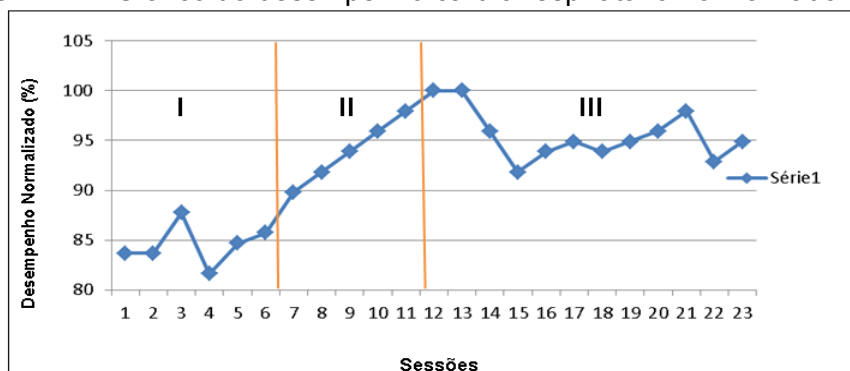
Para a análise, primeiramente os dados dos sinais vitais e desempenho cardiorrespiratório foram normalizados para ter uma condição de comparação. Para entender a performance e alterações dos sinais foi analisado primeiro o desempenho cardiorrespiratório dos pacientes durante o exercício aeróbico e a partir dessa análise verificar os sinais vitais (PA, FC, SpO2). Após a normalização foi plotado o gráfico do desempenho cardiorrespiratório e visualmente foram encontradas três regiões/fases distintas (comportamento diferente).

Será demonstrada essa linha de análise pelo exemplo de uma participante.

5.2.1 Análise do desempenho cardiorrespiratório durante o protocolo

Na figura 7 estão demonstrados os dados do desempenho cardiorrespiratório normalizado que plotados no Excel. A partir da análise gráfica foi possível estudar melhor o comportamento do desempenho cardiorrespiratório ao longo das sessões, observando-se que no decorrer da reabilitação houve melhora do desempenho cardiorrespiratório e que essa melhora se deu em fases/regiões. Para distinguir melhor essas fases foram colocadas manualmente as linhas separando as fases. No caso desse paciente observaram-se 3 fases .

FIGURA 7: - Gráfico do desempenho cardiorrespiratório normalizado em %.

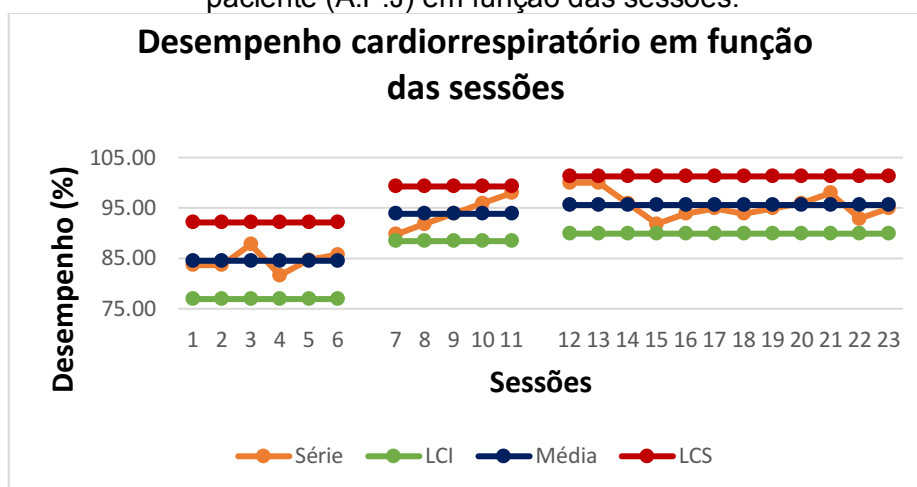


Fonte: Autor (2022)

Como comentado anteriormente, para o participante supracitado, foi possível observar 3 regiões de desempenho cardiorrespiratório. Assim, para confirmação se essa região tinha coerência estatística, foi utilizada uma ferramenta

matemática, a carta de controle, que nos dá a informação se as regiões divididas estão dentro de um limite estatístico. Logo, foi utilizada a mesma divisão para o cálculo da carta de controle estatística do desempenho cardiopulmonar ao longo das sessões, verificando-se que essas regiões tinham os dados dentro de limites estatísticos e por isso nos permitiu afirmar que o processo é estável e confiável, e que os dados ao longo das sessões sofreram variação em relação à média de cada região. Por exemplo, na região 1 a média do desempenho cardiopulmonar é de 85% (1ª a 6ª sessão), com um padrão de pequenas variações para cima e para baixo na curva; já na segunda região (7-11ª sessão) o comportamento da variação foi de elevação, e a partir da 12ª sessão, já na 3ª região, a variação inicial em relação à média demonstra-se estável, seguida de pequenas variações em torno da média.

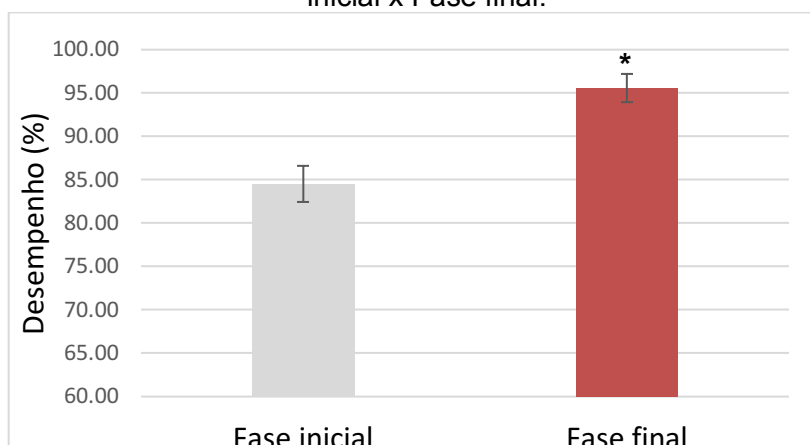
FIGURA 8: – Gráfico Carta de controle, estatística do desempenho cardiopulmonar do paciente (A.P.J) em função das sessões.



Fonte: Autor (2022)

A figura 9 representa a comparação do desempenho cardiopulmonar ainda referente ao paciente A.P.J. No gráfico está sendo comparada a fase inicial (1ª a 6ª sessão) X fase final (a partir da 12ª sessão) do desempenho cardiopulmonar durante o tratamento, onde se observa melhora do mesmo, com significância estatística ($p < 0,05$).

FIGURA 9: Comparação do desempenho cardiorrespiratório do paciente A.P.J na Fase inicial x Fase final.

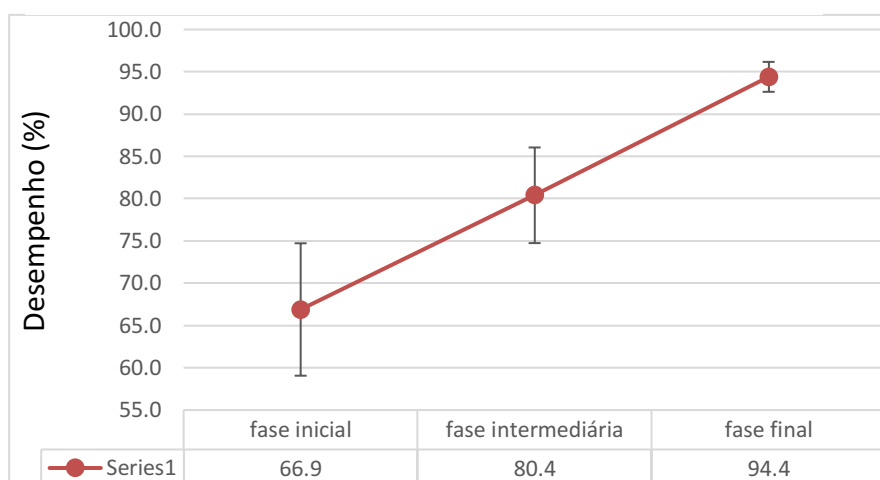


Fonte: Autor (2022)

Os valores são representados pelos valores médios das sessões e as barras de erro representam o erro padrão. Fase inicial (1^a a 6^a sessão) X fase final (a partir da 12^a sessão) do desempenho cardiorrespiratório (* $p < 0,05$ Fase inicial X Fase final).

A análise foi realizada pela carta de controle estatística para comprovar a existência de 2 ou mais fases no desempenho cardiorrespiratório, sendo que dos 14 participantes, 12 tiveram 3 fases e 2 tiveram 2 fases ao longo das sessões. Foi observada melhora no desempenho cardiorrespiratório de todos os participantes com diferença estatística ($p < 0,05$), comparando a fase inicial X final – fase inicial X intermediária, conforme figura 9.

FIGURA 10: Desempenho cardiorrespiratório no tratamento x fases.



Fonte: O autor.

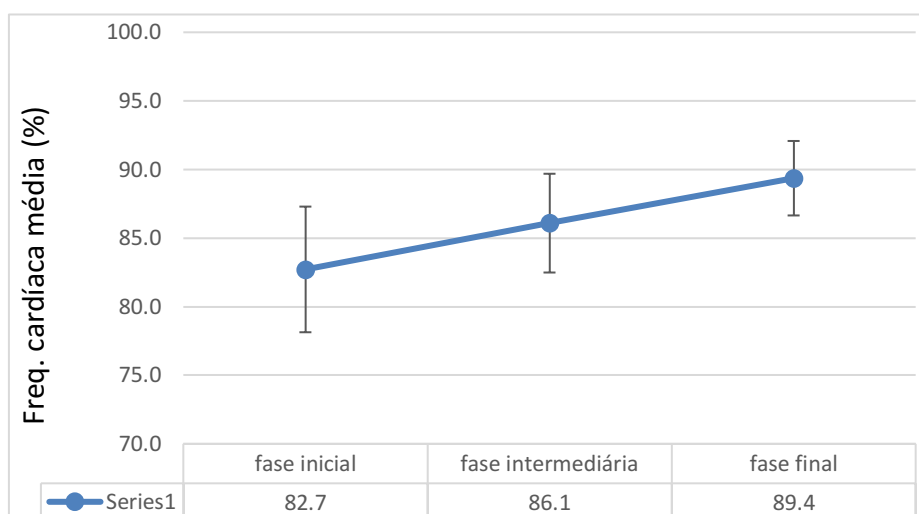
Desempenho cardiorrespiratório. Os valores médios de todos os participantes são representados através das sessões e as barras de erro representam o erro padrão. Fase inicial x fase intermediária; Fase intermediária X final; Fase inicial X final; do desempenho ($p < 0,05$).

5.2.2 Análise da frequência cardíaca durante o protocolo

Como comprovado pela carta de controle que o fator desempenho cardiorrespiratório se comportou por fases, utilizamos a mesma divisão para analisar a frequência cardíaca durante o protocolo.

Na figura 11, são demonstrados os resultados do comportamento da frequência cardíaca média de todos os participantes, em função das mesmas fases identificadas para o desempenho cardiorrespiratório. Foi observado um pequeno aumento com variação de 6% da FCm da fase inicial para final, com diferença estatística ($p = < 0,05$). Apesar do pequeno aumento da FCm, foi observado que os pacientes aumentaram seu desempenho cardiorrespiratório em cerca de 30% durante o protocolo, demonstrando que os mesmos conseguiram evoluir na velocidade, variando pouco a FCm no esforço durante o treino aeróbico.

FIGURA 11: Frequência cardíaca média no Tratamento x Fases.



Legenda: Frequência cardíaca. Os valores médios de todos os participantes são representados através das sessões e as barras de erro representam o erro padrão. Fase inicial x fase intermediária ($p < 0,05$); Fase intermediária x fase final ($p > 0,05$); Fase inicial x final; da FCm. ($p < 0,05$).

Fonte: O autor.

5.2.3 Análise da pressão arterial sistólica e diastólica durante o protocolo

A análise da pressão sistólica e diastólica durante o protocolo foi realizada a partir das fases definidas no desempenho cardiorrespiratório, comprovadas pela carta de controle.

As figuras 12A e 12B demonstram o comportamento da pressão sistólica (PSm%) e Diastólica (PDm%) normalizadas durante a condição de exercício do treinamento. Foram utilizadas as mesmas fases e pacientes já descritos anteriormente. Na análise dos dados verificou-se que não houve diferença estatística da PSm e PDm entre as fases do treinamento, demonstrando que os voluntários melhoraram o desempenho ao longo da reabilitação, sem variações significativas para o aumento da PA.

FIGURA 12: 12A Média Pressão Sistólica

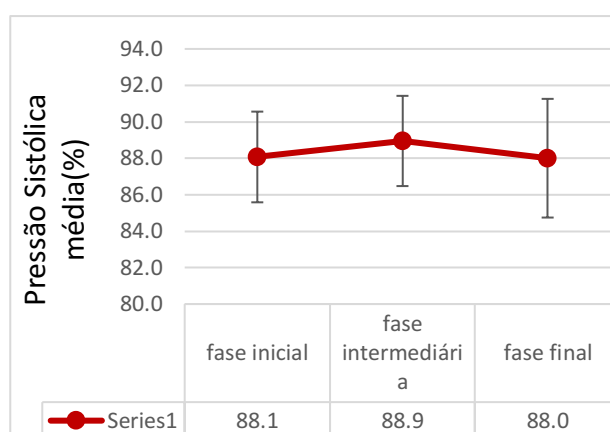
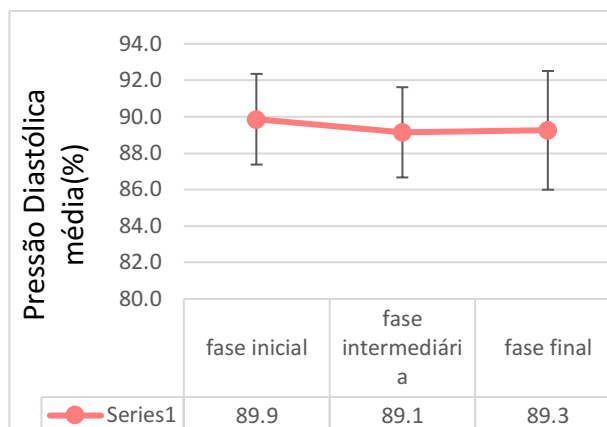


Figura 12A – PSm no tratamento x fases

Legenda: Pressão sistólica. Os valores médios de todos os participantes são representados através das sessões e as barras de erro representam o erro padrão. Fase inicial x Fase intermediária ($p > 0,05$); Fase intermediária x Fase final ($p > 0,05$); Fase inicial x Fase final ($p > 0,05$).

Fonte: O autor.

FIGURA: 12B: Média Pressão Diastólica**Figura 12B** – PDm no tratamento x fases

Legenda: Pressão diastólica. Os valores médios de todos os participantes são representados através das sessões e as barras de erro representam o erro padrão. Fase inicial x Fase intermediária ($p > 0,05$); Fase intermediária x Fase final ($p > 0,05$); Fase inicial x Fase final ($p > 0,05$);

Fonte: O autor.

5.2.4 Análise da saturação durante o protocolo

A saturação durante o protocolo foi estudada de acordo com as fases definidas do desempenho cardiorrespiratório pela carta de controle.

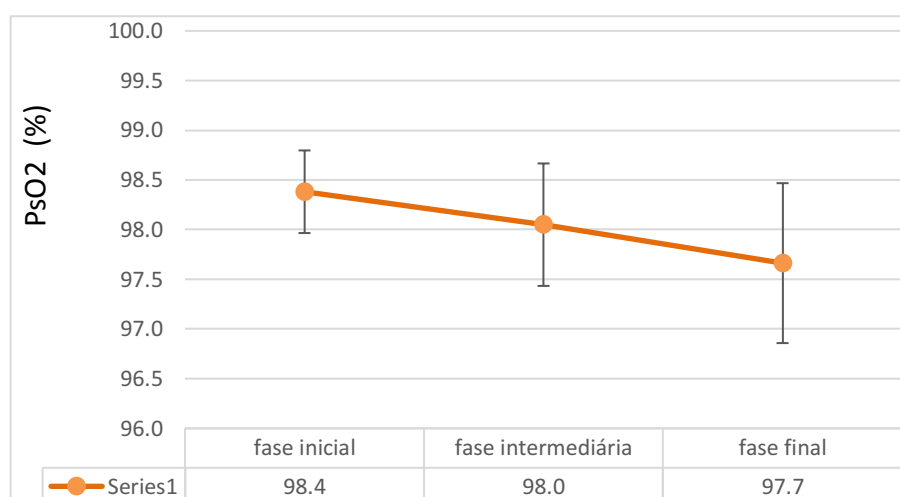
Na tabela 3, constam os valores brutos da média da saturação inicial com o desvio padrão; saturação durante a resistência aeróbica e o desvio padrão, tendo valor final da saturação de cada indivíduo. A variação máxima de saturação foi de 3,7%. Nenhum dos participantes precisou de suplementação de oxigênio.

TABELA 3: Médias da saturação inicial, saturação durante resistência aeróbica

Voluntário	SpO2 Inicial	Resistência aeróbica	Δ SpO2
A.P.J	95,1 \pm 0,8	94,4 \pm 1,1	0,7
C.J.B.J	95,3 \pm 1,1	94,8 \pm 1,4	0,5
C.R.M	97,0 \pm 1,4	96,5 \pm 1,3	0,5
M.S.B	94,9 \pm 1,2	94,7 \pm 1,0	0,2
M.S.O	97,1 \pm 1,8	95,2 \pm 2,4	1,9
R.M.S	95,4 \pm 1,6	93,9 \pm 1,9	1,5
R.C.B	96,6 \pm 1,3	96,2 \pm 1,4	0,4
S.P.S	97,3 \pm 1,5	97,2 \pm 1,6	0,1
T.I	94,0 \pm 1,4	90,3 \pm 2,6	3,7
A.L.S	98,0 \pm 1,0	97,8 \pm 1,3	0,2
E.V.S.O	97,7 \pm 0,7	97,9 \pm 0,8	-0,2
L.N.D	95,1 \pm 1,5	95,0 \pm 1,3	0,1
R.R.S	93,9 \pm 5,1	94,6 \pm 1,2	-0,7

Legenda: Valores expressos em média \pm desvio padrão. SpO2= Saturação periférica de oxigênio; Δ = Variação SpO2 Inicial – SpO2 Final

Na figura 13, pode-se verificar o comportamento da oxigenação normalizada (SpO2 %) durante a condição de exercício do treinamento. Foram utilizadas as mesmas fases e pacientes já descritos anteriormente. Nota-se uma pequena redução dos valores de SpO2% durante as fases do treino aeróbico, porém sem significância estatística.

FIGURA 13: SpO2% no Tratamento x Fase

Fonte: O autor.

6 DISCUSSÃO

Neste estudo foi analisado o desempenho cardiorrespiratório e os sinais vitais no repouso, esforço e na recuperação pós exercício, em um protocolo de reabilitação cardiorrespiratória adaptado para sujeitos com doenças do sistema nervoso central.

A literatura enfatiza que a frequência cardíaca é um importante indicador da função cardíaca, e tem sido utilizada como uma das principais variáveis fisiológicas referentes à prescrição e controle do exercício físico (ALMEIDA, 2007).

Diante disto a primeira análise do presente estudo comparou a FC basal x FC de recuperação, e demonstrou que houve redução da FC pós-exercício, porém ainda assim esse valor foi maior que a FC inicial. Pesquisa publicada por Antelmi e colaboradores (2008) estudaram a FC recuperação pós um teste de esforço máximo em sujeitos de ambos os gêneros, hígidos e sedentários. Os autores verificaram que a queda mais evidente da FC foi nos dois primeiros minutos, mas que geralmente a FC não retornava aos valores basais, mesmo após 5 minutos de recuperação (redução 68 bpm), corroborando com nosso trabalho em relação a não retornar aos valores basais neste período.

Peçanha e colaboradores (2021), trazem que fisiologicamente a FC de recuperação ocorre em duas fases: rápida e lenta devido a ação do comando central e do mecanorreflexo. Os referidos autores relatam que diferente da FC de recuperação, a pressão arterial sistêmica diminui quase que imediatamente após o exercício, chegando a valores basais mais rápido quando comparada a FC. Em nossos resultados, a PAS recuperação teve diferença estatística em comparação a PAS inicial ($p=0.05$), mas com valor absoluto próximos, enquanto a DBP não apresentou variação significativa ($p>0.05$).

O estudo da FC de recuperação é importante, pois em indivíduos com lesão neurológica ela pode ser afetada devido a uma disfunção do sistema nervoso autônomo e regulação inadequada da FC (Leddy *et al.*, 2018; Raimundo *et al.*, 2013). A FC de recuperação mais tardia se mostra um forte preditor para o desenvolvimento de diversas doenças cardiovasculares e para mortalidade (ZUBAC *et al.*, 2021).

Raimundo e colaboradores (2013) realizaram avaliação dos sinais vitais e da variabilidade da frequência cardíaca de indivíduos com acidente vascular encefálico

no repouso, exercício aeróbico (intensidade de 50-70% da FC máxima) e recuperação em uma única sessão. Diferente do nosso estudo a FC de recuperação retornou ao basal, porém no trabalho comentado a FC pico do exercício foi 114 bpm, com redução para 73 bpm após recuperação, em nosso trabalho obteve a redução de 126 bpm para 96 bpm. Ainda, os autores não citam o tempo que consideraram do repouso final, se utilizaram 5 minutos ou os 30 minutos totais de recuperação descrita na metodologia.

Ainda sobre a FC de repouso, mas agora considerando só o repouso inicial, a faixa de normalidade da FC é entre 50 bpm e 100 bpm, segundo Pastore e colaboradores (2016) na III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre análise e emissão de laudos eletrocardiográficos. Entretanto, alguns estudos evidenciam que uma FC elevada está diretamente relacionada com o risco de desenvolver doenças cardiovasculares e é um preditor de mortalidade de indivíduos com doenças cardíacas e não-cardíacas (CORNELISSEN *et al.*, 2010; PALATINI, 2007). Apesar da ampla faixa de normalidade citada da FC de repouso, Palatini (2007) traz a informação em seu trabalho que valores acima de 80-85 bpm/min já estão associados a um maior risco de morbidades e mortalidade. Nesse estudo, foi analisado o comportamento da FC de repouso inicial ao longo das doze semanas utilizando a carta de controle estatístico como ferramenta, com isso, foi verificado que a FC_i se comportou em duas fases, em que na média geral da segunda fase foi verificada redução da FC inicial ~3% ($p < 0.05$) comparada com a primeira fase. Diferente da revisão sistemática de Pang *et al.*, (2013), sobre a temática do uso do exercício aeróbico em participantes pós acidente vascular encefálico. Dos trabalhos que avaliaram a FC_i, não foi verificado diferença estatística quanto a queda da FC_i pós-tratamento. Comparando o protocolo destes estudos com a pesquisa em questão, o que mais divergiu foi a duração da reabilitação, em que eles variavam de 3 a 10 semanas, enquanto o nosso foi de 12 semanas.

Como um parâmetro essencial, o presente estudo analisou também durante o treino aeróbico o desempenho cardiorrespiratório (velocidade média de caminhada) e os sinais vitais dos voluntários. Para as análises, também utilizamos a carta de controle estatística. Iniciamos avaliando o desempenho cardiorrespiratório, em que o progresso se deu em fases. Cerca de 14,29% (n=2) dos participantes apresentaram 2 fases de evolução e 85,71% (n=12) apresentaram 3 fases de evolução, com o

número de sessões médio de 6.86, 8.42 e 8.43 para a primeira, segunda e terceira fase, respectivamente.

Comparando a fase inicial x final, observou-se melhora do desempenho cardiorrespiratório de 46.51 m/min para 63.17 m/min em valores absolutos, ou ~30% em valores normalizados ($p>0.05$). Utilizamos valores normalizados para ter uma condição de comparação entre os participantes do estudo, uma vez que se trata de uma amostra heterogênea, em que além da etiologia diferente da patologia de base, cada indivíduo possui um nível de condicionamento prévio.

A velocidade média de caminhada de uma pessoa saudável na faixa etária de 20-70 anos, sem doenças neurológicas, musculoesqueléticas ou cardiovasculares é de 83.45 m/min (BOHANNON, 1997) e para pacientes com distúrbios neurológicos extra-piramidais é de 57.6 m/min e piramidais de 35.4 m/min (COOPER *et al.*, 2005). Logo, a média do desempenho cardiorrespiratório dos participantes do presente estudo que antes era de 54.73% do valor de normalidade de um indivíduo hígido para 73.93% da faixa normal.

A redução da velocidade da marcha em sujeitos espásticos, como os hemiparéticos, se dá devido a própria condição do músculo espástico, em que tem uma determinada resistência ao movimento, o que pode até dobrar o custo de energia para a mobilidade (BOYNE *et al.*, 2015). O treino de marcha na esteira é mais benéfico para o aumento da quantidade de passos em relação ao tratamento convencional de fisioterapia sem o equipamento (MEHRHOLZ; THOMAS; ELSNER, 2017), e ainda, associado a intensidade e frequência de treinos ideais, pode ser utilizada com treino aeróbico, trabalhando além do sistema musculoesquelético, o cardiorrespiratório também (LEE; STONE, 2020; BOYNE *et al.*, 2015; PANG *et al.*, 2013).

Durante o exercício, comparando as fases de evolução de desempenho cardiorrespiratório, elevou-se cerca de 6%, comparando fase inicial x final ($p<0.05$), mas ainda, mantendo dentro da faixa da FC de treinamento (50-75%), fator importante para a reabilitação que forneça uma intensidade suficiente para gerar adaptações fisiológicas benéficas para o paciente, sem colocá-los em riscos elevados de sofrerem algum evento cardiovascular durante terapia (CARVALHO *et al.*, 2020; KARVONEN; VUORIMAA, 1988).

A literatura corrobora com esta pesquisa, demonstrando que o condicionamento aeróbico por meio do treino de marcha, exercícios respiratórios e

fortalecimento muscular oferece melhoras na capacidade física, condicionamento cardiorrespiratório, maior tolerância ao exercício, e melhora na funcionalidade do indivíduo com sequela por AVE (SOARES *et al.*, 2016; BATISTA *et al.*, 2010)

Estudo publicado por Mota e colaboradores (2010) analisou a utilização de exercícios aeróbicos para melhora de condições cardiovasculares e desempenho da marcha em indivíduos hemiparéticos crônicos, por sequela de acidente vascular encefálico (AVE), aplicando o teste de caminhada de 6 minutos, num programa de intervenção com 35 sessões, realizadas 3 vezes por semana, durante 3 meses. Foram analisados os parâmetros: FC, PA, SpO₂ antes e após o exercício, sendo que a frequência cardíaca e a saturação foram verificadas a cada 15 minutos de teste. Ao finalizar constaram diferença estatística significativa nas variáveis da FC inicial e distância percorrida, sendo a média da FC inicial (pré-teste) 70,36 e (pós-teste) 68,21 e, a média da distância percorrida foi de 356,71 (pré-teste) e 393,29 (pós-teste). Os resultados permitiram concluir que o programa contribuiu para melhora cardiovascular e desempenho da marcha (velocidade), reduzindo assim os gastos energéticos durante a atividade motora do indivíduo.

A pressão arterial é, segundo Sharman e Gerche (2015), um parâmetro essencial para segurança na realização de treinamento cardiorrespiratório. Na presente pesquisa a pressão arterial apresentou variações durante treino aeróbico, mas na média geral, acompanhando o desempenho, não obteve valores significativos de aumento ou diminuição em relação a fase inicial x final ($p > 0.05$), tanto para PAS e PAD entre as fases do treinamento, indicando que os voluntários tiveram melhora no desempenho ao longo da reabilitação, sem argumento significativos para o aumento da PA.

De acordo com a Diretriz Brasileira de Reabilitação Cardiovascular de 2020, o valor máximo permitido para iniciar uma sessão de exercício deve ser de até 160x100 mmHg e é recomendado que a pressão arterial se mantenha inferior a 220x105 mmHg durante o esforço (CARVALHO *et al.*, 2020).

Foi monitorado também a SpO₂ durante o esforço para verificar se a nossa amostra apresentaria algum distúrbio ventilatório frente ao esforço. No presente estudo, a SpO₂ não apresentou variações com diferença estatística entre as fases do desempenho cardiorrespiratório ($p > 0.05$), com o maior delta variação de 3.46 (esforço – repouso inicial). No protocolo nenhum participante apresentou dessaturação no exercício, considerando o valor de referência para tal de queda da

SpO₂ ≥4% ou SpO₂ <90% (HARDINGE *et al.*, 2015). É interessante estudar a dessaturação durante o exercício, pois além de avaliar a necessidade de oxigenoterapia, essa condição está associada ao aumento do risco de mortalidade (VAN GESTEL *et al.*, 2012). E mesmo a oxigenioterapia ser um dos recursos que podem ser utilizados em uma reabilitação, não foi necessária a suplementação de oxigênio no decorrer do protocolo, pois nenhum participante atingiu valores abaixo de SpO₂ 88% (VAN GESTEL *et al.*, 2012).

Contudo, mostra-se a importância do treinamento cardiorrespiratório para pessoas com lesão no sistema nervoso central, já que após o acometimento de uma lesão o indivíduo sofre alterações tanto nas funções motoras quanto cognitivas, e o exercício físico oferece para o acometido melhoras funcionais, cardiovasculares, melhorando seu condicionamento físico, assim, contribuindo assim para a realização das atividades da vida diária. Esse assunto precisa ser mais explorado por meio de pesquisas para investigar a efetividade de outros protocolos de tratamento mediante a avaliação de parâmetros relacionados à função cardiorrespiratória.

7 CONCLUSÃO

Foi verificado que ao final da reabilitação cardiorrespiratória durante 12 semanas em indivíduos com lesão no sistema nervoso central, a diminuição da FC inicial, mas sem efeito redutor sobre a FC de recuperação, em que apesar da queda em relação ao esforço, ela não retornou aos valores basais após repouso passivo de 5 minutos.

Em relação ao repouso inicial e esforço, o BORG, PAS, PAD e FC elevaram. Mas, ao isolar a avaliação apenas no treino aeróbico, verificado por meio as fases do desempenho cardiorrespiratório, apenas a FC obteve diferença estatística com aumento de 6% em relação a fase inicial x fase final do esforço ($p < 0.05$), enquanto as variações da PAS, PAD e SpO2 não foram significativas ($p > 0.05$). Os participantes não apresentam dessaturação durante o exercício.

Em suma, nosso protocolo de intensidade moderada, 2x semana, durante 12 semanas demonstrou-se ser seguro para a população com doenças neurológicas. Ainda, reduziu a FC inicial e aumentou em 30% o desempenho cardiorrespiratório dos participantes, sem variações anormais dos sinais vitais durante o esforço.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Sara Regina Meira. Análise epidemiológica do acidente vascular cerebral no Brasil. **Revista Neurociências**, v. 20, n. 4, p. 481-482, 2012.
- ALMEIDA, Marcos Bezerra. Frequência cardíaca e exercício: uma interpretação baseada em evidências. **Rev. bras. cineantropom. desempenho hum**, v. 9, n. 2, p. 196-202, 2007.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. A quantidade e o tipo recomendados de exercícios para o desenvolvimento e a manutenção da aptidão cardiorrespiratória e muscular em adultos saudáveis. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 4, n. 3, 1998.
- ANDRADE, A. F. *et al.* Mecanismos de lesão cerebral no traumatismo crânioencefálico. **Rev Assoc Med Bras.**, v. 55, n. 1, p. 75-81, 2009
- ANTELMÍ, I. *et al.* Recuperação da frequência cardíaca após teste de esforço em esteira ergométrica e variabilidade da frequência cardíaca em 24 horas em indivíduos saudáveis. **Arq Bras Cardiol.**, v.90, n.6, p.413 – 418, 2008
- ARAÚJO, D. S. M. S.; ARAÚJO, C. G. S. Aptidão física, saúde e qualidade de vida relacionada à saúde em adultos. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 6, n. 5, 2000.
- AKKURT, H. *et al.* The effects of upper extremity aerobic exercise in patients with spinal cord injury: a randomized controlled study. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**, v.53, n.2, p. 219-27, 2017.
- BADDELEY, A. D. Working memory: looking back and looking forward. **Nat. Rev. Neurosci.** v. 4, p. 829–839, 2003.
- BAERT, I. *et al.* Evolution of Cardiorespiratory Fitness After Stroke: A 1-Year Follow-Up Study. Influence of Prestroke Patients' Characteristics and Stroke-Related Factors. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, v. 93, 2012.
- BAIA, A. H. *et al.* A reabilitação fisioterapêutica no traumatismo crânioencefálico: Estudo de caso. **Revista Expressão Católica**, v. 1, n. 1, 2012.
- BATISTA, K.G. *et al.* Benefícios do condicionamento cardiorrespiratório em crianças ou adolescentes com paralisia cerebral. **Fisioter. Mov.**, v. 23, n. 2, p. 201-209, 2010
- BATEMAN, A. *et al.* The Effect of Aerobic Training on Rehabilitation Outcomes After Recent Severe Brain Injury: A Randomized Controlled Evaluation. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 82, 2001
- BENSENOR, I. M. *et al.* Prevalence of stroke and associated disability in Brazil: National Health Survey. **Arq, Neuropsiquiatr.**, v.73, n. 9, p. 746-750, 2015.

BINHA, A. M. P.; MACIEL, S. C.; BEZERRA, C. C. A. Perfil epidemiológico dos pacientes com paralisia cerebral atendidos na AACD - São Paulo. **Acta Fisiatr.**, v. 25, n. 1, p. 1-6, 2018

BOHANNON, R. W. Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. **Age and Ageing**, n. 26, 1997.

BORELLA, M. P.; SACCHELLI, T. Os efeitos da prática de atividades motoras sobre a neuroplasticidade. **Rev. Neurocienc.** v. 17, n. 2, p. 61-9, 2009.

BOYNE, P. *et al.* Predicting Heart Rate at the Ventilatory Threshold for Aerobic Exercise Prescription in Persons With Chronic Stroke. **Journal of Neurologic Physical Therapy**, v. 39, n. 4, p. 233-240, 2015.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. **Diretrizes de Atenção à Pessoa com Lesão Medular**. Brasília: Ministério da Saúde, 2013. 68 p. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_atencao_pessoa_lesao_medular.pdf. Acesso em: 19 jun. 2018.

BOOT, E. *et al.* Ischaemic stroke in young adults: a global perspective. **J. Neurol. Neurosurg Psychiatry**, v. 91, n. 4, p. 411-417, 2020.

BHAMBHANI, Y.; ROWLAND, G.; FARAG, M. Effects of Circuit Training on Body Composition and Peak Cardiorespiratory Responses in Patients With Moderate to Severe Traumatic Brain Injury. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 86, n. 2, p. 268-276, 2005.

CABRAL, N. L. Epidemiologia e impacto da doença cerebrovascular no Brasil e no mundo. **ComCiência**, n. 109. Acesso em: 2009. Disponível em: http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542009000500010&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 10 jun. 2018.

CAMPOS, M. F. *et al.* Epidemiologia do traumatismo da coluna vertebral. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 35, n. 2, p. 88-93, 2008.

CARMADA, S.R.A. *et al.* Comparação da frequência cardíaca máxima medida com as fórmulas de predição propostas por Karvonen e Tanaka. **Arq. Bras. Cardiol.**, v. 91, n. 5, 2008.

CARVALHO, V. P. *et al.* Perfil clínico-epidemiológico de pacientes com acidente vascular cerebral. **Revista Saúde e Desenvolvimento**, v. 13, n. 15, 2019

CARVALHO, L. F. A. *et al.* Traumatismo Cranioencefálico Grave em Crianças e Adolescentes. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 19, n. 1, p. 98-106, 2007

CARVALHO, T. *et al.* Brazilian Cardiovascular Rehabilitation Guideline – 2020. **Arq. Bras. Cardiol.**, v. 114, n. 5, p. 943-987, 2020.

CATROPPA, C.; ANDERSON, V. Planning, problem-solving and organizational abilities in children following traumatic brain injury: Intervention strategies. **Pediatric Rehabilitation**, v. 9, n. 2, p. 89-97, 2006.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Percent distributions of TBI-related emergency department visits by age group and injury mechanism**: United States, 2006–2010. 2016. Disponível em: http://www.cdc.gov/traumaticbraininjury/data/dist_ed.html. Acesso em: 30 maio 2018.

CEREZETTI, C. R. N. *et al.* Lesão Medular Traumática e estratégias de enfrentamento: revisão crítica. **O Mundo da Saúde**, v.36, n.2, p. 318-326, 2012. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/artigos/mundo_saude/lesao_medular_traumatica_estrategias_enfrentamento.pdf. Acesso em: 01 jun. 2018.

CHINELATO, Júlio César de Andrade; PERPÉTUO, Adriane Mazola de Araújo; BECK, Eddy Krueger. Espasticidade: aspectos neurofisiológicos e musculares no tratamento com toxina botulínica do tipo A. **Revista Neurociências**, v. 18, n. 3, p. 395-400, 2010.

CHIN, L. M. K. *et al.* Improved Cardiorespiratory Fitness with Aerobic Exercise Training in Individuals with Traumatic Brain Injury. **The Journal of head trauma rehabilitation**., v. 30, n. 6, p.382-390, 2015.

CORNELISSEN, V. A. *et al.* Effects of aerobic training intensity on resting, exercise and post-exercise blood pressure, heart rate and heart-rate variability. **J Hum Hypertens**., v. 24, n. 3, p. 175-82, 2010.

COMBS-MILLER, S. A. *et al.* Body weight-supported treadmill training vs. overground walking training for persons with chronic stroke: a pilot randomized controlled Trial. **Clinical Rehabilitation**, v. 28, n. 9, p. 873-884, 2014.

COOPER, A. *et al* Electromyography characterization of stretch responses in hemiparetic stroke patients and their relationship with the Modified Asworth Scale. **Sage Journals**, v. 19, p. 760 – 766, 2005.

COVARRUBIAS-ESCUADERO, Felipe *et al.* Effects of body weight-support treadmill training on postural sway and gait independence in patients with chronic spinal cord injury. **The journal of spinal cord medicine**, v. 42, n. 1, p. 57-64, 2019.

CUNHA, F. A.; MONTENEGRO, R. A.; FARINATTI, P. T. V. Qual é a melhor estratégia de prescrição do exercício aeróbico para aumentar o dispêndio energético em pacientes sedentários. **Revista HUPE**, v.12, n.4, p.66-77, 2013

DOMINGO, A.; SAWICKI, G.S.; FERRIS, D.P. Kinematics and muscle activity of individuals with incomplete spinal cord injury during treadmill stepping with and without manual assistance. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, v. 4, n. 32, 2007

DUTRA, M. O. M. *et al.* Fatores sociodemográficos e capacidade funcional de idosos acometidos por acidente vascular encefálico. **Rev. Bras. Epidemiol.**, v. 20, n. 1, p. 124-135, 2017

FARIA, C.D.V *et al.* Utilização do suporte de peso corporal em solo no treino de marcha do lesado medular. **Acta Fisiatr.**, v.12, n.1, p. 21-25, 2005.

FEREZIN, S. M. R. Epidemiologia do ataque isquêmico transitório no Brasil. **Braz. J. of Develop.**, v. 6, n. 8, p. 61125-61136, 2020

FERRARI, E. A. M. *et al.* Plasticidade Neural: Relações com o Comportamento e Abordagens Experimentais. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 17, n. 2, p. 187-194, 2001.

FURLAN, J. C.; FEHLINGS, M. G. Cardiovascular complications after acute spinal cord injury: pathophysiology, diagnosis, and management. **Neurosurg Focus**, v. 25, n. 5, E13, 2008

GARRIDO, R.F. *et al.* Respiratory muscle training improves exercise tolerance and respiratory muscle function/structure post-stroke at short term: A systematic review and meta-analysis. **Annals of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 65, 2022.

GAUDÊNCIO, T. G.; LEÃO, G. M. A. Epidemiologia do Traumatismo Crânio Encefálico: Um Levantamento Bibliográfico no Brasil. **Rev. Neurocienc.**, v. 21, n. 3, p. 427-434, 2013.

GEE, C.M. *et al.* Respiratory muscle training in athletes with cervical spinal cord injury: effects on cardiopulmonary function and exercise capacity. **Journal of Physiology**, v. 597, n. 14, p. 3673-3685, 2019

GOLLIE, J. M. *et al.* Fatigability, oxygen uptake kinetics and muscle deoxygenation in incomplete spinal cord injury during treadmill walking. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 117, n. 10, p. 1989-2000, 2017.

GUALANO, B.; TINUCCI, T. Sedentarismo, exercício físico e doenças crônicas. **Rev. bras. Educ. Fís. Esporte**, v.25, p.37-43, 2011.

GUIMARÃES, C. L. *et al.* Aspectos clínicos epidemiológicos de crianças com paralisia cerebral assistidas pela clínica escola de Fisioterapia UNIP-São José dos Campos. **J. Health Sci Inst.** v. 32, n. 3. p. 281-5, 2014.

GRILO, A. C. S. *et al.* Tradução para língua portuguesa do Data Set trato urinário inferior para indivíduos com lesão medular. **Enferm.**, v. 27, n. 4, 2018.

HARDINGE, M. *et al.* British Thoracic Society guidelines for home oxygen use in adults. **Thorax**, n. 70, p. i1-i43, 2015.

HASSETT, L. *et al.* Fitness training for cardiorespiratory conditioning after traumatic brain injury. **Cochrane Database Syst Rev.**, v. 16, n. 2: CD006123, 2008.

HESSE, S.; WERNER, C. Post stroke motor dysfunction and spasticity: novel pharmacological and physical treatment strategies. **CNS Drugs**, v. 17, n. 15, p. 1093-107, 2003

HUNTER, M. *et al.* Progressive exercise testing in closed head-injured subjects: Comparison of exercise apparatus in assessment of a physical conditioning program. **Phys Ther.**, v. 70, n. 6, p. 363-371, 1990.

IWABE, C.; DIZ, M. A. R.; BARUDY, D. P. Análise cinemática da marcha em indivíduos com AVE. **Rev. Neurocienc.**, v. 16, n. 4, p. 292-296, 2008

KARVONEN, J., & VUORIMAA, T. Heart rate and exercise intensity during sports activities. Practical application. **Sports Medicine**, v. 5, n. 5, p. 303-311, 1988.

KLEIM, J. A. Neural plasticity and neurorehabilitation: Teaching the new brain old tricks. **Journal of communication disorders**, v. 44, n. 5, p. 521 – 528, 2011.

KRUSE, A. *et al.* Muscle and tendon morphology alterations in children and adolescents with mild forms of spastic cerebral palsy. **BMC Pediatrics**, v.18, n. 1, 2018.

LEDDY, J. J. *et al.* Exercise is Medicine for Concussion. **Current sports medicine reports**, v. 17, n. 8, p. 262–270, 2018.

LEE, J.; STONE, A. J. Combined Aerobic and Resistance Training for Cardiorespiratory Fitness, Muscle Strength, and Walking Capacity after Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. **J Stroke Cerebrovasc Dis**, v. 29, n. 1, 2020.

LI, L. *et al.* Acute Aerobic Exercise Increases Cortical Activity during Working Memory: A Functional MRI Study in Female College Students. **PLoS One**, v. 9, n. 6, 2014.

MACEDO, C. S. G. *et al.* Benefícios do exercício físico para qualidade de vida. **Revista Brasileira de Atividade Física Saúde**, v. 8, n.2, p. 19-27, 2012

MAIOR, A. S. **Manual para performance e prevenção de lesões**. 1 ed. Belo Horizonte: Livro na Mão, 2021.

MANCINI, M. C. *et al.* Comparação do desempenho de atividades funcionais em crianças com desenvolvimento normal e crianças com paralisia cerebral. **Arq Neuropsiquiatr.**, v. 60, n.2-B, p. 446-452, 2002.

MARIANELLI, M. *et al.* Traumatismo Cranioencefálico grave e suas possíveis sequelas cognitivas, emocionais e o impacto na qualidade de vida: Uma abordagem descritiva. **Braz. J. Hea. Rev**, v. 3, n. 6, p. 19691-19700, 2020.

MARQUES, I. A. *et al.* Avaliação da espasticidade baseada na detecção do limiar de reflexo de estiramento tônico em tempo real. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE

ENGENHARIA BIOMÉDICA – CBEB, 24., 2014. **Anais...**, Uberlândia, 2014. p. 1581-1584.

MAKI, T. Toxina Botulínica Tipo A e Estimulação Elétrica Funcional no Membro Superior de Pacientes Crônicos Pós-Acidente Vascular Cerebral. 2005. 39 f. Dissertação (Mestrado em ciências médicas) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MEDEIROS, A. L. R. *et al.* Exercício aeróbio em intensidade autosselecionada atinge as recomendações para benefícios à saúde em homens sedentários. **Educação Física em Revista – EFR**, v. 8, n. 3, p. 10-25, 2015.

MELO, M. T. *et al.* Exercício físico e os aspectos psicobiológicos. **Rev Bras Med Esporte.**, v.11, n.3, 2005.

MEHRHOLZ, J.; THOMAS, S.; ELSNER, B. Treadmill training and body weight support for walking after stroke. **The Cochrane database of systematic reviews**, v. 8, n. 8, 2017.

MINHO, A.M. **Escala de Borg. Aula hidroginástica.** Disponível em: slideplayer.com.br/slide/11727011/. Acesso em: 10 mar. 2022.

MORAWIETZ, C.; MOFFAT, F. Effects of Locomotor Training after Incomplete Spinal Cord Injury: A Systematic Review. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 94, p. 2297-308, 2013.

MOSSBERG, K. A.; KUNA, S.; MASEL, B. Ambulatory efficiency in persons with acquired brain injury after a rehabilitation intervention. **Brain Inj.**, v. 16, n. 9, p. 789–797, 2002.

MOTA, R.S. *et al.* Avaliação da eficácia do exercício aeróbico na reabilitação de pacientes com marcha hemiparética. **Fisioterapia Brasil**, v. 11; n. 4, 2010.

NASCIMENTO, L. R. *et al.* Walking training with cueing of cadence improves walking speed and stride length after stroke more than walking training alone: a systematic review. **J. Physiother.**, v. 61, n. 1, p. 10-5, 2015.

NEVES, M. A. O. *et al.* Escalas clínicas e funcionais no gerenciamento de indivíduos com Lesões Traumáticas na Medula Espinhal. **Rev. Neurocienc.**, v. 15, n. 3, p. 234-239, 2007.

NEVES, M.F. *et al.* Effects of low-level laser therapy (LLLTT 808 nm) on lower limb spastic muscle activity in chronic stroke patients. **Laser in Medical Science**, v. 31, n. 7, p. 1293-1300, 2016.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Relatório mundial sobre a deficiência.** São Paulo : SEDPcD, 2011.

OTSUKA, Y. *et al.* Orthostatic influence on heart rate and blood pressure variability in trained persons with tetraplegia. **Eur J Appl Physiol.**, n. 104, p. 75–78, 2008.

ORCZYKOWSKI, M. E. *et al.* Cell based therapy enhances activation of ventral premotor cortex to improve recovery following primary motor cortex injury. **Experimental Neurology**, v. 305, p. 13-25, 2018.

OVANDO, A. C. *et al.* Treinamento de marcha, cardiorrespiratório e muscular após acidente vascular encefálico: estratégias, dosagens e desfechos. **Fisioter. Mov.**, v. 23, n. 2, p. 253-269, 2010.

O' REILLY, M. R.; McCULLOUGH, L. D. Age and Sex Are Critical Factors in Ischemic Stroke Pathology. **Endocrinology**, v. 159, n. 8, p. 3120-3131, 2018

PALATINI, P. Heart rate as an independent risk factor for cardiovascular disease: current evidence and basic mechanisms. **Drugs**, v. 67, suppl 2, p. 3-13, 2007.

PANG, M.Y.C. *et al.* Using Aerobic Exercise to Improve Health Outcomes and Quality of Life in Stroke: Evidence-Based Exercise Prescription Recommendations. **Cerebrovasc Dis.**, v. 35, p. 7–22, 2013.

PASTORE, C.A. *et al.* III Diretrizes Da Sociedade Brasileira De Cardiologia Sobre Análise e Emissão De Laudos Eletrocardiográficos. **Arq Bras Cardiol.**, v. 106, n.4, Suppl. 1, p. 1-23, 2016.

PEÇANHA, T. *et al.* Activation of Mechanoreflex, but not Central Command, Delays Heart Rate Recovery after Exercise in Healthy Men. **Int J Sports Med.**, v. 42, n. 7, p. 602-609, 2021.

PELLETIER, C.A.; HICKS, A.L. Muscle Characteristics and Fatigue Properties After Spinal Cord Injury. **Biomedical Engineering**, v. 37, n.1–2, 139–164, 2009.

PONTES, L. S. *et al.* Toxina Botulínica Tipo A em pacientes com hemiplegia e/ou hemiparesia espástica: Uma Abordagem Fisioterapêutica. **Rev. Neurocienc.**, v. 8, n. 3, p. 99-102, 2000.

POPOK, D. W. *et al.* Effects of early and delayed initiation of exercise training on cardiac and haemodynamic function after spinal cord injury. **Exp. Physiol.**, v. 102, n. 2, p. 154–163, 2017.

POPERNACK, M. L.; GRAY, N.; REUTER-RICE, K. Moderate-to-Severe Traumatic Brain Injury in Children: Complications and Rehabilitation Strategies. **Journal of pediatric health care**, v. 29, n. 3, p. e1-e7, 2015.

PORTELLA, L. V. *et al.* Os Efeitos da Toxina Botulínica no Tratamento da Espasticidade: Uma Revisão De Literatura. **Rev. Fisioter. Univ.**, v. 11, n. 1, p. 47-55, 2004.

RAIMUNDO, R. D. *et al.* Heart Rate Variability in Stroke Patients Submitted to an Acute Bout of Aerobic Exercise. **Transl. Stroke Res.**, n. 4, p. 488–499, 2013.

SANTOS, J. C. Traumatismo crânioencefálico no Brasil: Análise epidemiológica. **Rev Cient Esc Estadual Saúde Pública Goiás "Candido Santiago"**. v. 6, n.3, p. 1-13, 2020.

SANTOS, A. A. *et al.* Perfil de pacientes com traumatismo cranio encefálico atendidos em um hospital de urgência e emergência. **Brazilian Journal of Development**. v.7, n.3, p. 29447-29462, 2021.

SINDOU, M.; JOUD, A.; GEORGOULIS, G. Neurophysiological mechanisms of hypertonia and hypotonia in children with spastic cerebral palsy: surgical implications. **Child's Nervous System**, n. 36, p. 1919–1924, 2020

SILVA, S. G.; ARIDA, R. M. Physical activity and brain development. **Expert Review of Neurotherapeutics**, v. 15, p. 1041-1051, 2015.

SOARES, A.V. *et al.* Cicloergometria adaptada para pacientes hemiparéticos por acidente vascular cerebral. **Arq. Catarin Med.**, v. 45, n. 1, p. 108 -116, 2016.

SOUZA, D. Q. *et al.* Efeito da estimulação elétrica neuromuscular (EENM) no músculo agonista e antagonista de indivíduos com hemiplegia espástica decorrente de disfunção vascular encefálica: revisão sistemática. **Revista Univap**, v. 17, n. 30, p. 58-67, 2011.

SOWA-KUCMA, M. *et al.* Antidepressant-like activity of zinc: further behavioral and molecular evidence. **J. Neural. Transm.**, v. 115, p. 1621–1628, 2008.

STOKES, M. **Neurologia para fisioterapeutas**. São Paulo: Editora Premier, p. 402 2000

STRONG, Kathleen; MATHERS, Colin; BONITA, Ruth. Preventing stroke: saving lives around the world. **Lancet Neurology**, v. 6, n. 2, p. 182-187, 2007.

SHARMAN, J.E; LAGERCHE, A. Exercise blood pressure: clinical relevance and correct measurement. **Journal of Human Hypertension**, v. 29, p. 351–358; 2015.

TEIXEIRA-SALMELA, Luci Fuscaldi *et al.* Fortalecimento muscular e condicionamento físico em hemiplégicos. **Acta Fisiátrica**, v. 7, n. 3, p. 108-118, 2000.

TORRECILHA, Larissa Amaral *et al.* O perfil da sexualidade em homens com lesão medular. **Fisioterapia em Movimento**, v. 27, p. 39-48, 2014.

TRAVAGLIA, A.; LA MENDONA, D. Chapter Three - Zinc Interactions With Brain-Derived Neurotrophic Factor and Related Peptide Fragments. **Vitamins and Hormones**, v. 104, p. 29-56, 2017.

VAN GESTEL, A. J. R. *et al.* Prevalence and Prediction of Exercise-Induced Oxygen Desaturation in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. **Respiration**, n. 84, p. 353-359, 2012.

VAZ, D. W. N. *et al.* Perfil epidemiológico do Acidente Vascular Cerebral no Estado do Amapá, Brasil. **Research, Society and Development.**, v. 9, n. 8, p. 1-13, 2020.

VERSCHUREN, O.; TAKKEN, T. Aerobic capacity in children and adolescents with cerebral palsy. **Research in Developmental Disabilities**, v. 31 p. 1352–1357, 2010.

VIANA, R.B. *et al.* Percepção subjetiva de esforço durante uma sessão de exergame em homens jovens saudáveis. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v.15, n. 96, p. 203-211, 2021.

VOOS, M. C.; VALLE, L. E. R. Estudo comparativo entre a relação do hemisfério acometido no acidente vascular encefálico e a evolução funcional em indivíduos dentros. **Rev. Bras. Disioter.**, v. 12, n. 2, p. 113-120, 2008.

VOSS, J. D. *et al.* Update on the Epidemiology of Concussion/Mild Traumatic Brain Injury. **Curr Pain Headache Rep.**, v. 19, n. 32, p. 1-8, 2015.

VOSS, M. W. *et al.* Aerobic fitness is associated with greater efficiency of the network underlying cognitive control in preadolescent children. **Neuroscience**, v. 199, p. 166-176, 2011.

XU, X. *et al.* Selective NLRP3 inflammasome inhibitor reduces neuroinflammation and improves long-term neurological outcomes in a murine model of traumatic brain injury. **Neurobiology of Disease**, v. 117, p. 15-27, 2018.

WEST, C. R. *et al.* Resting cardiopulmonary function in Paralympic athletes with cervical spinal cord injury. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 44, n. 2, p. 323-329, 2012.

WESSELS, M. *et al.* Body weight-supported gait training for restoration of walking in people with an incomplete spinal cord injury: a systematic review. **J. Rehabil. Med.**, v. 42, p. 513-519, 2010.

WEINSTEIN, A. A. Effect of Aerobic Exercise Training on Mood in People with Traumatic Brain Injury: A Pilot Study. **J Head Trauma Rehabil.**, v.32, n.3, p. E49–E56, 2017.

ZUBAC, D. *et al.* Independent influence of age on heart rate recovery after flywheel exercise in trained men and women. **Sci. Rep.**, n. 11, 2021.

ZANINI, G.; CEMIN, N. F.; PERALLES, S. N. Paralisia Cerebral: causas e prevalências. **Fisioter Mov.**, v. 22, n.3, p. 375-381, 2009.

APÊNDICE A -TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

TÍTULO DO PROJETO: REABILITAÇÃO SENSÓRIO-MOTORA E CARDIORRESPIRATÓRIA ASSOCIADA A LASERTERAPIA TRANSCRANIANA EM PACIENTES COM LESÃO NO SISTEMA NERVOSO CENTRAL.

Pesquisadores Responsáveis: Prof. Dr. Mário Oliveira Lima e Prof. Dr. Rodrigo Alvaro Brandão Lopes Martins.

Equipe executora: Fisioterapeutas Ana Paula Pinto e Carolina Lobo Guimarães.

Instituição a que pertence o Pesquisador Responsável: **Universidade do Vale do Paraíba (Univap), Faculdade de Ciências e Saúde (FCS) e Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D).**

Telefones para contato: (12) 3947-1086/(12) 98158-5874/ (12) 98826-2896.

Nome do voluntário _____

Idade: _____ RG: _____ CPF: _____

Endereço: _____ Telef

ones para contato: _____

O (A) Sr. (a) _____ está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa tendo como título **“REABILITAÇÃO SENSÓRIO-MOTORA E CARDIORRESPIRATÓRIA ASSOCIADA A LASERTERAPIA TRANSCRANIANA EM PACIENTES COM LESÃO NO SISTEMA NERVOSO CENTRAL.”**, de responsabilidade dos pesquisadores Prof. Dr. Mário Oliveira Lima e Prof. Dr. Rodrigo Álvaro Brandão Lopes Martins.

Esta pesquisa se justifica uma vez que outros estudos já demonstraram benefícios para as pessoas que realizam atividades aeróbias. Portanto, o principal objetivo deste trabalho será avaliar a ativação muscular, equilíbrio, condicionamento cardiorrespiratório e qualidade de vida, através de um programa de reabilitação e treinamento para pessoas com mobilidade reduzida.

O voluntário será submetido a 4 avaliações: Antes de iniciar a reabilitação, após a 9ª sessão, ao final da reabilitação e após 2 meses do término do tratamento. Serão realizadas coletas dos sinais vitais, testes pulmonares, fadiga (lactato sanguíneo), tolerância ao exercício, teste de avaliação cognitiva e questionário de qualidade de vida. A coleta de lactato sanguíneo pela gotícula sanguínea será feita com uma pequena perfuração na ponta de um dos dedos da mão, realizada com auxílio de agulha descartável, pelo pesquisador responsável, no Laboratório de Engenharia de Reabilitação Sensório-Motora (UNIVAP). Todas as medidas de higienização e segurança serão utilizadas durante todo o teste, incluindo a utilização de luvas descartáveis pelo pesquisador. Estes testes não causam dor e eventualmente apenas um leve cansaço poderá ser sentido

O processo de reabilitação será de aproximadamente 2 meses de tratamento, 2x por semana, com cerca de 1 hora cada sessão, e no mínimo 24 horas de intervalo entre elas. Este estudo será realizado no Centro de Práticas Supervisionadas e no Laboratório de Engenharia de Reabilitação Sensório Motora, na Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), situado a Av. Shishima Hifumi, 2911, Urbanova, blocos 7 e 9.

Durante a reabilitação, pode ocorrer leve cansaço, alterações anormais dos sinais vitais, queda da oxigenação e mínimo risco de queda. Mas, serão tomadas medidas para minimizar estes riscos e tornar a terapia mais segura possível, e se caso acontecer alguma intercorrência, os responsáveis pelo estudo irão prestar assistência integral aos voluntários. Sendo assim, o voluntário poderá interromper as sessões ou se retirar dessa pesquisa a qualquer momento, sem prejuízo do acompanhamento ou sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Caso seja necessário, o voluntário será socorrido pela ambulância do SAMU da cidade de São José dos Campos e encaminhado para o hospital municipal Dr. José de Carvalho Florence de São José dos Campos, a saber, Hospital da Vila Industrial, onde receberá assistência médica pelo SUS.

Afirmo que aceitei participar por minha própria vontade, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com a finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa.

Fui também esclarecido (a) de que minhas informações oferecidas estarão submetidas às normas éticas destinadas à pesquisa envolvendo seres humanos, da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) do Conselho Nacional de

Saúde, do Ministério da Saúde. Minha colaboração se fará de forma anônima, por meio de coleta de dados respiratórios. O acesso e a análise dos dados coletados se farão apenas pelas pesquisadoras e/ou seus orientadores. Atesto o recebimento de uma cópia assinada deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme recomendações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP). Fui informado, ainda, de que a pesquisa é coordenada e orientada pelos professores Prof. Dr. Mário Oliveira Lima e Prof. Dr. Rodrigo Álvaro Brandão Lopes Martins a quem poderei contatar / consultar a qualquer momento que julgar necessário e para assistência e/ou sanar eventuais dúvidas acerca dos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa ou com o tratamento individual através dos telefones nº 3947-1086 ou e-mail apaula@outlook.com.br/caroll.guimaraes@yahoo.com.br ou pessoalmente na Av. Shishima Hifumi, 2911, Urbanova, bloco 07- de segunda a sexta feira, 8h- 17h. Este protocolo de pesquisa foi aprovado pelo CEP onde o mesmo é co-responsável por garantir e zelar pelos direitos do sujeito da pesquisa - cujo os dados para contato são: Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Vale do Paraíba- Univap, pelo telefone (12) 3947-1111, ou pessoalmente na Av. ShishimaHifumi, 2911, Urbanova, bloco 11- Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento II, sala 19, de segunda a sexta feira, 8h- 12h e 13h-17h.

Eu, _____, RG nº _____ fui informado e concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

São José dos Campos, _____ de _____ de _____

Nome e assinatura do paciente

Nome e assinatura do responsável por obter o consentimento

Testemunha

Testemunha

ANEXO A - ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (BORG)

Escala de Borg Percepção Subjetiva do Esforço	
6	
7	Muito, muito leve
8	
9	Muito leve
10	
11	Razoavelmente leve
12	
13	Um pouco intenso
14	
15	Intenso
16	
17	Muito Intenso
18	
19	
20	Muito, muito intenso

Fonte: Minho, (2022)