

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO**

**LEONARDO DE OLIVEIRA E SILVA**

**ANÁLISE DO CONTROLE AUTÔNOMICO CARDÍACO EM INDIVÍDUOS COM  
PARALISIA CEREBRAL PRATICANTES DE BOCHA**

**UBERABA**

**2020**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO

LEONARDO DE OLIVEIRA E SILVA

**ANÁLISE DO CONTROLE AUTONÔMICO CARDÍACO EM INDIVÍDUOS COM  
PARALISIA CEREBRAL PRATICANTES DE BOCHA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, linha de pesquisa: “Aspectos Psicobiológicos do Exercício Físico relacionados à Saúde e ao Desempenho”, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito para obtenção do título de mestre.  
Orientador: Prof. Dr. Octávio Barbosa Neto

UBERABA

2020

LEONARDO DE OLIVEIRA E SILVA

**ANÁLISE DO CONTROLE AUTONÔMICO CARDÍACO EM INDIVÍDUOS COM  
PARALISIA CEREBRAL PRATICANTES DE BOCHA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, linha de pesquisa: “Aspectos Psicobiológicos do Exercício Físico relacionados à Saúde e ao Desempenho”, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito a obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Octávio Barbosa Neto

Uberaba, 28 de outubro de 2020.

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Octávio Barbosa Neto – Orientador  
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Nádia Cheik  
Universidade Federal de Uberlândia

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Luciane Aparecida Pascucci Sande de Sousa  
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

## DEDICATÓRIA

Dedico ao meu amigo “irmão” Octávio (Tavão), que foi a minha fonte de inspiração para ter ingressado no PPGEF e contribuiu de forma ímpar para a categorização durante todo o processo de produção deste trabalho. A minha esposa Daniela que soube entender por diversas vezes meu isolamento e a minha filha Maria, que resplandece energia positiva. Amo vocês!

## AGRADECIMENTO

Agradeço ao meu orientador o **Professor Doutor Octávio Barbosa Neto** pela direção ao longo de toda a jornada acadêmica, sempre com muita presteza e sabedoria.

Aos **Professores do Programa de Pós-graduação** em Educação Física da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, agradeço a oportunidade de convivermos ao longo da pós-graduação e por todo ensinamento compartilhado.

Aos **amigos** do Departamento de Pesquisa em Cardiologia do Esporte e do Exercício Físico e aos **colegas** PPGEF/UFTM, muito obrigado por toda colaboração ao longo desta jornada, bem como a todos os **funcionários** deste programa que sempre se foram solícitos.

Aos membros da minha banca de qualificação e dissertação, as Professoras **Dr<sup>a</sup>. Fernanda Regina de Moraes** e **Dr<sup>a</sup>. Luciane Aparecida Pascucci Sande de Sousa**, pela atenção e fundamental contribuição ao nosso trabalho

A todos, o meu muito obrigado!

## EPÍGRAFE

*“Ontem passado. Amanhã futuro. Hoje agora.  
Ontem foi. Amanhã será. Hoje é. Ontem  
experiência adquirida. Amanhã lutas novas. Hoje,  
porém, é a nossa hora de fazer e construir.”*

**Chico Xavier**

## RESUMO

A paralisia cerebral (PC) está ao longo da vida relacionada ao surgimento de doenças crônicas não transmissíveis e a disfunções do sistema nervoso autônomo. O enfoque no estudo do balanço simpátovagal está aumentando com o tempo, e seu comportamento em pessoas com PC é importante para avaliar a possibilidade de doenças cardíacas. Como possibilidade de exercício físico, a Bocha é considerada uma excelente intervenção como meio de se manterem ativos e como prática esportiva para esta população, mesmo para casos com maior comprometimento. Sendo assim, nosso trabalho objetivou avaliar o comportamento da modulação autonômica cardíaca em atletas de Bocha com PC. Quarenta e cinco voluntários de ambos os sexos com idade de  $26,5 \pm 1,7$  anos e índice de massa corpórea (IMC) de  $24,1 \pm 1,4$  Kg/m<sup>2</sup> foram alocados em 3 grupos de acordo com as características de cada indivíduo, sendo um grupo controle (CON), composto por 15 indivíduos com desenvolvimento motor adequado, grupo PC sedentário (PCs), composto por 15 indivíduos com diagnóstico clínico de PC e que não realizavam nenhum tipo de atividade física e o grupo PC Bocha (PC<sub>B</sub>), composto por 15 indivíduos com diagnóstico clínico de PC praticantes assíduos de Bocha. Perfil antropométrico, parâmetros hemodinâmicos e autonômicos cardíacos foram mensurados em repouso. Evidenciou-se uma maior bradicardia de repouso no grupo PC<sub>B</sub> e CON em comparação ao grupo PCs ( $p < 0,01$ ). A pressão arterial diastólica e média foram superiores no grupo CON comparado ao grupo PC<sub>B</sub> ( $p < 0,05$  e  $p < 0,01$ ), respectivamente. Ambos os grupos PC<sub>B</sub> e CON evidenciaram menores valores do duplo produto quando comparado ao grupo PCs ( $p < 0,01$ ). Os índices referentes a modulação parassimpática cardíaca foram significativamente maiores nos grupos PC<sub>B</sub> e CON em relação ao grupo PCs ( $p < 0,01$ ). A atividade simpática no coração se mostrou maior no grupo PCs do que nos grupos PC<sub>B</sub> ( $p < 0,01$ ) e CON  $p < 0,01$ . Constatamos uma moderada e negativa correlação entre o aumento da modulação parassimpática cardíaca e a redução da frequência cardíaca de repouso ( $r = -0,662$ ;  $p < 0,01$ ) no grupo PC<sub>B</sub> em comparação ao grupo PCs. Podemos concluir que a prática regular de Bocha reduz a atividade simpática e eleva a atuação parassimpática sobre o coração de indivíduos com PC, sendo esse considerado ser um mecanismo cardioprotetor e seguro.

**Palavras-chave:** Paralisia cerebral. Bocha. Modulação autonômica cardíaca. Balanço simpátovagal.

## ABSTRACT

Cerebral palsy (CP) is lifelong related to the emergence of chronic non-communicable diseases and autonomic nervous system dysfunctions. The focus of the study on sympathovagal balance is increasing over time, and its behavior in people with CP is important in determining the probability of developing heart disease. As a possibility of physical exercise, Bocce is considered an excellent sports intervention in rehabilitation for this population, even for cases with greater impairment. Therefore, our study aimed to evaluate the behavior of cardiac autonomic modulation in Bocce athletes with CP. Forty-five volunteers of both sexes with  $26.5 \pm 1.7$  years old and a body mass index (BMI) of  $24.1 \pm 1.4$  kg/m<sup>2</sup>, were allocated into 3 groups according to the characteristics of each individual, being a control group (CON), composed of 15 individuals with appropriate motor development, sedentary CP group (sCP), composed of 15 individuals with clinical diagnosis of CP and who did not perform any type of physical activity and the Bocce CP group (B<sub>CP</sub>), composed of 15 individuals with clinical diagnosis of CP, assiduous practitioners of Bocce. Anthropometric profile, hemodynamic and cardiac autonomic parameters were measured at rest. We observed a greater bradycardia at rest in the B<sub>CP</sub> and CON groups compared to the sCP group ( $p < 0.01$ ). Diastolic and mean blood pressure were higher in the CON group compared to the B<sub>CP</sub> group ( $p < 0.05$  and  $p < 0.01$ ), respectively. Both the B<sub>CP</sub> and CON groups showed lower values of double product when compared to the sCP group ( $p < 0.01$ ). The indices for cardiac parasympathetic modulation were significantly higher in the B<sub>CP</sub> and CON groups compared to the sCP group ( $p < 0.01$ ). Sympathetic activity to the heart was higher in the sCP group than in the B<sub>CP</sub> group ( $p < 0.01$ ) and CON ( $p < 0.01$ ). We found a moderate and negative correlation between the increase in cardiac parasympathetic modulation and the reduction in resting HR ( $r = -0.662$ ;  $p < 0.01$ ). We can conclude that the regular practice of Bocce reduces the sympathetic activity and increases the parasympathetic performance on the heart of the individuals with CP.

**Keywords:** Cerebral palsy. Bocce. Cardiac autonomic modulation. Sympathovagal balance.



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	16
2.1 Paralisia Cerebral .....	16
2.2 Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) .....	23
2.3 Variabilidade da Frequência Cardíaca na Paralisia Cerebral .....	27
2.4 Efeito de diferentes tipos de exercício físico sobre a VFC e a prática regular da modalidade esportiva bocha.....	29
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	32
3.1 Geral.....	33
3.2 ESPECÍFICOS .....	33
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	33
4.1 Amostra .....	33
4.2 Desenho experimental.....	34
4.3 Medidas antropométricas .....	34
4.4 Parâmetros hemodinâmicos basais.....	35
4.5 Modulação autonômica cardíaca .....	35
4.6 Análise estatística.....	36
<b>5 RESULTADO</b> .....	36
5.1 Caracterização demográfica dos participantes .....	36
5.2 Parâmetros hemodinâmicos basais.....	37
5.3 Frequência respiratória.....	40
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	47
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	52

## LISTA DE SIGLAS A ABREVIATURAS

ADEFU	Associação dos Deficientes Físicos de Uberaba
AVE	Acidente vascular encefálico
CID	Classificação Internacional de Doenças
CINAHL	Science e Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature
CON	Grupo controle
CPB	Comitê Paralímpico Brasileiro
DCNT	Doenças crônicas não transmissíveis
DCV	Doenças cardiovasculares
DE	Densidade espectral
DF	Domínio da frequência
DM	Diabetes mellitos
DP	Duplo produto
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
DT	Domínio do tempo
ECG	Eletro cardiograma
FC	Frequência cardíaca
FFT	Transformação rápida de Fourier (Fast Fourier Transform)
g	Gramma (unidade principal de massa)
GH	Hormônio do crescimento,
GMFCS	Gross Motor Function Classification System for Cerebral Palsy
GMFM	Gross Motor Function Classification System
HA	Hipertensão arterial
HF	Altas frequências espectrais (“high frequency” - HF - 0,15 - 0,50 Hz),
Hz	Frequência
IMC	Índice de massa corporal
iRR	Intervalo R-R
LF	Baixas frequências espectrais (“low frequency” - LF - 0,04 - 0,15 Hz)
LF/HF	Razão entre LF e HF
MeSH	Medical Subject Headings
ms	Milissegundos
OMS	Organização Mundial de Saúde
PAD	Pressão arterial diastólica

PAM	Pressão arterial média
PAS	Pressão arterial sistólica
PC	Paralisia cerebral
PC <sub>B</sub>	Grupo paralisia cerebral praticante de bocha
PCS	Grupo paralisia cerebral sedentário
PNN50	Percentual de iRR sucessivos que variam em mais de 50 milissegundos
SDNN	Desvio padrão dos iRR normais
SNA	Sistema nervoso autonômico
SNC	Sistema nervoso central
SNS	Sistema nervoso simpático
SNP	Sistema nervoso parassimpático
RM	Ressonância magnética
RMSSD	Diferença quadrática média de iRR
TF	Treinamento de força
UFTM	Universidade Federal do Triângulo Mineiro
VFC	Variabilidade da frequência cardíaca
VLF	Espectrais muito baixas (“very low frequency” - VLF - 0,01- 0,04 Hz)

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Sinais clínicos e respectivas ocorrências no diagnóstico precoce de PC.....	19
<b>Figura 2:</b> Aspectos a serem considerados para o diagnóstico de PC.....	19
<b>Figura 3:</b> Curvas da coordenação motora grossa em crianças com PC.....	21
<b>Figura 4:</b> GMFCS antes do 2º aniversário.....	22
<b>Figura 5:</b> GMFCS entre o 2º e o 4º aniversário.....	23
<b>Figura 6:</b> GMFCS entre o 4º e o 6º aniversário.....	24
<b>Figura 7:</b> GMFCS entre o 6º e o 12º aniversário.....	25
<b>Figura 8:</b> GMFCS entre o 6º e o 12º aniversário.....	26
<b>Figura 9:</b> Perfil espectral de uma série temporal de intervalos RR.....	30
<b>Figura 10:</b> Imagem alusiva ao início de uma partida de bocha.....	35
<b>Figura 11:</b> Valores médios $\pm$ EPM (erro padrão da média) da frequência cardíaca (FC) de repouso entre os voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários (PC <sub>S</sub> ), paralisia cerebral praticantes de Bocha (PC <sub>B</sub> ) e controle (CON).....	42
<b>Figura 12:</b> Valores médios $\pm$ EPM (erro padrão da média) da pressão arterial sistólica (PAS) de repouso entre os voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários (PC <sub>S</sub> ), paralisia cerebral praticantes de Bocha (PC <sub>B</sub> ) e controle (CON).....	42
<b>Figura 13:</b> Valores médios $\pm$ EPM (erro padrão da média) da pressão arterial diastólica (PAD) de repouso entre os voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários (PC <sub>S</sub> ), paralisia cerebral praticantes de Bocha (PC <sub>B</sub> ) e controle (CON).....	43
<b>Figura 14:</b> Valores médios $\pm$ EPM (erro padrão da média) da pressão arterial média (PAM) de repouso entre os voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários (PC <sub>S</sub> ), paralisia cerebral praticantes de Bocha (PC <sub>B</sub> ) e controle (CON).....	43
<b>Figura 15:</b> Valores médios $\pm$ EPM (erro padrão da média) do duplo produto (DP) de repouso entre os voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários (PC <sub>S</sub> ), paralisia cerebral praticantes de Bocha (PC <sub>B</sub> ) e controle (CON).....	44

<b>Figura 16:</b> Valores médios $\pm$ EPM (erro padrão da média) da frequência respiratória (FR) de repouso entre os voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários (PC <sub>S</sub> ), paralisia cerebral praticantes de Bocha (PC <sub>B</sub> ) e controle (CON).....	44
<b>Figura 17:</b> Coeficiente de correlação de Pearson entre o índice do componente de baixa frequência normalizada LF <sub>(nu)</sub> da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio da frequência (DF) e a frequência cardíaca (FC) dos voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários (PC <sub>S</sub> ), paralisia cerebral praticantes de Bocha (PC <sub>B</sub> ) e controle (CON).....	47
<b>Figura 18:</b> Coeficiente de correlação de Pearson entre o índice do componente de baixa frequência normalizada LF <sub>(nu)</sub> da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio da frequência (DF) e a pressão arterial média (PAM) dos voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários (PC <sub>S</sub> ), paralisia cerebral praticantes de Bocha (PC <sub>B</sub> ) e controle (CON).....	48
<b>Figura 19:</b> Coeficiente de correlação de Pearson entre o índice do componente de baixa frequência normalizada LF <sub>(nu)</sub> da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio da frequência (DF) e o duplo produto (DP) dos voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários (PC <sub>S</sub> ), paralisia cerebral praticantes de Bocha (PC <sub>B</sub> ) e controle (CON).....	48
<b>Figura 20:</b> Coeficiente de correlação de Pearson entre o índice rMSSD da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio do tempo (DT) e a frequência cardíaca (FC) dos voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários (PC <sub>S</sub> ), paralisia cerebral praticantes de Bocha (PC <sub>B</sub> ) e controle (CON).....	49
<b>Figura 21:</b> Coeficiente de correlação de Pearson entre o índice pNN50 da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio do tempo (DT) e a frequência cardíaca (FC) dos voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários (PC <sub>S</sub> ), paralisia cerebral praticantes de Bocha (PC <sub>B</sub> ) e controle (CON).....	49
<b>Figura 22:</b> Coeficiente de correlação de Pearson entre o índice do componente de alta frequência normalizada HF <sub>(nu)</sub> da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio da frequência (DF) e a frequência cardíaca (FC) dos voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários (PC <sub>S</sub> ), paralisia cerebral praticantes de Bocha (PC <sub>B</sub> ) e controle (CON).....	50

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Caracterização demográfica, perfil antropométrico e tempo de prática da modalidade bocha dos participantes do estudo.....	41
<b>Tabela 2:</b> Valores médios associados à VFC em repouso no domínio do tempo (DT) e da frequência (DF) em indivíduos dos grupos paralisia cerebral sedentários (PC <sub>S</sub> ), paralisia cerebral praticantes de bocha (PC <sub>B</sub> ) e controle (CON).....	46

## 1 INTRODUÇÃO

Paralisia Cerebral (PC) é uma condição do neurodesenvolvimento que perdura por toda vida, é considerada a causa mais comum de problemas físicos que afetam crianças em países desenvolvidos. Estas crianças têm necessidades complexas e são assistidas quando possível, por uma equipe multidisciplinar (Teixeira-Arroyo, Oliveira, 2007).

Em pessoas com PC, os distúrbios motores são atribuídos a anomalias não progressivas no desenvolvimento cerebral fetal ou infantil. Frequentemente acompanhado por distúrbios adicionais como epilepsia, problemas sensoriais, perceptivos, cognitivos, comunicacionais e comportamentais (Jakub et al., 2020).

O médico inglês William Little, em 1861 descreveu pela primeira vez a PC, ao estudar 47 crianças que apresentavam quadro clínico de espasticidade, com histórico adverso ao nascimento de: prematuridade, dificuldade no parto, demora em chorar e respirar e convulsões nas primeiras horas de vida (Piovesan et al., 2002; Morris, 2007; Weinstein; Flynn, 2014). Reconhecendo a estreita ligação entre problemas no momento do parto e o desenvolvimento de deformidades. Por muitos anos a PC ficou conhecida como “Doença de *Little*”. Pela primeira vez estabeleceu-se uma ligação entre a neurologia e a ortopedia (Weinstein; Flynn, 2014).

Embora a relação entre lesão cerebral e deformidade ortopédica tenha resistido ao tempo, a teoria a respeito da casuística da PC foi revista, sendo que esta terminologia foi proposta por Sigmund Freud em 1893 (Morris, 2007). Na era *Little* os cuidados com a saúde materna eram pouco desenvolvidos, existia um índice elevado de mortalidade materna e infantil e os serviços obstétricos eram subdesenvolvidos. Atualmente em torno de 10 a 20% das causas de PC estão relacionados a eventos perinatais (Weinstein; Flynn, 2014).

Desde então diversas outras definições para PC foram debatidas, apesar de não existirem exames metabólicos, imunológico, genético ou outros para o seu diagnóstico; em 2005 a PC foi descrita como um conjunto de distúrbios permanentes do desenvolvimento motor e da postura, causando suas limitações (Weinstein; Flynn, 2014). São atribuídos à distúrbios não progressivos ocorridos no desenvolvimento do cérebro fetal ou infantil, responsáveis pelo controle motor, uma vez ocorrido os danos (encefalopatia estática), eles não se agravam (McBride, 2018). Contrastando com a patologia musculoesquelética nos membros, que é progressiva e muda constantemente ao longo do crescimento e desenvolvimento (Graham, Selber, 2003; Graham, 2004; Blair, 2010).

Estudos prévios realizados no oeste da Austrália, Suécia, Reino Unido e dos Estados Unidos relataram taxas de PC em 2,0 e 2,5 por 1.000 nascidos vivos, isso verificado em países

desenvolvidos (Zanini, et al., 2009). Anualmente, na União Europeia, cerca de 10.000 crianças são diagnosticadas com a PC (Cavalcante et. al. 2017). Em contrapartida, nos países em desenvolvimento a incidência é maior, com um índice de 7 por 1.000 nascidos vivos. No Brasil, os dados estimam cerca de 30.000 a 40.000 novos casos por ano (Zanini, et al. 2009).

A PC não é considerada uma doença e sim um conjunto de sintomas resultantes da má formação cerebral ou devido a danos no mesmo. Pacientes com PC diferem-se uns dos outros, não existindo deficiências idênticas. O tratamento de cada indivíduo deve ser individualizado e sempre que possível contar com uma equipe multidisciplinar (Weinstein; Flynn, 2014).

Os distúrbios da função motora são características fundamentais na PC (Cury et al. 2006). Em concordância, Rotta (2002), ressalta que o quadro clínico da PC apresenta: retardo cognitivo, alterações visuais, epilepsia, deficiência auditiva, dificuldade para alimentação e constipação intestinal, além do autismo secundário.

Ao longo da vida a PC está relacionada a condições primárias e secundárias para o surgimento de diversas doenças (Katz-Leurer; Amichai, 2019). De fato, populações com PC apresentam maiores probabilidades de desenvolverem doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), tais como, Diabetes Mellitus (DM), Hipertensão Arterial (HA), Acidente Vascular Encefálico (AVE) e alterações cardíacas. Esses fatores de risco, podem ser potencializados pelo sedentarismo, o baixo nível de condicionamento físico e a obesidade (Katz-Leurer; Amichai, 2019).

Alli et al. (2006) destacam que embora a PC não seja progressiva, as características neurológicas mudam ao longo do tempo e os sintomas podem mudar de acordo com o desenvolvimento e maturação do sistema nervoso central (SNC). Alguns estudos apontam que grupos de pessoas que possuem PC (crianças e adultos) têm apresentado disfunções relacionadas ao controle entre os ramos eferentes simpático e parassimpático do Sistema Nervoso Autônomo (SNA) sobre o coração, advindas da perda da influência hemisférica da modulação autonômica, devido às lesões encefálicas, caracterizada como sendo disfunções autonômicas cardíacas (Cunha et al. 2011).

Neste sentido uma das formas de avaliar a disfunção autonômica cardíaca está na utilização da mensuração da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), que reflete o controle do SNA sobre o coração (Zhang et al., 2011). Esta metodologia é uma importante ferramenta a qual possui uma aplicabilidade não invasiva, de fácil acesso e baixo custo, tendo uma utilização diversificada, além de ser um excelente preditor das funções internas do organismo, tanto em condições normais quanto em patológicas (Vanderlei et al., 2009). A



literatura vigente evidencia que uma baixa VFC está associada a um maior risco de arritmia e morte súbita (Celovska et al., 2010; Imamura, et al., 2015; Katz-Leurer, 2019).

Em contrapartida, a adoção de um estilo de vida saudável é desejada como meio profilático, sendo o exercício físico um elemento fundamental (Ruivo & Alcantara, 2012). Palva et al. (2010), destacam que os benefícios da prática regular de atividade física em crianças e adolescentes com PC vão além de promover melhorias na qualidade de vida, concentrando-se também, na melhora da força muscular em membros inferiores, bem como melhoria na resistência e na capacidade aeróbia, ou ambos, e melhoria nas variáveis da marcha (velocidade, comprimento de passo e cadencia). Dessa forma, o exercício físico é um importante promovedor na melhoria da mobilidade e função dos portadores de PC, contribuindo assim para um desenvolvimento social, emocional, comunicativo, intelectual e motivacional.

Na busca por exercício físico que contemple tais objetivos e sejam aplicáveis nas diversas classificações da PC, a modalidade esportiva Bocha parece responder a todos estes anseios. Sendo praticada como desporto adaptado em suas diferentes formas de manifestações desportivas: o desporto educacional, de participação, de rendimento e de formação.

Na busca contínua por protocolos baseados em exercícios físicos que gerem resultados positivos para indivíduos com PC, vimos na prática regular da modalidade esportiva Bocha um possível potencial para este fim. Apesar de diversos estudos terem elucidado relevantes benefícios do exercício físico e esportes para pessoas com PC (Teixeira-Arroyo et al. 2007; Palva et al., 2010; Furtado et al., 2010), pretendemos elucidar se a prática regular da modalidade esportiva Bocha promove adaptações seguras e positivas sobre a modulação autonômica cardíaca em pessoas com PC classificados no GMFCS nível I.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Paralisia Cerebral**

A PC é uma síndrome clínica heterogênea que afeta o neurodesenvolvimento, alterando o tônus muscular as habilidades motoras e o movimento. Em 2005 através de um consenso internacional a PC ficou definida como:

A paralisia cerebral descreve um grupo de distúrbios permanentes de desenvolvimento do movimento e postura, causando limitação de atividade que são atribuídos a distúrbios não progressivos que ocorreram no desenvolvimento do cérebro fetal ou infantil (Gulati et al., 2017).

A definição acima foi amplamente aceita, sendo recomendada como a definição operacional mais útil da PC (Weinstein; Flynn, 2014). Porém é importante salientar que não existe nenhuma causa específica, como patologia cerebral ou mesmo tipo de deficiência motora, apenas que existem deficiências motoras resultante de patologia cerebral não progressiva, adquirida no início da vida (Blair, 2010).

Os distúrbios motores da PC são frequentemente acompanhados de alterações na percepção, comunicação, sensação, cognição e de comportamento. Ainda por epilepsia e alterações musculoesqueléticas secundárias. O comprometimento neurológico mais evidente é a epilepsia, que afeta cerca de 30% dos portadores e é mais comum na hemiplegia.

O relato das taxas de prevalência da PC é mais confiável quando vindo de países que possuem serviços de saúde, tendo maior confiabilidade os países que utilizam o cadastro nacional do PC, que inclui alguns países da Europa e a Austrália (Weinstein; Flynn, 2014). Nestes países as taxas são de 2 por 1000 nascidos vivos.

Existe uma relação paradoxal entre as taxas de prevalência e a de cuidados intensivos neonatais para prematuros e de baixo peso ao nascer. O que pode reduzir o risco de lesão cerebral ou eliminar a mesma em neonatos considerados de alto risco. Contudo com o aumento da expectativa de vida para esta população, sobe também a chance de sobreviverem com PC moderada e grave (Weinstein; Flynn, 2014).

A etiologia da PC é diversa e multifatorial. A maioria dos portadores de PC nascem no tempo certo e com parto descomplicado. Dentre as causas podemos citar, as pré-natais (70% dos casos) e neonatais (10 a 20% dos casos): prematuridade (antes de 32 semanas, 20 a 25% de todas as PC), a hipoglicemia neonatal, anormalidade estruturais congênitas, infecções (intrauterina e neonatal), nascimentos múltiplos (chance 4 vezes maior em gêmeos e 18 vezes maior em trigêmeos) e suscetibilidade genética. Pós-natais: traumas na cabeça, eventos hipóxicos, encefalopatia febril e epilepsia (Weinstein, Flynn, 2014; Gulati et al., 2017).

Os sinais clínicos da PC envolvem as alterações de tônus e presença de movimentos atípicos e a distribuição topográfica do comprometimento (Cans et al., 2007). A severidade de comprometimentos da PC está associada às limitações das atividades e à presença de comorbidades (Bax et al., 2005).

Distúrbios sensoriais, perceptivos e cognitivos associados podem envolver a visão, a audição, o tato, e a capacidade de interpretar as informações sensoriais e/ou cognitivas e podem ser como consequência de distúrbios primários, atribuídos à própria PC ou a distúrbios secundários, como consequência das limitações de atividades que restringem o aprendizado e o desenvolvimento de experiências sensório-perceptuais e cognitivas (Rosenbeum et al., 2007).

Em 80% dos casos foram encontradas características apontando para fatores pré-natais que levam ao desenvolvimento anormal do cérebro (Alli et al., 2006). Bebês prematuros considerado pequenos para a idade gestacional, possuem ainda risco elevado. Condições maternas como distúrbios da tireoide, retardo mental materno e administração de estrogênio também foram associados à PC (Alli et al., 2006). Recém nascidos que possuem massa corporal < 1.500 g elevam o percentual de bebês com PC (cerca de 10%), sendo que no grupo de baixo peso ao nascer o risco para PC é 90 por 1000 (9%), quando comparado com bebês nascidos a termo e pesando mais de 2.500 g, que é de 3 por 1000, ou 3% (Weinstein; Flynn, 2014).

A Associação Neurológica Americana recomenda que seja usado o exame de ressonância magnética (RM) como confirmação para o diagnóstico da PC (Ashwai, 2004). Em um estudo que procurou identificar as lesões cerebrais por RM identificou que apenas 20% dos casos foram considerados como possivelmente secundários devido a algum tipo de acidente obstétrico. Em 12 % dos casos diagnosticados como PC, tiveram RM normal (Bax et al., 2006).

**Figura 1** - Aspectos a serem considerados para o diagnóstico de PC



Fonte: (Pfeifer, 2012)

A classificação da PC pode ser pela causa (quando conhecida) e pela lesão cerebral conforme determinada através da RM. Podendo ser: por distúrbios de movimento, distribuição topográfica e função motora grossa (Weinstein; Flynn, 2014).

Classificação por distúrbios de movimentos é dividida em piramidal (espástico, compreendendo de 60 a 85% dos casos) e extrapiramidal (distônico, atáxico e atetoide) (Weinstein; Flynn, 2014). A PC espástica envolve a maioria dos casos de PC, sendo que podem coexistir em vários graus (Sanger et al., 2003).

- a. Espasticidade: afeta o sistema piramidal gerando aumento dos reflexos de estiramento tônico espástico. Frequentemente associada à prematuridade e a leucomalácia periventricular (Bax et al., 2006). Caracteriza-se pela presença de tônus elevado (aumento dos reflexos miotáticos, clônus, reflexo cutâneo plantar em extensão – sinal de Babinski) (Scholtes et al., 2006).
- b. Distonia: é a segunda forma mais comum de distúrbios de movimentos na PC, podendo se desenvolver na infância tardia. É diagnosticada observando postura de torção anormais e movimentos de contorção que variam de intensidade. São movimentos descontrolados vistos em resposta à estimulação nervosa, por exemplo: movimentos volitivos, ruídos altos, dor entre outros.
- c. Atetoide: são os movimentos não controlados vistos em repouso.
- d. Atáxico: pode ser determinado por uma síndrome genética e é incomum como um distúrbio de movimento puro na PC. É um distúrbio de coordenação, sendo melhor observado durante a marcha.

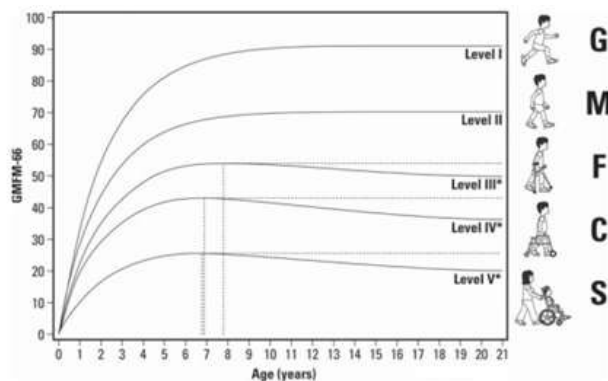
A classificação por distribuição topográfica é de acordo com quais os segmentos dos membros são afetados. Se dá como unilateral e bilateral, sendo que na primeira são divididos em monoplegia (afeta apenas um membro) e hemiplegia (afeta um lado do corpo). Enquanto na segunda em diplegia (apresenta associação bilateral, envolvendo os membros inferiores que podem ser simétrico ou assimétricos) e quadriplegia ou tetraplegia (são envolvidos a parte superior e os membros inferiores).

A classificação por distribuição topográfica não é uma classificação funcional, porém existem implicações funcionais. Quase todos portadores de hemiplegia deambulam independentemente. Cera de 80% dos portadores de diplegia andam independentemente ou com dispositivos auxiliares, 20 % dos portadores de tetraplegia caminham, somente com auxílio (Howad et al., 2005).

A separação dos portadores de diplegia e tetraplegia foi considerado insatisfatória e arbitrária, daí surgido a necessidade de classificação válida e confiável da função motora grossa (Weinstein; Flynn, 2014). A *Gross Motor Function Classification System for Cerebral Palsy* (GMFCS), forneceu pela primeira vez uma linguagem comum para comunicar sobre PC, tornando-se um sistema padronizado para diferenciar crianças e adolescentes com diagnóstico de PC por níveis de mobilidade funcional, em resposta às necessidades de uma classificação para discriminar a severidade da disfunção do movimento (Palisano et al., 1997).

O desenvolvimento da função motora grossa em crianças com PC pode ser descrito por uma série de curvas que foram derivadas de medições longitudinais da função motora grossa (CanChild Centre for Childhood Disability Research, 2002; Rosenbaum et al., 2002). Na maioria das crianças a coordenação motora grossa atinge um platô entre os 6 a 12 anos de idade, conforme demonstrado na figura 2. Simultaneamente os padrões de marcha são observados para demonstrar deterioração como contraturas e aumento das deformidades ósseas (Johnson, Damiano, 1997; Hanna et al., 2009).

**Figura 2** – Curvas da coordenação motora grossa em crianças com PC



Fonte: Hanna et al., 2009

O GMFCS é um sistema de classificação e não uma medida de resultado, é a principal fonte de informações para prognóstico que deve ser considerada em todas as crianças com PC (Weinstein; Flynn, 2014). A prevalência e gravidade das comorbidades médicas mostram boa correlação com o GMFCS (Shevel et al., 2009). Doença respiratória grave, deficiência nutricional e mortalidade prematura são amplamente observadas nos níveis IV e V do GMFCS. Os classificados nos níveis I e II não tem comorbidades médicas graves (além de epilepsia).






Os cinco níveis do GMFCS compreendem a posição do desenvolvimento do indivíduo em relação à sua curva da função motora grossa.

Figura 3 – GMFCS entre o 6º e o 12º aniversário

<b>GMFCS E&amp;R entre o 6º e 12º aniversários:            Descritores e ilustração</b>	
	<p><b>GMFCS nível 1</b></p> <p>As crianças caminham em casa, em espaços externos e na comunidade. São capazes de subir e descer escadas sem assistência e sem o uso de corrimão. Conseguem correr e saltar, mas a velocidade, equilíbrio e a coordenação são limitados.</p>
	<p><b>GMFCS nível 2</b></p> <p>As crianças caminham na maioria dos ambientes e subir escadas. Podem ter dificuldade de equilíbrio em terrenos irregulares. Podem precisar de assistência física em ambiente externo, um dispositivo manual de mobilidade, ou utilizar locomoção sobre rodas ao percorrer longas distâncias. Habilidade mínima para correr e pular.</p>
	<p><b>GMFCS nível 3</b></p> <p>As crianças andam utilizando um dispositivo manual de mobilidade na maioria dos espaços internos. Podem subir ou descer escadas segurando em um corrimão com assistência. Utilizam cadeiras de rodas para deslocamentos de longas distâncias e podem fazer a auto-propulsão de uma cadeira de rodas por curtas distâncias.</p>
	<p><b>GMFCS nível 4</b></p> <p>As crianças utilizam métodos de locomoção que requerem assistência física ou mobilidade motorizada na maioria dos ambientes. Em casa, as crianças andam curtas distâncias com assistência física ou utilizam mobilidade motorizada. Na escola, em espaços externos e na comunidade, as crianças são transportadas em uma cadeira de rodas manual ou utilizam mobilidade motorizada.</p>
	<p><b>GMFCS nível 5</b></p> <p>As crianças são transportadas em uma cadeira de rodas manual em todos os ambientes. As crianças são limitadas em sua habilidade de manter as posturas anti-gravitacionais da cabeça e tronco e de controlar os movimentos dos braços e pernas.</p>

Fonte: Weinstein; Flynn, 2014

Figura 4 – GMFCS entre o 6º e o 12º aniversário

<b>GMFCS E&amp;R entre o 12º e 18º aniversários:            Descritores e ilustração</b>	
	<p><b>GMFCS nível 1</b></p> <p>Os jovens deambulam em casa, na escola e na comunidade, são capazes de subir e descer escadas sem o uso de corrimão. Desempenham habilidades motoras grossas tais como correr e pular, mas a velocidade e o equilíbrio são limitados. Os jovens podem participar de esportes dependendo de escolhas pessoais e fatores ambientais.</p>
	<p><b>GMFCS nível 2</b></p> <p>Os jovens andam na maioria dos ambientes, mas fatores ambientais e preferências pessoais influenciam as escolhas de mobilidade. Na escola podem utilizar dispositivo manual de mobilidade por segurança. Sobem e descem escadas segurando em um corrimão. Na comunidade podem utilizar cadeira de rodas para longas distâncias.</p>
	<p><b>GMFCS nível 3</b></p> <p>Os jovens são capazes de caminhar utilizando um dispositivo manual de mobilidade. Podem subir e descer escadas segurando em um corrimão com supervisão ou assistência física. Na escola podem auto-impulsionar uma cadeira de rodas manual ou utilizar a mobilidade motorizada.</p>
	<p><b>GMFCS nível 4</b></p> <p>Os jovens usam a mobilidade sobre rodas na maioria dos ambientes. Assistência física de 1 ou 2 pessoas é necessária para as transferências. Em espaços internos, podem andar curtas distâncias com assistência física ou andador de apoio corporal. Podem operar uma cadeira motorizada ou serem transportados em uma cadeira de rodas manual.</p>
	<p><b>GMFCS nível 5</b></p> <p>Os jovens são transportados em uma cadeira de rodas manual em todos os ambientes. São limitados em sua habilidade para manter as posturas antigravitacionais da cabeça e tronco e o controle dos movimentos dos braços e pernas. Mobilidade bastante limitada mesmo com o uso de tecnologia assistiva</p>

Fonte: Weinstein; Flynn, 2014

O desenvolvimento do GMFCS é considerado como uma linguagem comum para a comunicação sobre a PC (Palisano et al., 1997, 2008). O GMFCS é um sistema de classificação da coordenação motora grossa, ordenado de cinco níveis, onde uma série de descritores, determinado por imagens, pode ser utilizado em cinco diferentes grupos por faixa etária para a classificação da função motora grossa em PC.

A deficiência intelectual é agravada em indivíduos classificados nos níveis IV e V do GMFCS, estes sofrem risco de morte por doenças respiratórias, tendo a pneumonia por aspiração com a principal causa. Podem apresentar desnutrição crônica devido à dificuldade para engolir, vômitos, refluxo esofágico e aspiração.

Os classificados nos níveis I a III apresentam dificuldades de aprendizagem, comportamental e emocional, bem como distúrbios do espectro autista. As síndromes específicas para a PC são melhores definidas após os 3-5anos, porém existem sinais e sintomas, os quais podem estarem presentes na infância (Gulati et al., 2017).

- a. Neurocomportamentais: irritabilidade excessiva, letargia, dormir mal, vomitar com frequência e pouca atenção visual;
- b. Reflexos: atraso ou exacerbação no desenvolvimento de um reflexo
- c. Tônus motor e postural: pobre controle da cabeça, tônus nos membros e padrões oromotores.
- d. Marcos motores: a realização dos exames através do acompanhamento médico é um processo eficaz para determinar a PC.

## 2.2 Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)

A investigação da VFC é de grande importância para a avaliação das condições de saúde, não somente para caracterizar o estabelecimento de disfunções do SNA, mas também como um potencial diagnóstico e prognóstico para eventos cardiovasculares (Júnior Campos et al., 2001; Irigoyen et al., 2001).

A atuação adequada do SNA é crucial, pois este modula a função cardíaca por meio da interação entre a atividade simpática e parassimpática, sendo a atividade simpática facilitadora ou estimuladora de todas as propriedades do coração, expressando-se por aumento da FC, diminuição do tempo de condução átrio ventricular, hiperexcitabilidade do tecido excito condutor e das fibras contráteis miocárdicas, além do aumento da contratilidade (Radespiel et al, 2003).

Em contrapartida, a atividade parassimpática ou vagal, exerce efeitos inibidores ou depressores, traduzidos por bradicardia decorrente da inibição do nó sinusal, depressão da condução átrio ventricular, depressão da excitabilidade das fibras condutoras especializadas e



do miocárdio, e depressão do inotropismo. Estes efeitos conferem relativa estabilidade eletrofisiológica ao coração e constitui-se em fatores antiarritmogênicos (Radespiel et al, 2003).

Por sua vez, a preponderância de alterações autonômicas cardíacas afeta o equilíbrio cardiovascular, sobretudo pela redução da VFC, que é um reconhecido preditor de morbimortalidade cardiovascular, além de promover a diminuição da sensibilidade dos reflexos autonômicos (Angelis et al., 2004).

A modulação autonômica cardíaca é determinada pela interação entre o sistema nervoso simpático (SNS) e parassimpático (SNP). Um desequilíbrio na atuação desses dois sistemas pode desencadear disfunção autonômica cardíaca, o que pode ser prejudicial à saúde (Barbosa Neto et al., 2013). É possível avaliar a atividade do SNA pelo uso de diferentes técnicas de medida. Métodos invasivos e não invasivos podem ser utilizados. Entre eles, medida das catecolaminas, microneurografia, sensibilidade barorreflexa, VFC e variabilidade da pressão arterial (VPA) (Angelis et al., 2004).

A VFC tem sido muito utilizada como uma medida simples e não invasiva para analisar a atividade do SNA, por ter facilidade de aplicação e boa apresentação gráfica (Jakub et al., 2020). A VFC descreve as oscilações no intervalo R-R entre batimentos cardíacos consecutivos (iRR), assim como oscilações entre FC instantâneas consecutivas. Essa medida pode ser empregada para avaliar a modulação autonômica cardíaca em situações de vigília e sono, diferentes posições do corpo, durante o exercício físico e em condições de doenças (Vanderlei et al., 2009).

Para análise da VFC, foram desenvolvidos métodos matemáticos capazes de identificar e caracterizar os índices do SNA que atuam sobre o sistema cardiovascular (Task Force, 1996; Vanderlei et al., 2009). A análise da VFC para avaliação da função autonômica cardíaca ganhou nas últimas duas décadas, um marcante impulso como um novo e promissor recurso metodológico, não invasivo, de grande simplicidade e de fácil aplicação em nível ambulatorial ou hospitalar (Task Force, 1996).

A análise da VFC pode ser realizada utilizando-se métodos lineares e não lineares. Na metodologia linear, um método aplicado no domínio da frequência (DF) provê índices de regulação neural autonômica, particularmente do balanço entre as modulações simpática e vagal para a FC (Malliani et al, 1991). Através da identificação de mecanismos fisiológicos modulatórios, visa analisar e discriminar a participação do SNS e SNP na modulação cardíaca em diferentes situações fisiológicas e patológicas. Seus índices se dividem em bandas de frequência e a aplicabilidade dessa análise identifica e quantifica componentes oscilatórios responsáveis pelas variações presentes nos intervalos RR (iRR) e os discrimina de acordo com

a frequência (Hz) de ocorrência, a partir de uma função matemática, denominada de Função de Fourier.

Com a criação do algoritmo de computador para a realização da análise de Fourier em sinais digitais, a chamada transformação rápida de Fourier (TRF), tornou-se possível a aplicação da análise espectral em vários sinais digitais computadorizados, incluindo o eletrocardiograma (ECG) (Barbosa Neto et al., 2010).

Captando-se os sinais e transformando-os, obtêm-se curvas espectrais que diferenciam as bandas de resposta de frequência (Task Force, 1996). Mais recentemente, outro método de análise espectral baseado no modelamento autoregressivo do sinal de iRR passou também a ser empregado. Este método tem a vantagem de remover o ruído do sinal e identificar com maior precisão as frequências centrais das oscilações (Pagani et al., 1986; Malliani et al., 1991).

Três principais componentes espectrais expressos em termos de áreas que integram determinadas faixas de frequências espectrais foram descobertos em seres humanos (figura 9). Um componente inclui as frequências espectrais muito baixas (“*very low frequency*” - VLF - 0,01- 0,04 Hz), provavelmente relacionado à termo-regulação, ao sistema renina-angiotensina (SRA), etc. Um segundo componente reúne as baixas frequências espectrais (“*low frequency*” - LF - 0,04 - 0,15 Hz), relacionado com a modulação autonômica barorreflexa, refletindo predominantemente modulação simpática e em menor grau a modulação parassimpática. Um terceiro componente, que integra as altas frequências espectrais (“*high frequency*” - HF - 0,15 - 0,40 Hz), coincide com o ritmo respiratório, o qual expressa exclusivamente a influência parassimpática sobre o nodo sinusal, manifestada pela arritmia sinusal respiratória (Akselrod et al., 1981; Pagani et al., 1986; Malliani et al., 1991; Task Force, 1996).

O domínio de tempo (DT), utiliza índices estatísticos extraídos das variações temporais dos ciclos (expressos normalmente em ms) ou dos percentuais de flutuação observados em ciclos adjacentes (%).

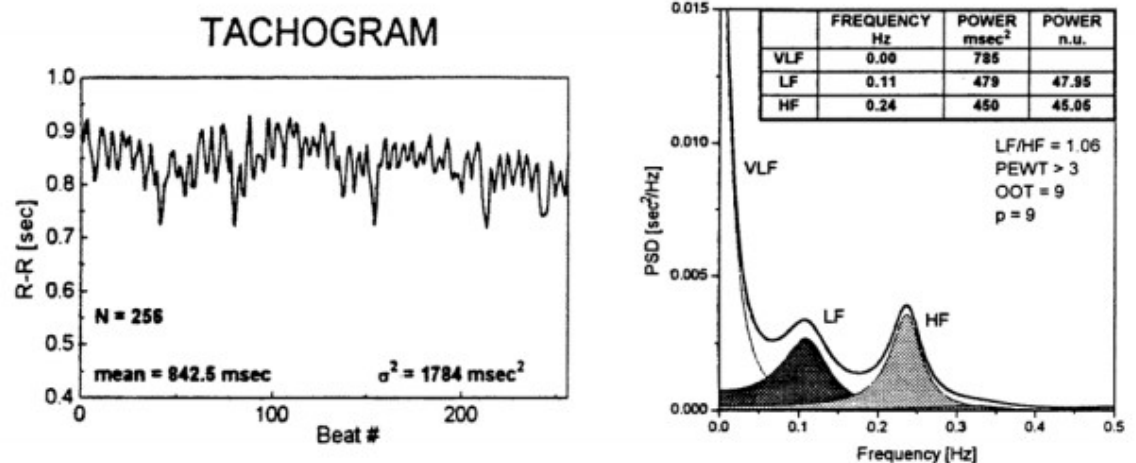
A análise VFC no DT é feita a partir das variações dos ciclos cardíacos considerados normais. São extraídos índices para quantificação da VFC, usando o tempo como variável. Representam, em sua maioria, valores estatísticos que englobam todo o período de gravação ou parte do mesmo.

Os índices baseados em métodos não lineares não necessitam de qualquer definição de bandas de frequências (Porta et al., 2007). Estes métodos não lineares podem assim fornecer resultados mais estáveis e reprodutíveis e também identificar anormalidades e alterações não aparentes (Barbosa Neto, 2010). Além disso, os métodos não lineares são por si mais adequados

para extrair informações relevantes relacionadas à complexidade dos sistemas regulatórios (Huikuri et al., 2000; Huikuri et al., 2003).

Registros de laboratório de curta duração (<10 min) oferecem uma oportunidade única para avaliar a regulação autonômica cardiovascular em condições controladas e padronizadas (Maestri et al., 2007). A avaliação da complexidade em registros de curta duração é baseada no cálculo de entropias (Kaplan et al., 1991; Porta et al., 1998), na predição local não-linear (Porta et al., 2000) e na dinâmica simbólica (Guzzetti et al., 2005; Porta et al., 2007c). A complexidade é quantificada pela avaliação da quantidade de informação carreada por uma série temporal (quanto maior a informação, maior a complexidade). Comumente, a complexidade de registros curtos da VFC é avaliada com base na estimativa da entropia condicional, que analisa a quantidade de informação transportada por uma amostra de série temporal, quando amostras passadas são conhecidas (quanto menor a informação, mais regular e previsível é a série) (Porta et al., 2007; Barbosa Neto, 2010).

Mediante todas as informações de alterações supracitadas, a investigação da função autonômica cardiovascular é de grande importância para a avaliação dessas condições, não somente para caracterizar o estabelecimento de disfunções no SNA, mas também como um potencial diagnóstico e prognóstico para eventos cardiovasculares (Júnior Campos, et al., 2001; Irigoyen, et al., 2001).



**Figura 9:** Perfil espectral de uma série temporal de intervalos RR de um ser humano saudável. Note os componentes espectrais VLF (very low frequency), LF (low frequency) e HF (high frequency) da variabilidade do iRR. (DE = densidade espectral, LF/HF = razão entre LF e HF, o qual expressa o balanço simpato-vagal cardíaco). Fonte: Barbosa Neto, 2010.

### 2.3 Variabilidade da Frequência Cardíaca na Paralisia Cerebral

O portador de PC está sujeito a doença ao longo da vida, devido a condições primárias e secundárias relacionada a síndrome. Estudos tem demonstrado risco significativo nesta população para DCNT, incluindo o DM, HA, problemas cardíacos e AVE, em adultos com PC em comparação com a população em geral (Katz-Leurer; Amichai, 2019).

A disfunção autonômica cardíaca tem sido relatada em pacientes com PC (Gasior et al., 2020). Entre os fatores determinantes para tal condição, alguns são mais prováveis em PC, como o baixo condicionamento físico, o comportamento sedentário e a obesidade (Katz-Leurer; Amichai, 2019).

Estudos anteriores sugerem que crianças e adolescentes com PC apresentam desequilíbrio simpático-vagal em comparação com seus pares com desenvolvimento normal. Sendo postuladas várias possíveis causas. A lesão cerebral afeta partes do SNA, prejudicando o funcionamento cardiovascular, podendo levar a complicações deste sistema. Limitação de mobilidade e sedentarismo prejudica o SNA e potencializa o risco de doenças cardiometabólicas. Gerando perturbação na regulação geral do sistema cardiovascular, resultando na elevação da PA e da FC (Gasior et al., 2020).

A avaliação da VFC é utilizada como ferramenta de pesquisa por permitir uma melhor compreensão a respeito da atuação do SNA em diferentes aspectos fisiológicos e patológicos do sistema cardiovascular (Kerppers et al.; 2008).

Em uma revisão sistemática sendo pesquisada na base de dados do *PubMed*, *Web of Science* e *Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature (CINAHL)*, pesquisou-se publicações em inglês de 1996 a 2019 usando *Medical Subject Headings (MeSH)* os termos “variabilidade da frequência cardíaca” e “paralisia cerebral”. Foram limitados a estudos em humanos na faixa etária de 0 a 18 anos. 47 estudos foram encontrados e 12 utilizados. Foi observado que pacientes com PC apresentam taxa significativamente maiores da FC de repouso e VFC reduzida, diferentes respostas autonômicas aos estímulos de movimento em comparação com crianças com desenvolvimento normal, tendo reduzido também os parâmetros da VFC em crianças PC dependente dos adultos para mobilidade, se comparada com aquela independentes (Gasior et al., 2020).

Em um estudo transversal da VFC realizado em Israel, obedecendo todos os parâmetros recomendados. Com 110 crianças de 06 a 11 anos com PC (66 sexo masculino e 44 sexo feminino), classificados pelo GMFCS de I a V. Sendo excluído aquela com pré-existência de

DCV ou respiratórias. As crianças foram orientadas a consumir uma refeição leve, não fazer uso de caféina e não praticar exercício físico pelo menos 02 horas antes do teste.

Foram encontradas diferenças significativas em todas as medidas da VFC entre os grupos, com intervalo RR (variação de FC no DT) significativamente mais baixo para valores SDNN, RMSSD e maiores no índice simpatovagal em crianças com PC versus grupo controle, tanto como grupo em cada nível do GMFCS.

Significativa diferença entre os cinco níveis de GMFCS também foram observadas em todas as medidas de VFC. Crianças no nível I do GMFCS tiveram iRR significativamente maiores do que aqueles classificados nos níveis II a V do GMFCS, tendo estes valores significativamente baixos de RMSSD e SDNN e mais elevados de LF/HF (Katz-Leurer, Amichai, 2019).

Um aumento substancial na taxa de sobrevivência entre crianças com PC vem ocorrendo nos últimos anos. Embora por décadas a PC tenha sido considerada como uma condição pediátrica, a maioria das crianças atualmente, devem viver até a idade adulta (Jennifer et al., 2018). Entretanto a taxa de mortalidade entre adolescentes e adultos com PC que se alimentam por via oral, não tem diminuído nas últimas décadas. Aumentando a lacuna que existe na expectativa de vida entre adultos PC e a população adulta no geral, desde 1980 vem aumentando 1,7% ao ano (Jennifer et al., 2018).

Em um estudo conduzido por Strauss et al. (1999), adultos com PC tiveram risco aumentado de morte devido a doença cerebrovascular, isquemia cardíaca, pneumonia, câncer, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e doenças do sistema digestivo. Tendo como a principal causa de morte as doenças do aparelho circulatório.

Um estudo de coorte foi realizado nos Estados Unidos, comparando as taxas de mortalidade por doenças cardiovasculares, câncer e doenças respiratória entre adultos com PC e a população em geral. Os dados da *Clinical Practice Research Datalink* (CPRD) foram usados para identificar pacientes com PC nos EUA, sendo a última coleta de dados feita em 31 de dezembro de 2015 e comparados como o registro de óbitos do *Office for National Statistics* (ONS).

Foram identificados 958 pacientes com PC elegíveis para serem vinculados ao ONS. Sendo 503 (52,5%) masculino e 455 (47,5%) feminino. Com idade média de 31 anos. No geral 142 pacientes (15%) faleceram durante o tempo de observação. A PC foi listada com causa de morte subjacente para 37 pacientes, tendo o número de 4,3 vezes maior que o número de óbitos esperado na população em geral durante o mesmo período de acompanhamento. Existindo evidências de que pacientes com PC tiveram risco aumentado de óbito devido a doenças do

aparelho circulatório e do sistema respiratório, mas não devido a neoplasias malignas. Especificamente, paciente PC tiveram risco aumentado de óbito devido a doenças cerebrovasculares e doença isquêmica do coração (Jennifer et al., 2018).

Uma revisão de artigos publicados antes de 2013 realizada por Amichai e Katz-Leurer mostrou que as crianças com PC em comparação com seus pares com desenvolvimento normal, apresentam uma diminuição da VFC, aumento da FC média e repostas autonômicas alteradas para manobras de movimento ou exercício físico (Gasior et al., 2020).

Embora a prevenção primária deva ser o foco do gerenciamento de doenças cardiovasculares, câncer e doenças respiratória crônicas, a prevenção secundária também deve ser examinada nas pessoas com PC. A caracterização do controle autonômico cardíaco em pacientes com PC é fundamental para melhor compreensão dos distúrbios neurológicos e seu desenvolvimento nesta condição (Gasior et al., 2020).

No entanto estudos a respeito do referido tema tem apresentado resultados conflitantes no que tange as análises da VFC em pacientes com PC, o que pode ser parcialmente causado por diferentes metodologias e falta de cumprimento das recomendações gerais para realização destes testes.

#### 2.4 Efeito de diferentes tipos de exercício físico sobre a VFC e a prática regular da modalidade esportiva bocha

A prática regular de exercício físico vem crescendo exponencialmente nas últimas décadas em todas as esferas da sociedade, seus benefícios e efeitos nocivos têm sido bastante evidenciados, o que proporciona uma melhor qualidade de vida de seus praticantes. Nesse contexto, o exercício físico tornou-se alvo de inúmeras investigações científicas voltadas a melhora funcional humana, principalmente entre as populações de grupos especiais (ACMS, 2011).

Identificado pela OMS como um dos fatores de risco mais significativos para morbimortalidade em todo o mundo, o sedentarismo é responsável pela morte de milhões de pessoas anualmente (OMS, 2013). A falta da pratica regular de atividade física e/ou exercício físico favorece as consequências devastadoras para a saúde pública, também está relacionada a um vasto espectro de distúrbios metabólicos, como a obesidade, o aumento da resistência à insulina, diabetes mellitus e dislipidemias (Brandão et al., 2003).

Nesse sentido, a adoção de um estilo de vida saudável é advogada para o tratamento e a profilaxia das DCNT, sendo a integração do exercício físico um elemento chave (Ruivo &

Alcantara, 2010). A inatividade física, ingestão de uma dieta hipercalórica, gorduras saturadas e açúcares estão associados ao desenvolvimento de aterosclerose e outros distúrbios metabólicos, como síndrome metabólica, obesidade, diabetes mellitus e HA, que são altamente prevalentes em pessoas com DCV (Zimmet et al., 2005; Task Force, 2018).

Embora o treinamento aeróbio seja recomendado para atuar como terapia não medicamentosa no tratamento e prevenção das DCNT (Sanhueza, Mascayano, 2006; Westhof et al., 2007), alguns estudos também demonstram resultados positivos do treinamento de força (TF) ou resistido (Fleck, 1988; Martel et al., 1999; Hagerman, et al., 2000; Terra et al., 2008; Costa et al., 2010).

A busca contínua de protocolos baseados em exercícios físicos de baixo risco, com resultados positivos para a manutenção e/ou melhora da saúde, é essencial, pois podem subsidiar os programas de intervenção atuais que demonstraram sucesso na redução das DCNT e dos riscos à saúde associados.

Nesse contexto, o exercício de baixa intensidade pode ser uma ferramenta adicional eficaz no tratamento e prevenção das DCNT. A avaliação dos parâmetros fisiológicos da FC, PA e DP possuem grande relevância para a prescrição adequada de treinamento físico para a população com PC. Pois, o exercício físico em sua fase aguda, sobretudo realizado em diferentes protocolos envolvendo tipo e intensidade é considerado um estímulo estressor, que aumenta o risco de arritmias (Albert et al., 2000).

Neste sentido, a avaliação de parâmetros cardiovasculares e autonômicos torna-se de fundamental importância. Ambos considerados como sendo indicadores de exposição a riscos cardiovasculares (Sipahi et al., 2004; Anaruma et al., 2016). Desta forma, as análises da VFC se tornam ferramentas fundamentais nessa detecção, principalmente no público alvo deste estudo.

De tal modo, a mudança do estilo de vida é uma atitude que deve ser estimulada em todos os pacientes com PC, dentre elas podemos citar o exercício físico aeróbio, como tratamento não medicamentoso, que é definido como um exercício físico planejado, estruturado e realizado de forma contínua, que tem como objetivo aumentar ou manter a saúde e a aptidão física (Moraes et al., 2007), promovendo importantes benefícios cardiovasculares, metabólicos e autonômicos. Sendo assim, o treinamento físico ocasiona importantes adaptações que irão influenciar o sistema cardiovascular (Weise et al., 1987) com o objetivo de manter a homeostasia celular diante do incremento das demandas metabólicas.

Estudos mostram alguns desses efeitos gerados pelo treinamento físico aeróbio como a diminuição de alguns parâmetros hemodinâmicos (Negrão et al., 1993), o aumento da influência

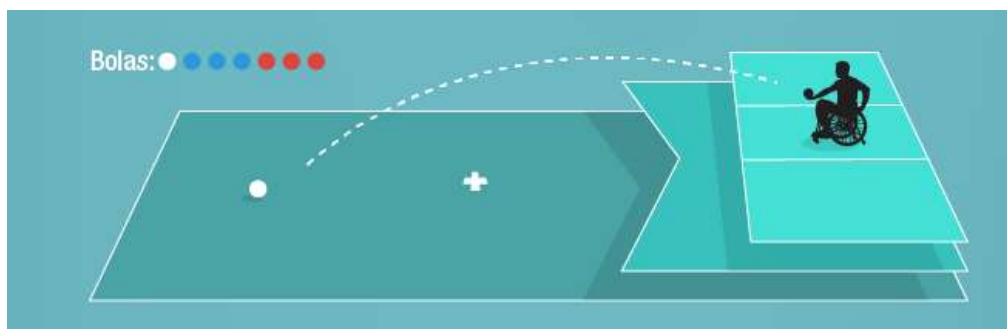
do componente autonômico vagal cardíaco e/ou redução da influência do componente autonômico simpático, redução da frequência intrínseca de marcapasso cardíaco (Irigoyen et al., 2005; Harthmann, 2007), além da melhora o remodelamento cardíaco reduzindo a hipertrofia de cardiomiócitos (Souza et al., 2007).

Por essas razões, a busca constante de novos modelos e métodos do treinamento físico, entendendo este como a prática crônica do exercício físico, tem atraído a comunidade científica, que tem como objetivo principal auxiliar seus adeptos a obter resultados expressivos e seguros, proporcionando menores efeitos nocivos à saúde cardiovascular de seus praticantes. Dentre essa recente procura, encontramos como possível opção a Bocha.

A Bocha é um dos esportes mais antigos do mundo jogado entre duas pessoas ou duas equipes, tendo sua origem no Império Romano, acredita-se que foi trazida para o Brasil pelos imigrantes italianos (Duarte, 2003). O objetivo do jogo é arremessar bolas o mais próximo da bola branca denominada *jack* ou bolim, sendo que podem deslocar a bola do adversário com a sua própria bola. Há um árbitro para dirimir dúvidas e marcar os pontos.

O jogo é composto por 13 bolas, sendo 6 vermelhas, 6 azuis e 1 branca (*jack*). Após um sorteio realizado pelo árbitro, o vencedor escolhe a cor de suas bolas (vermelhas ou azuis). Aquele que irá jogar com as bolas vermelhas começa o jogo, lançando o *jack* e em seguida uma de suas bolas. A partida segue alternando os jogadores (CPB, 2019).

**Figura 4** – Imagem alusiva ao início de uma partida de bocha



Fonte: CPB, 2019

A inserção social de pessoas com necessidades especiais (PNEs) vem sendo tema de discussões e publicações na área da educação especial, tanto em nível nacional como internacional (Costa e Sousa, 2004). A modalidade é destaque nos jogos paralímpicos (Duarte, 2003), sendo disputada por atletas de grau severo de comprometimento motor e/ou múltiplo (CPB, 2019), como paralisia cerebral, esclerose múltipla, ataxia de Friedrich, lesão medular com tetraplegia e distrofia muscular progressiva (Santo et al., 2019).



Desta forma, de acordo com o CPB, 2019 a classificação para a Bocha Adaptada é feita de acordo com a classificação funcional da deficiência:

- Classe BC1 destina-se aos atletas com PC que não necessitam de ajuda, podendo jogar com as mãos ou com os pés. Caso desejem, poderão ter ajuda externa para ajustar a cadeira e pegar a bola quando solicitado;
- Classe BC2 e BC4 não é permitido auxiliar externo, uma vez que os atletas dessa categoria conseguem ajustar cadeira, cesto e bolas sem ajuda. Sendo que a classe BC2 é exclusiva para PC;
- Classe BC3 o atleta que apresenta maior grau de comprometimento motor, sendo permitido o uso de uma calha para lançar a bola com maior propulsão e auxílio externo (o Calheiro) para ajustar a calha.

Para a disputa da Bocha paralímpica todos os atletas devem utilizar cadeira de rodas, tendo o mesmo objetivo da modalidade convencional, que é ter ao final da partida mais bolas lançadas próximo da *jack* que seu adversário.

Sendo está uma possibilidade de exercício, para PC ainda se faz necessário elucidar se a prática regular desta modalidade pode contribuir para alterar o prognóstico de saúde no que tange as DCNT das pessoas portadoras de PC. A maioria dos PCs sobrevivem até a idade adulta (McBride, 2018), porém se mantendo sedentária.

No mundo temos com principal causa de morte as doenças cardiovasculares seguidas pelas doenças respiratórias e o câncer (OMS, 2018). Tendo no sedentarismo um fator de risco para tais doenças. Pessoas com diagnóstico de PC fazem parte deste grupo com já foi bem estabelecido, por terem uma prática reduzida de atividade física ao longo da vida (Jennifer et al., 2018), o que pode explicar em parte o surgimento das DCNT.

Com tratamento adequado e práticas salútares com alimentação e prática regular de atividade física e ou exercício físico, pessoas com PC, especialmente aquelas com paraplegia ou hemiplegia espástica, podem ter uma vida normal (Weinstein; Flynn, 2014). Nosso estudo concentra em elucidar se a modalidade paradesportiva Bocha é capaz de influenciar positivamente o controle autonômico cardíaco melhorando a expectativa de vida e auxiliando no tratamento das DCNT, principalmente as ligadas ao sistema cardiovascular.

### 3 OBJETIVOS

### 3.1 Geral

Avaliar os parâmetros hemodinâmicos e autonômicos cardíaco em atletas de bocha e sedentários com diagnóstico de PC.

### 3.2 ESPECÍFICOS

Mensurar em indivíduos com PC praticantes ou não de bocha e indivíduos controle sem diagnóstico de PC:

- Medidas antropométricas;
- Parâmetros hemodinâmicos basais;
- Modulação autonômica cardíaca através da VFC por métodos lineares e não lineares;
- Correlação entre modulação autonômica cardíaca e variáveis hemodinâmicas.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Amostra

A amostra do presente estudo foi determinada por conveniência e composta por 45 voluntários de ambos os sexos com idade  $26,5 \pm 1,7$  anos e índice de massa corpórea (IMC) de  $24,1 \pm 1,4$  Kg/m<sup>2</sup> foram alocados em 3 grupos de acordo com as características de cada indivíduo, sendo um grupo controle (CON), composto por 15 indivíduos com desenvolvimento motor adequado, grupo PC sedentário (PC<sub>S</sub>), composto por 15 indivíduos com diagnóstico clínico de PC e que não realizavam nenhum tipo de atividade física há pelo menos 6 meses e o grupo PC Bocha (PC<sub>B</sub>), composto por 15 indivíduos com diagnóstico clínico de PC praticantes assíduos de Bocha há mais de 1 ano. Os indivíduos do CON foram recrutados no Município de Uberaba/MG através de contato via mídias sociais. Os participantes dos grupos PC<sub>S</sub> e PC<sub>B</sub> foram convidados através da Associação dos Deficientes Físicos de Uberaba (ADEFU).

Para a seleção amostral, foram adotados os seguintes critérios de inclusão: para o grupo CON, indivíduos sem lesão neurológica ou musculoesquelética, que não praticam nenhum tipo de exercício físico há pelo menos 6 meses, não possuem doenças crônicas não transmissíveis, não estar em uso de medicamentos que afetam o sistema autônomo cardiovascular, sem histórico de alcoolismo e/ou tabagismo. Para os grupos PC<sub>S</sub> e PC<sub>B</sub>, possuir diagnóstico de PC,

deambuladores independentes, sem uso de auxílio-locomção, classificados na escala GMFCS (*Gross Motor Function Classification System for Cerebral Palsy*) no nível I (PALISANO et al., 1997), para o grupo PC<sub>B</sub> será exigido também um tempo mínimo 1 ano de experiência no esporte (Bocha) e com treinos frequentes de pelo menos 3 x semanais e 1 hora por dia, com classificação específica, na modalidade Bocha com BC2.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa (CEP) da Universidade federal do Triângulo Mineiro (UFTM), sob o protocolo (#2589/2013).

#### 4.2 Desenho experimental

O estudo se caracteriza como sendo de delineamento experimental em corte transversal ao acaso com duas etapas experimentais. A primeira etapa consistiu no contato com os participantes voluntários da pesquisa. Todos os participantes foram informados verbalmente e por escrito sobre o protocolo experimental a que se submeteriam e, após a leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, foram orientados de acordo com suas disponibilidades, quanto ao dia e horário que deveriam comparecer para a realização dos protocolos de avaliação. A segunda etapa consistiu na visita dos participantes ao Laboratório de Pesquisa em Ciência do Exercício, Saúde e Desempenho Humano da UFTM, onde foi realizado inicialmente uma anamnese a partir de um questionário elaborado e aplicado pelos pesquisadores para obter informações sobre os dados pessoais, antecedentes familiares, história da moléstia atual, estilo de vida relacionado à saúde e hábitos comportamentais. Em seguida, avaliação antropométrica, parâmetros hemodinâmicos basais e a modulação autonômica cardíaca foram avaliados. Para este propósito, todos os voluntários foram previamente instruídos a abster-se de drogas estimulantes, cafeína, tabaco, bebidas alcoólicas, ingestão de alimentos ricos em gordura, medicamentos e atividade física por pelo menos 24 que antecedam as coletas de dados. As sessões experimentais foram realizadas em condição basal com os voluntários deitados sobre uma maca, na posição supina, à temperatura ambiente controlada (21-25°C), no período da manhã, 2 horas após o café da manhã regular, aproximadamente na mesma hora do dia.

#### 4.3 Medidas antropométricas

As medidas antropométricas de peso e altura foram mensuradas utilizando-se balança portátil Tanita (Tanita HD-350®) e estadiômetro portátil (precisão de 0,1 cm; Prime Med®)

fixado em parede com os voluntários sem calçados e roupas leves. A partir desses dados foi quantificado o índice de massa corporal (IMC), dado pela razão peso (kg) / altura (m<sup>2</sup>).

#### 4.4 Parâmetros hemodinâmicos basais

A pressão arterial (PA) foi aferida de forma não invasiva após 5 minutos de repouso na posição supina utilizando-se um esfigmomanômetro digital automático e oscilométrico (M3 Intellisense HEM-7051-E; Omron Healthcare, Kyoto, Japão) devidamente calibrado, medida em milímetros de mercúrio (mmHg), identificando respectivamente a PA sistólica (PAS), diastólica (PAD) e média (PAM). Simultaneamente, a FC foi monitorada pela derivação II do eletrocardiograma (ECAFIX FUNBEC ECG5). O duplo produto (DP) foi calculado pelo produto da PAS x FC.

#### 4.5 Modulação autonômica cardíaca

A modulação autonômica cardíaca foi avaliada através do método da VFC utilizando-se um ECG ECAFIX FUNBEC ECG5 e um conversor analógico-digital A/D-DI-194 com frequência de amostragem de 1000 Hz. O registro do ECG foi realizado na posição MC5 pelo tempo de 5 minutos com o voluntário em repouso em decúbito dorsal em uma maca.

Para a análise da VFC, os sinais do ECG, continuamente registrados ao longo do protocolo, foram processados por software (software PRE, gentilmente cedido por Eng. Dr. Alberto Porta, Universidade de Milão, Itália) de modo a gerar séries temporais batimento-a-batimento de intervalos RR (iRR). A variância dos valores de iRR dentro do período basal foi tomada como um índice de variabilidade no DT. A variabilidade do iRR foi também avaliada no DF empregando-se o método de análise espectral autoregressivo. Os procedimentos teóricos e analíticos estão completamente descritos em publicações prévias (Pagani et al., 1986; Malliani et al., 1991; Task Force, 1996).

Brevemente, séries temporais batimento a batimento de iRR, coletados durante os tempos de registro, contendo 300 batimentos sucessivos foram avaliadas. Usando segmentos estacionários das séries temporais, foram estimados através do método de Levinson-Durbin e a ordem do modelo foi escolhida de acordo com o critério de Akaike. Em seguida, sobre cada segmento estacionário individual de 300 batimentos, a decomposição espectral foi realizada mediante uso de software apropriado (software LA, gentilmente cedido pelo engenheiro Dr. Alberto Porta, Universidade de Milão, Itália). Este procedimento permitiu quantificar a

frequência central e a potência de cada componente espectral relevante em unidades absolutas bem como em unidades normalizadas. O procedimento de normalização, aplicado apenas à variabilidade do iRR, foi realizado pela divisão da potência do componente de baixa frequência (LF; 0,04-0,15 Hz) ou de alta frequência (HF; 0,15-0,50 Hz) pela potência espectral total da qual se subtraiu a potência da banda de muito baixa frequência (VLF, 0,01-0,04 Hz), multiplicando-se o resultado por 100 (Pagani et al., 1986; Malliani et al., 1991; Task Force, 1996).

#### 4.6 Análise estatística

A normalidade da distribuição dos dados foi analisada pelo teste de Shapiro-Wilk. As variáveis contínuas são apresentadas como média  $\pm$  desvio padrão (DP) e variáveis categóricas como porcentagens. As comparações entre os grupos foram feitas utilizando-se o teste ANOVA “one way” seguido pelo pós-teste de Tukey ou teste Kruskal-Wallis seguido pelo pós-teste de Dunn's, de acordo com presença ou não de normalidade de distribuição e/ou homogeneidade da variância. O teste do Chi-quadrado ( $\chi^2$ ) foi utilizado para avaliar as variáveis qualitativas. Valores de probabilidade  $\leq 0,05$  foram considerados estatisticamente significantes. Todos os dados foram analisados com SigmaStat 2.3.0 (Software Científico Jandel, SPSS, Chicago, IL, EUA).

## 5 RESULTADO

### 5.1 Caracterização demográfica dos participantes

Os dados referentes as características demográficas, dados antropométricos e tempo de prática da modalidade bocha dos participantes do estudo conforme cada grupo estão apresentados na Tabela 1. Analisando estes parâmetros, nota-se que não houve diferenças quanto as variáveis idade, sexo, massa corporal, altura e IMC entre os grupos ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 1** – Caracterização demográfica, perfil antropométrico e tempo de prática da modalidade bocha dos participantes do estudo.

	<b>PC<sub>S</sub></b>	<b>PC<sub>B</sub></b>	<b>CON</b>
	<b>(n=15)</b>	<b>(n=15)</b>	<b>(n=15)</b>
<b>Idade (anos)</b>	26,3 ± 0,7	27,2 ± 0,6	26,1 ± 0,4
<b>Sexo Masc. n (%)</b>	09 (60,0)	08 (53,3)	10 (66,7)
<b>Sexo Fem. n (%)</b>	06 (40,0)	07 (46,7)	05 (33,3)
<b>Massa Corporal (kg)</b>	73,7 ± 0,8	72,7 ± 0,7	73,9 ± 0,6
<b>Altura (cm)</b>	174,3 ± 0,0	175,6 ± 0,0	175,3 ± 0,0
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	24,3 ± 0,4	23,7 ± 0,3	24,3 ± 0,3
<b>Prática bocha (anos)</b>	-	9,8 ± 2,1	-

Valores expressos como n (%) e média ± epm (erro padrão da média).

PC<sub>S</sub>: grupo paralisia cerebral sedentário; PC<sub>B</sub>: grupo paralisia cerebral praticantes de bocha; CON: grupo controle.

## 5.2 Parâmetros hemodinâmicos basais

Ao investigar os parâmetros hemodinâmicos basais, evidenciou-se que o grupo PC<sub>S</sub> possui maiores valores de FC basal (81,7 ± 0,5 bpm) em comparação aos grupos PC<sub>B</sub> (75,9 ± 0,4 bpm; p<0,01) e CON (74,3 ± 0,5 bpm; p<0,01 - Fig. 11).

Quanto aos níveis pressóricos de repouso, não se evidenciaram diferenças significativas na PAS (Fig. 12) entre os respectivos grupos (126,1 ± 0,6 mmHg em PC<sub>S</sub>; 124,8 ± 0,6 mmHg em PC<sub>B</sub> e 126,2 ± 0,6 mmHg em CON; p>0,05).

Em contrapartida, o grupo CON apresentou valores superiores da PAD (82,1 ± 0,5 mmHg) ao ser confrontado com o grupo PC<sub>B</sub> (79,9 ± 0,4 mmHg; p<0,05). Contudo, não se observou diferenças estatísticas na PAD entre os grupos CON e PC<sub>S</sub> (81,3 ± 0,6 mmHg; p>0,05) e PC<sub>S</sub> versus PC<sub>B</sub>; p>0,05 - Fig. 13).

Comportamento similar foi observado na PAM (96,8 ± 0,3 mmHg em CON) versus (94,8 ± 0,3 mmHg em PC<sub>B</sub>; p<0,01). Não ocorreram diferenças significativas na PAM entre os grupos CON e PC<sub>S</sub> (96,2 ± 0,4 mmHg; p>0,05) e PC<sub>S</sub> versus PC<sub>B</sub>; p>0,05 - Fig. 14).

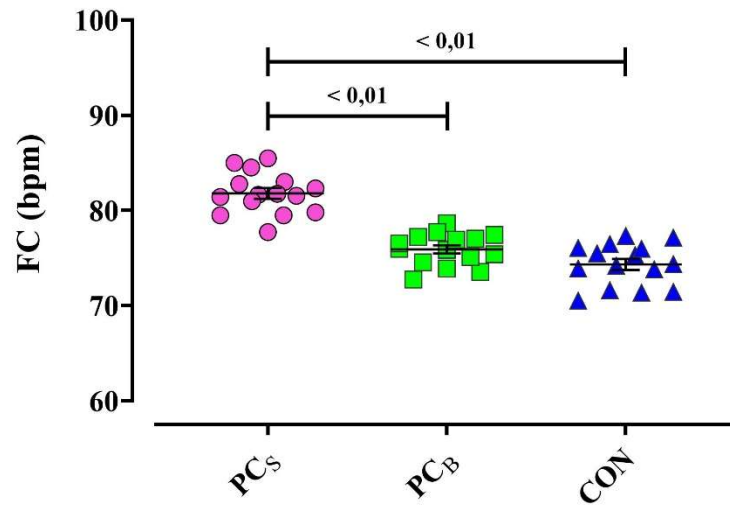


Figura 11 - Valores médios  $\pm$  EPM (erro padrão da média) da frequência cardíaca (FC) de repouso entre os voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários (PCS), paralisia cerebral praticantes de Bocha (PCB) e controle (CON).

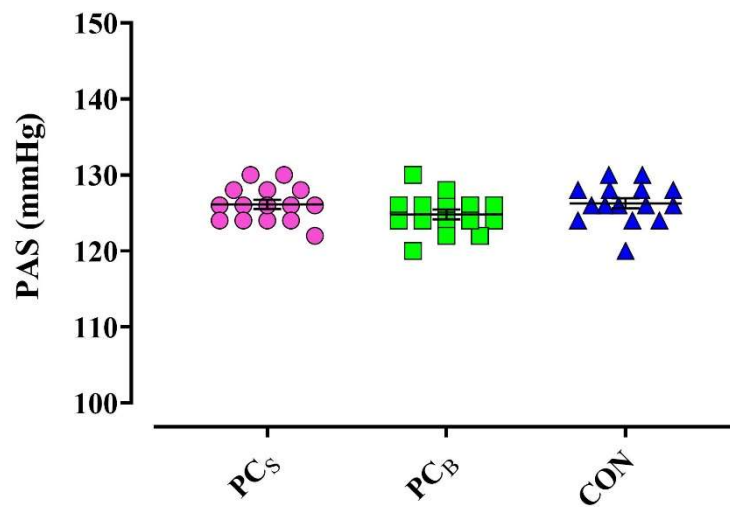


Figura 12 - Valores médios  $\pm$  EPM (erro padrão da média) da pressão arterial sistólica (PAS) de repouso entre os voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários (PCS), paralisia cerebral praticantes de Bocha (PCB) e controle (CON).

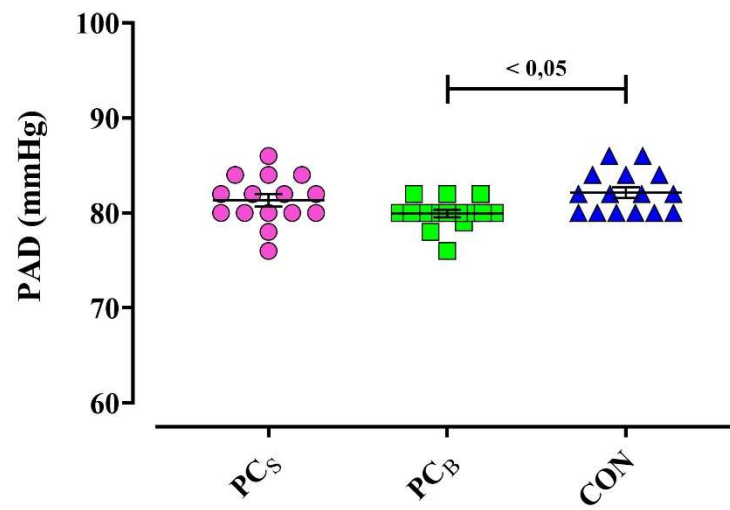


Figura 13 - Valores médios  $\pm$  EPM (erro padrão da média) da pressão arterial diastólica (PAD) de repouso entre os voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários (PCS), paralisia cerebral praticantes de Bocha (PCB) e controle (CON).

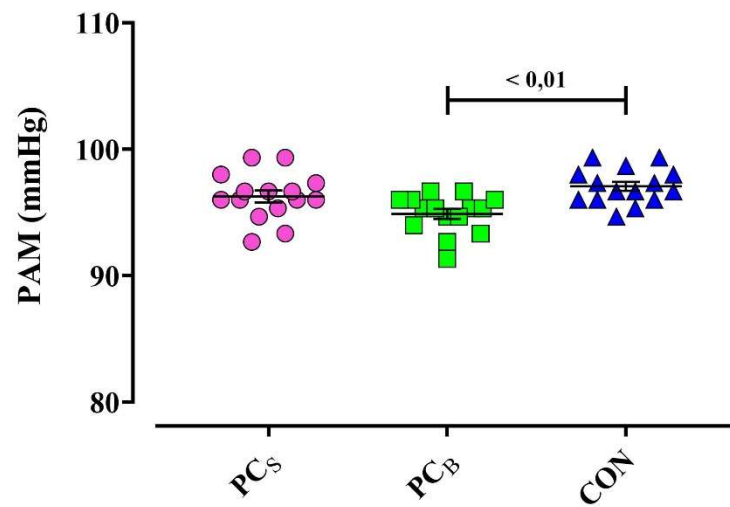


Figura 14 - Valores médios  $\pm$  EPM (erro padrão da média) da pressão arterial média (PAM) de repouso entre os voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários (PCS), paralisia cerebral praticantes de Bocha (PCB) e controle (CON).



O grupo PC<sub>S</sub> apresentou maiores valores de DP ( $10316,5 \pm 93,7$  mmHg x bpm) quando comparado aos demais grupos do presente estudo (PC<sub>B</sub> =  $9471,1 \pm 67,5$  mmHg x bpm;  $p < 0,01$  e CON =  $9383,5 \pm 89,5$  mmHg x bpm;  $p < 0,01$  - Fig. 15).

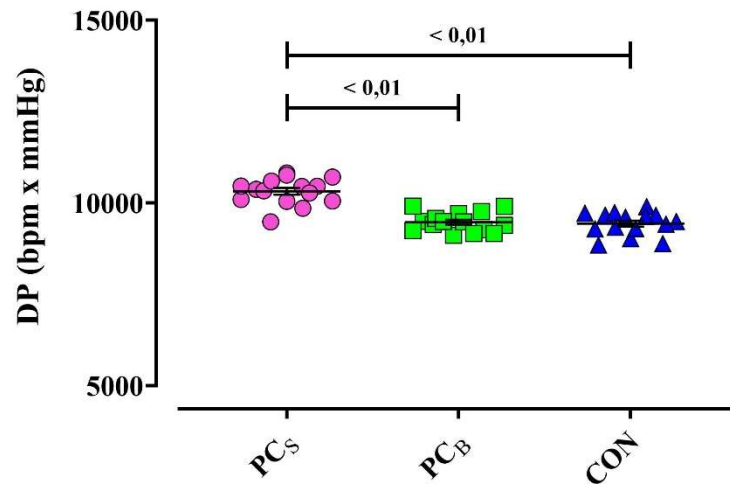


Figura 15 - Valores médios  $\pm$  EPM (erro padrão da média) do duplo produto (DP) de repouso entre os voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários (PC<sub>S</sub>), paralisia cerebral praticantes de Bocha (PC<sub>B</sub>) e controle (CON).

### 5.3 Frequência respiratória

Não se observou diferenças significativas quanto ao padrão de incursões respiratórias (Fig. 16) entre os grupos PC<sub>S</sub> ( $20,4 \pm 0,3$  ipm), PC<sub>B</sub> ( $20,1 \pm 0,3$  ipm) e CON ( $19,0 \pm 0,4$  ipm), respectivamente.

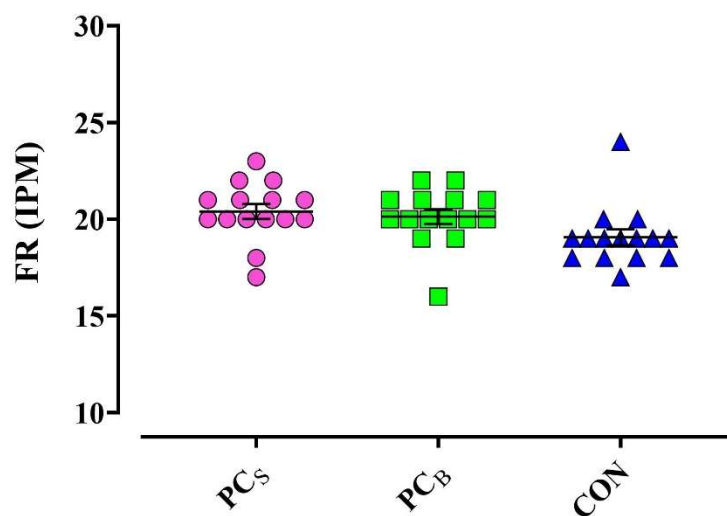


Figura 16 - Valores médios  $\pm$  EPM (erro padrão da média) da frequência respiratória (FR) de repouso entre os voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários (PC<sub>S</sub>), paralisia cerebral praticantes de Bocha (PC<sub>B</sub>) e controle (CON).

A tabela 2 evidencia os resultados referentes a VFC no DT, DF e por métodos não lineares. O grupo PC<sub>S</sub> obteve menores valores iRR em comparação aos grupos PC<sub>B</sub> e CON ( $p < 0,01$ ), respectivamente. Não se observou diferenças estatísticas dos iRR entre os grupos PC<sub>B</sub> e CON ( $p > 0,05$ ).

Resultado semelhante foi observado quanto a variância. Os voluntários do grupo PC<sub>S</sub> apresentaram uma reduzida variância ao ser confrontados com os voluntários dos grupos PC<sub>B</sub> e CON ( $p < 0,05$ ), respectivamente. Não houve diferenças significativas na variância entre PC<sub>B</sub> e CON ( $p > 0,05$ ).

Ao analisar os índices no DT, as variáveis SDNN, rMSSD e pNN50 apresentaram o mesmo perfil de resposta, todos estes três parâmetros foram significativamente menores no grupo PC<sub>S</sub> em relação à ambos os grupos PC<sub>B</sub> e CON ( $p < 0,01$ ), respectivamente, sendo que mais uma vez não se observou diferenças estatísticas destes índices entre PC<sub>B</sub> e CON ( $p > 0,05$ ).

Ambos os marcadores da modulação simpática cardíaca (LF absoluto e LF normalizado) se encontraram atenuados nos grupos PC<sub>B</sub> e CON em comparação ao grupo PC<sub>S</sub> ( $p < 0,01$ ). Por outro lado, os espectros das bandas da modulação parassimpática cardíaca (HF absoluto e HF normalizado) foram significativamente maiores igualmente nos grupos PC<sub>B</sub> e CON quando comparados ao grupo PC<sub>S</sub> ( $p < 0,01$ ). A relação das bandas LF/HF (indicativo do balanço sympatho-vagal), foi superior no grupo PC<sub>S</sub> em comparação aos grupos PC<sub>B</sub> e CON ( $p < 0,05$ ).

Tanto o índice SD1 da plotagem de Poincaré, que reflete a variabilidade instantânea de batimento-a-batimento da FC e representa a atividade parassimpática, quanto o índice SD2, que reflete a variabilidade contínua de batimento-a-batimento e representa a variabilidade global, também com predomínio parassimpático, se encontram significativamente reduzidos no grupo PC<sub>S</sub> em comparação aos grupos PC<sub>B</sub> e CON ( $p < 0,05$ ).

Não se evidenciou diferenças consideráveis no componente VLF entre os grupos deste estudo.

**Tabela 2** – Valores médios associados à VFC em repouso no domínio do tempo (DT) e da frequência (DF) em indivíduos dos grupos paralisia cerebral sedentários (PC<sub>S</sub>), paralisia cerebral praticantes de bocha (PC<sub>B</sub>) e controle (CON).

	PC <sub>S</sub> (n=15)	PC <sub>B</sub> (n=15)	CON (n=15)
iRR ( <i>ms</i> )	0,734 ± 0,0	0,791 ± 0,0*	0,808 ± 0,0*
Variância ( <i>ms</i> <sup>2</sup> )	1253,8 ± 155,2	1865,8 ± 404,0 <sup>#</sup>	2323,8 ± 383,8 <sup>#</sup>
SDNN ( <i>ms</i> )	21,4 ± 1,8	51,1 ± 1,7*	55,0 ± 1,5*
rMSSD ( <i>ms</i> )	45,3 ± 1,5	56,3 ± 1,5*	55,1 ± 1,5*
pNN50 (%)	21,9 ± 1,8	31,8 ± 1,7*	30,0 ± 1,4*
VLF ( <i>ms</i> <sup>2</sup> )	818,8 ± 128,1	1126,2 ± 158,5	1180,0 ± 82,9
LF ( <i>ms</i> <sup>2</sup> )	1109,6 ± 20,3	926,5 ± 33,2*	932,8 ± 26,3*
LF ( <i>nu</i> )	72,3 ± 2,2	60,7 ± 2,7*	57,5 ± 1,9*
HF ( <i>ms</i> <sup>2</sup> )	295,2 ± 14,9	748,7 ± 40,9*	830,8 ± 29,0*
HF ( <i>nu</i> )	30,2 ± 2,1	60,6 ± 1,7*	63,7 ± 1,3*
Relação LF/HF	3,8 ± 0,2	1,2 ± 0,0 <sup>#</sup>	1,1 ± 0,0 <sup>#</sup>
SD1 ( <i>ms</i> )	30,5 ± 2,1	39,5 ± 2,2*	39,1 ± 1,4 <sup>#</sup>
SD2 ( <i>ms</i> )	40,5 ± 1,7	51,1 ± 1,6 <sup>#</sup>	56,6 ± 4,2 <sup>#</sup>

Dados expressos como média ± epm (erro padrão da média). iRR: intervalo das ondas R do ECG; SDNN: *standard deviation of the NN (RR) intervals* (desvio padrão de todos os iRR normais); rMSSD: *root mean square of the successive differences* (raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre iRR normais adjacentes); pNN50: *percentage of successive NN (RR) intervals that differ by more than 50 ms* (porcentagem dos iRR adjacentes com diferença de duração maior que 50ms); VLF: *very low frequency* (banda de muito baixa frequência); LF: *low frequency* (banda de baixa frequência); HF: *high frequency* (banda de alta frequência); nu: *normalized units* (unidades normalizadas); SD1: *standard deviation 1 - dispersion of points perpendicular to the line of identity* (dispersão dos pontos perpendiculares à linha de identidade); SD2: *standard deviation 2 - dispersion of points along the line of identity* (dispersão dos pontos ao longo da linha de identidade). \*p<0,01 vs. PC<sub>S</sub>; <sup>#</sup>p<0,05 vs. PC<sub>S</sub>; <sup>†</sup>p<0,01 vs. PC<sub>B</sub>; <sup>‡</sup>p<0,05 vs. PC<sub>B</sub>.

A figura 17 apresenta os valores de correlação entre o índice do componente de baixa frequência normalizada LF<sub>(nu)</sub> da VFC no DF e a FC dos grupos PC<sub>S</sub>, PC<sub>B</sub> e CON. Podemos observar que houve uma fraca e positiva correlação entre o índice LF<sub>(nu)</sub> e a FC ( $r = 0,376$ ;  $P = 0,010$ ).

Em contrapartida, na figura 18 podemos evidenciar que houve uma fraca, porém não significativa, correlação entre componente de baixa frequência normalizada LF<sub>(nu)</sub> da VFC no DF e a PAM dos grupos PC<sub>S</sub>, PC<sub>B</sub> e CON ( $r = 0,225$ ;  $P = 0,136$ ).

Ao analisarmos, entretanto, a associação entre o componente de baixa frequência normalizada  $LF_{(nu)}$  da VFC no DF e o DP dos grupos  $PC_S$ ,  $PC_B$  e CON (Fig. 19), constatamos também uma fraca e positiva correlação entre o índice  $LF_{(nu)}$  e o DP ( $r = 0,361$ ;  $P = 0,014$ ).

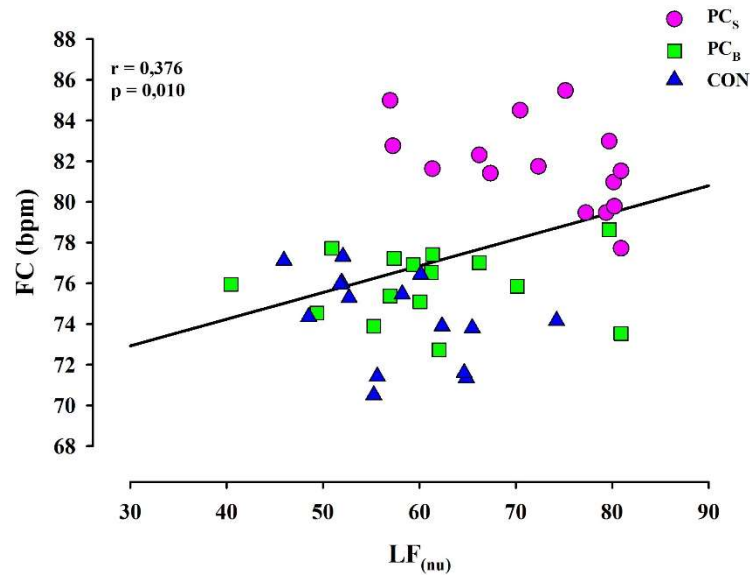


Figura 17 – Coeficiente de correlação de Pearson entre o índice do componente de baixa frequência normalizada  $LF_{(nu)}$  da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio da frequência (DF) e a frequência cardíaca (FC) dos voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários ( $PC_S$ ), paralisia cerebral praticantes de Bocha ( $PC_B$ ) e controle (CON).

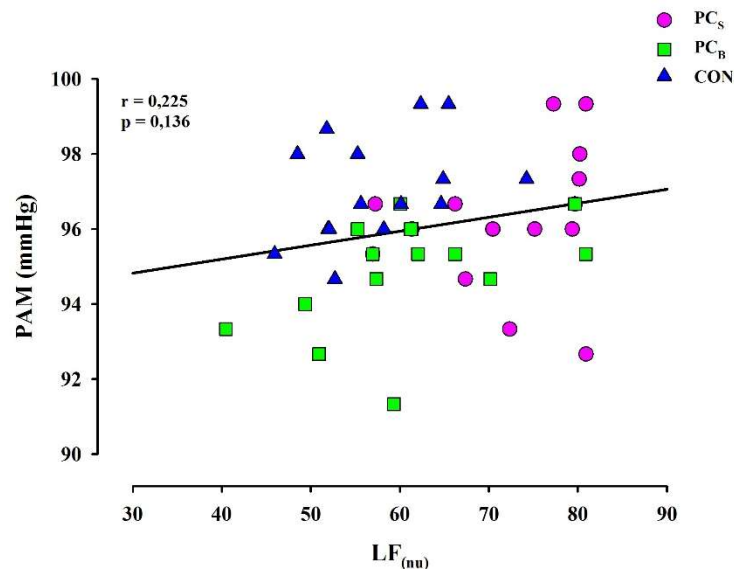


Figura 18 – Coeficiente de correlação de Pearson entre o índice do componente de baixa frequência normalizada  $LF_{(nu)}$  da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio da frequência (DF) e a pressão arterial média (PAM) dos voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários ( $PC_S$ ), paralisia cerebral praticantes de Bocha ( $PC_B$ ) e controle (CON).

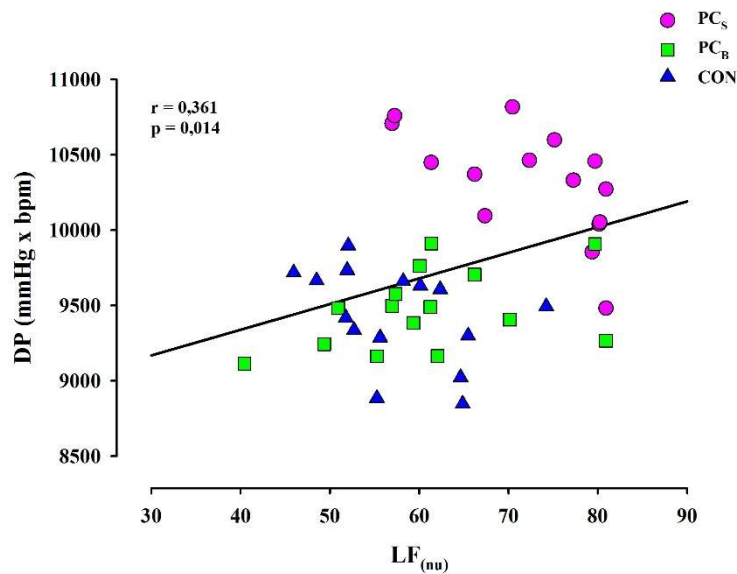


Figura 19 – Coeficiente de correlação de Pearson entre o índice do componente de baixa frequência normalizada  $LF_{(nu)}$  da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio da frequência (DF) e o duplo produto (DP) dos voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários ( $PC_S$ ), paralisia cerebral praticantes de Bocha ( $PC_B$ ) e controle (CON).

Em relação aos parâmetros autonômicos indicativos da modulação parassimpática e suas influências nos batimentos cardíacos, nossas análises apontam uma moderada e negativa correlação entre o índice  $rMSSD$  da VFC no DT e a FC dos grupos  $PC_S$ ,  $PC_B$  e CON ( $r = -0,662$ ;  $p < 0,001$  - Fig. 20).

Comportamento similar foi observado quanto a associação entre o índice  $pNN50$  da VFC no DT e a FC dos grupos  $PC_S$ ,  $PC_B$  e CON. A figura 21 nos mostra que ocorreu uma moderada e negativa correlação entre o índice  $rMSSD$  e a FC ( $r = 0,550$ ;  $p < 0,001$ )

Em adição, ao analisarmos o índice do componente de alta frequência normalizada  $HF_{(nu)}$  da VFC no DF e a FC dos grupos  $PC_S$ ,  $PC_B$  e CON (Fig. 22), podemos elucidar que houve uma forte e negativa correlação entre o índice  $HF_{(nu)}$  e a FC ( $r = 0,716$ ;  $P < 0,001$ ).

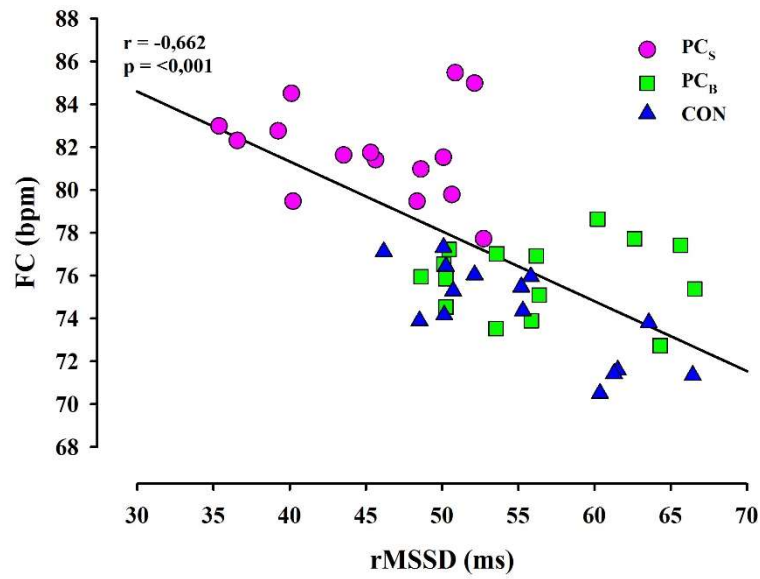


Figura 20 – Coeficiente de correlação de Pearson entre o índice rMSSD da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio do tempo (DT) e a frequência cardíaca (FC) dos voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários (PC<sub>S</sub>), paralisia cerebral praticantes de Bocha (PC<sub>B</sub>) e controle (CON).

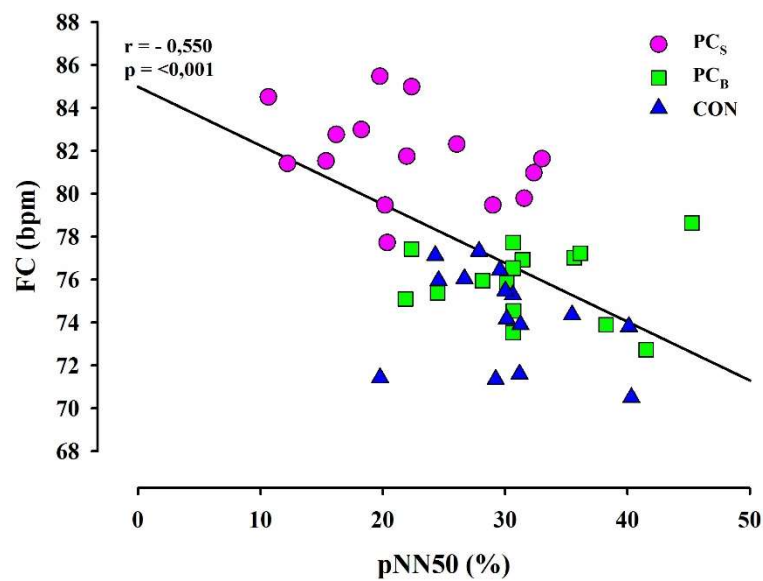


Figura 21 – Coeficiente de correlação de Pearson entre o índice pNN50 da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio do tempo (DT) e a frequência cardíaca (FC) dos voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários (PC<sub>S</sub>), paralisia cerebral praticantes de Bocha (PC<sub>B</sub>) e controle (CON).

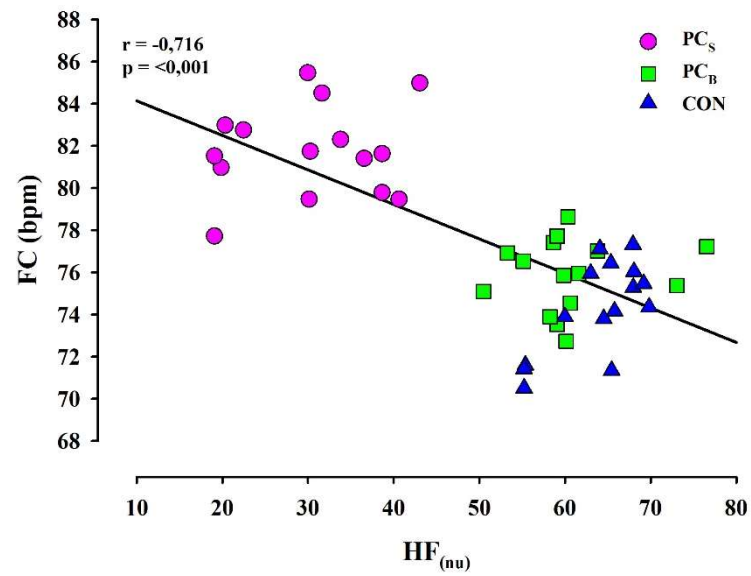


Figura 22 – Coeficiente de correlação de Pearson entre o índice do componente de alta frequência normalizada  $HF_{(nu)}$  da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio da frequência (DF) e a frequência cardíaca (FC) dos voluntários do grupo paralisia cerebral sedentários (PC<sub>S</sub>), paralisia cerebral praticantes de Bocha (PC<sub>B</sub>) e controle (CON).

## 6 DISCUSSÃO

O presente estudo se propôs a avaliar possíveis diferenças no controle cardíaco autonômico de indivíduos com PC em comparação indivíduos-controle. Em adição, esta investigação teve como objetivo elucidar se a prática regular da modalidade esportiva bocha promove adaptações seguras e benéficas sobre a modulação autonômica cardíaca em indivíduos adultos com PC.

Os voluntários estudados na presente investigação não apresentaram discrepância em relação à idade, sendo essa variável cuidadosamente observada para manter a homogeneidade dos grupos, bem como garantir a qualidade da pesquisa, uma vez que é referido na literatura que a VFC é idade dependente, devido às alterações ao longo do desenvolvimento, relacionadas à mediação parassimpática e simpática da FC, o que resulta em uma grande variação do comportamento da mesma em cada década de vida (Finley & Nugent, 1995).

Ao avaliar os parâmetros hemodinâmicos basais dos respectivos grupos. Nesse sentido, observamos uma maior FC de repouso no grupo PCs em relação aos demais grupos. A literatura refere que portadores de PC apresentam maior FC, tanto no repouso quanto na execução das atividades de vida diária, quando comparadas a indivíduos com desenvolvimento motor adequado na mesma faixa-etária (Duffy et al., 1966; Bartonek et al., 2002), corroborando com os resultados encontrados na presente investigação. Este achado por ser atribuído e justificado pelos valores inferiores da atividade vagal cardíaca em paralelo com a hiperatividade simpática encontrada no grupo PCs nesse estudo.

Em adição nossos resultados encontraram menores valores de PAD e PAM no grupo PC<sub>B</sub> em relação ao grupo CON. O que vai de acordo com estudos de Park et al., (2002) e Katz-Leurer e Amichai (2019), onde demonstraram que crianças e adolescente com PC apresentam um desequilíbrio simpato-vagal em comparação com seus pares com desenvolvimento normal. O que por consequência pode desencadear complicações cardiovasculares (Van Der Bilt et al., 2009; Ardell et al., 2014). Porém o estudo de Katz-Leurer e Amichai (2019) não relataram se seguiram as recomendações de não fazer uma refeição pesada, não ingerir bebidas à base de cafeína, nem realizar atividade física pelo menos duas horas antes da coleta. Também não informaram se houve a monitoração do ritmo respiratório e se o teste foi realizado na posição supina. Em nenhum dos citados estudos comparam grupo PC entre si.

Um dos principais achados deste estudo se refere a modulação parassimpática cardíaca (avaliada através do componente HF absoluto e seus valores normalizados, bem como os índices relacionados ao domínio do tempo da VFC e os métodos não lineares) que se encontra



maior no grupo PC<sub>B</sub> (classificados no GMFCS classe I) em comparação ao seu respectivo grupo sedentário (PC<sub>S</sub>), o que reflete uma maior ação do SNP sobre o nódulo sinoatrial, sendo esse considerado ser um mecanismo cardioprotetor (De Ferrari et al., 1993). Não encontramos diferenças significativas nos marcadores quando comparamos o grupo PC<sub>B</sub> com o grupo CON.

Relatos científicos apontam que determinadas intervenções ou a prática de treinamento físico promovem influências positivas no SNA que podem ser evidenciadas posteriormente à sua aplicação (Weise et al., 1987; Negrão et al., 1993; Irigoyen et al., 2005; Harthmann, 2007; Souza et al., 2007). Entretanto, nenhum estudo foi encontrado na literatura pesquisada. Até onde temos conhecimento, não há até o momento investigações que avaliaram os efeitos do exercício físico crônico e/ou esporte (Bocha) sobre as variáveis de controle autonômico cardíaco em adultos com PC.

Estudos prévios têm destacado o potencial de crianças com PC em ativar o SNA por meio da atividade física, e por isso apresentarem uma resposta autonômica cardíaca mais equilibrada à atividade. Em crianças saudáveis (Nagai et al., 2004) e adultos (Iwasaki et al., 2003), bem como em pessoas com deficiência (Giagkoudaki et al., 2010), a realização crônica de exercícios físicos (principalmente os aeróbios) está associada ao aumento global da VFC em repouso. Cohen-Holzer et al. (2016) demonstraram que a VFC em resposta à atividade física observada em crianças com PC foi mais robusta em exercícios vigorosos e de curta duração. Entendemos a prática da Bocha paralímpica com um exercício físico de caráter misto, o qual consistem em utilizar durante a mesma sessão de treinamento ou durante uma partida tanto exercícios anaeróbicos quanto exercícios aeróbicos (Rocca et al., 2008).

Buchheit et al. (2005) mostraram que a prática regular de atividade física está associada a maior predomínio parassimpático sobre o coração quando comparada com indivíduos fisicamente inativos. E mais, indivíduos que apresentam nível de atividade física de moderada a alta tendem a apresentar as medidas rMSSD (domínio do tempo) e HF (domínio da frequência) mais altos, indicando maior ação vagal cardíaca. Esta maior modulação parassimpática encontrada em indivíduos moderadamente e altamente treinados pode ser relacionada a maior demanda cardiovascular durante níveis mais altos de prática de exercício físico, e a mudanças no SNA, gerando melhores adaptações cardiovasculares.

Nossos resultados estão de acordo com o estudo de Zamunér et al. (2011), no qual demonstraram que o espectro de potência da função vagal de indivíduos com PCs se encontra reduzida ao ser comparada com a de um grupo com desenvolvimento típico (controle), e tal comportamento pode ser explicado (especulado) pelo grau de acometimento motor nos indivíduos com PC.

Estudo realizado por Yang e colaboradores (2002) também evidenciaram um distúrbio com relação ao equilíbrio autonômico cardíaco em crianças com PC ao ser confrontadas as crianças da mesma faixa etária sem PC, caracterizado por uma atenuação da modulação vagal sobre o nodo sinoatrial.

Resultados similares foram encontrados no estudo de Negri et al. (2010), onde comparou a diferença entre crianças com PC e crianças sem PC, numa mesma faixa etária. O resultado traz que o grupo de crianças com PC apresentou menor valor da modulação parassimpática do que o grupo de crianças sem PC. Vários estudos demonstram relação direta entre redução da atividade parassimpática e aumento de mortalidade e eventos súbitos (Kleiger et al., 1987; Bigger et al., 1993; Ponikowski et al., 1997; Lanza et al., 1998; Nolan et al., 1998)

Todavia, no que se refere à modulação autonômica na VFC, existem controvérsias na literatura, uma vez que Park e colaboradores (2002) e Kerppers e colaboradores (2009), comparando crianças com PC e crianças que não desenvolveram essa patologia, não encontraram resultados significativos para nenhum dos componentes da VFC, demonstrando haver um equilíbrio no balanço autonômico do SNS e SNP para o coração na condição de repouso.

A literatura prévia enuncia que uma maior atividade simpática no coração revela indícios de doenças cardíacas letais. Os indivíduos do grupo PCs estudados neste trabalho demonstraram comportamento simpático exacerbado àquele observado nos indivíduos dos grupos PC<sub>B</sub> e controle. Constatado tanto pelos valores do componente da banda absoluta do LF, quanto dos seus valores normalizados (LFnu). O que influencia diretamente o aumento do trabalho cardíaco no grupo PC<sub>S</sub> verificado por um maior DP neste grupo em relação aos demais. Tais achados estão em conformidade com os encontrados em outros estudos (Kerppers et al., 2009; Negri et al., 2010; Cunha et al., 2011), onde apontam maiores valores do componente de baixa frequência (LF) para crianças com PC.

O índice SDNN obtido pela análise do DT, o qual reflete a VFC de modo geral, se mostrou significativamente menor no grupo PCs quanto comparado aos demais grupos deste estudo, o que indica uma importante depressão da atividade vagal e conseqüente aumento da atividade simpática cardíaca neste grupo, uma vez que a atividade do SNS é inversamente proporcional a VFC (Maia, 1997), ou seja, quanto maior a atividade, menor a VFC. Esses dados são ainda reafirmados observando os resultados obtidos pela análise no DF, uma vez que os indivíduos do grupo PCs apresentaram maiores valores de LF e LFnu, que provavelmente tenha contribuído para o maior balanço simpato-vagal (Relação LF/HF) observado em nossos resultados. Este perfil é descrito na literatura em algumas condições patológicas, como por

exemplo, no infarto agudo do miocárdio (IAM), hipertensão arterial, entre outros (Lombardi et al., 1987; Cohen et al., 2000).

Os valores referentes à VFC apresentada pelo grupo PCs no presente estudo podem estar relacionados a uma perda da influência hemisférica na modulação autonômica, decorrente das lesões cerebrais existentes nesses indivíduos, entretanto, os estudos que fizeram essa abordagem contaram com uma amostra pequena, não havendo a possibilidade de chegar a uma conclusão clara da existência, bem como de qual o local exato que se origina essa modulação derivada do hemisfério cerebral (Korpelainen, Sotaniemi, Mylyla, 1993; Linden, Berlit, 1995; Yang et al., 2002).

Caleiro e Schwartzman (2003) citam disfunções como o colapso da coluna vertebral e comprometimento cardiorrespiratório em pacientes com doenças neurológicas, devido à presença de alterações neuromusculares e complicações desenvolvidas com o passar dos anos. Essa evolução típica do paciente neurológico fornece base para a hipótese de alterações no controle extrínseco cardíaco, dentre elas diminuição na VFC e aumento da atividade simpática.

Assim como observado no comportamento da modulação vagal sobre o coração no grupo PC<sub>B</sub>, também evidenciamos diferença significativa na modulação simpática cardíaca no grupo PC<sub>B</sub> em relação ao grupo PCs. Constatamos menores valores dos componentes das bandas espectrais referentes a modulação simpática nos praticantes de Bocha. Em adição nossos resultados encontraram menores valores de PAD e PAM no grupo PC<sub>B</sub> em relação ao grupo CON. O que vai de acordo com estudos de Park et al., (2002) e Katz-Leurer e Amichai (2019), onde demonstraram que crianças e adolescente com PC apresentam um desequilíbrio simpato-vagal em comparação com seus pares com desenvolvimento normal. O que por consequência pode desencadear complicações cardiovasculares (Van Der Bilt et al., 2009; Ardell et al., 2014). Porém o estudo de Katz-Leurer e Amichai (2019) não relataram se seguiram as recomendações de não fazer uma refeição pesada, não ingerir bebidas à base de cafeína, nem realizar atividade física pelo menos duas horas antes da coleta. Também não informaram se houve a monitoração do ritmo respiratório e se o teste foi realizado na posição supina. Em nenhum dos citados estudos comparam grupo PC entre si.

Indivíduos sedentários apresentam comprometimento em seu potencial cardiorrespiratório, o que favorece o surgimento de complicações em outros sistemas. O condicionamento cardiorrespiratório apresenta resultados favoráveis àqueles que praticam atividade física (McAuley et al., 2000). O treinamento cardiopulmonar de pessoas com PC se mostra eficaz e conduz à melhora em suas atividades (Batista et al., 2010).

A literatura recente elucidada uma importante atenuação do tônus simpático cardíaco quando se pratica exercício físico de forma regular por longo prazo (Ribeiro et al., 2005). Carter et al. (2003), observaram diminuição da atividade simpática como efeito do treinamento físico. Em estudo experimental com modelos animais submetidos ao treinamento físico, foi observado uma redução do tônus simpático sobre o coração, o qual reduziu a FC, o DC e consequentemente a PA (Gava et al., 2005). Em humanos, a diminuição na atividade nervosa simpática, medida indiretamente pelos níveis plasmáticos de noradrenalina, após um período de treinamento físico, estava associada com simultânea redução da resistência vascular periférica (Urata et al., 1987).

Embora a literatura aponte para o efeito benéfico da prática de exercício físico sobre o controle autonômico cardíaco, alguns estudos que avaliaram indivíduos sedentários e treinados com PC não evidenciaram diferenças no comportamento autonômico cardíaco nessas populações (Migliaro et al., 2001).

Portadores de PC apresentam disfunções autonômicas. Isto torna relevante estudar o controle autonômico da FC para compreender o comportamento do seu sistema neurocárdico. Por certo, crianças com PC apresentam alterações nas propriedades intrínsecas do sistema neuromuscular (Bax et al., 2005; Rosenbaum et al., 2007). Além destas alterações, também apresentam disfunção autonômica associada (Reid & Borzyskowski, 1993; Rose et al., 1993).

Um aspecto importante acerca do assunto é que maiores valores de FC são atribuídos a um maior comprometimento motor, como o das crianças com PC. Este fato sugere que crianças com maiores alterações neuromotoras e que não deambulam apresentam redução do condicionamento cardiovascular quando comparadas com crianças com diagnóstico de PC que deambulam, classificadas (Dirienzo et al., 2007). Estudo prévio demonstrou que quanto maior o comprometimento motor na PC, menor a VFC. Assim, indivíduos com limitações funcionais mais severas apresentam menor mobilidade, maior gasto energético e menor resistência cardiopulmonar. Acredita-se que estes fatores causem menor contribuição da modulação autonômica parassimpática nos ajustes autonômicos da FC.

Por outro lado, é de suma importância relatar o fato de que os indivíduos com PC que praticam o esporte e/ou atividade física evidenciam menores valores de FC. Estudo de McAuley et al. (2000) aponta que indivíduos sedentários apresentam maiores valores de FC, enquanto indivíduos treinados demonstram bradicardia de repouso. Deveras, indivíduos treinados demonstram melhor capacidade de adaptação ao exercício, o que permite melhor equilíbrio entre oferta e demanda tecidual.

A bradicardia de repouso é considerada ser um excelente marcador dos benefícios do exercício físico crônico sobre o sistema cardiovascular. Negrão et al. (1992) demonstraram que o treinamento físico aeróbio resultava em bradicardia de repouso e que o mecanismo associado a essa resposta era uma diminuição na FC intrínseca. Mais recentemente, estudos demonstram que os mecanismos envolvidos na bradicardia de repouso pós treinamento físico sofrem influência da modalidade do treino e que a bradicardia de repouso está associada ao aumento ao tônus vagal cardíaco (Medeiros et al., 2004). Essa afirmação se encontra de acordo com os achados no presente estudo. Encontramos uma correlação significativa entre uma maior modulação vagal e menor FC no grupo PC<sub>B</sub>. Além de sofrer influência da modalidade de treinamento, o mecanismo envolvido na bradicardia de repouso também se modifica no processo de algumas patologias. Assim, observa-se que bradicardia de repouso pós-treinamento também pode estar associada à diminuição do tônus simpático cardíaco (Gava et al., 1995), dados esses que corroboram com nossos resultados, onde também evidenciamos uma correlação significativa entre a atenuação da modulação simpática cardíaca e menores valores de FC no grupo de indivíduos com PC praticantes de Bocha. Dessa forma, os resultados obtidos em nosso estudo quanto à VFC, explicam os achados da menor FC de repouso encontrada nos indivíduos com PC praticantes de Bocha.

Por fim, nosso estudo esbarra na limitação de não entendermos se nossos voluntários do grupo PC<sub>B</sub> praticavam outra forma de exercício físico como complemento de sua preparação desportiva e ainda se os resultados encontrados neste grupo classificado no GMFCS nível I poderia ser extrapolado para os outros níveis desta classificação com maior comprometimento.

## **7 CONCLUSÃO**

Os resultados obtidos no presente estudo nos permitem concluir que nas condições experimentais utilizadas, indivíduos sedentários com PC evidenciaram maiores valores da modulação simpática aliada a menores índices de atividade vagal cardíaca em repouso, quando comparados aos indivíduos com desenvolvimento motor adequado na mesma faixa-etária.

Em adição, nossos dados apontam que a prática regular do exercícios físicos Bocha, provocaram alterações benéficas no sistema cardiovascular e na modulação autonômica cardíaca, atenuando a hiperatividade simpática e elevando a atuação parassimpática sobre o coração.

## REFERÊNCIAS

- AKSELROD S, GORDON D, UBEL FA, SHANNOA DC, BERGER AC, COHEN RJ. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*. 1981;213(4504):220-22.
- ALI, W.; IGBAL J.; AHMED P.; AHMED S. Cerebral Palsy: an overview: *Curr Pediatr Res* 2006; 10 (1 & 2): 1-7, Vol. 10, No 1 (2006-10 – 2006-12)
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS (ACSM). Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 43, n. 7, p. 1334 – 1359, jul. 2011.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 41, n. 3, p. 687-708, mar. 2009.
- AMICHAÏ, T.; KATZ-LEURER, M. Heart rate variability in children with cerebral palsy: Review of the literature and meta-analysis. *Neurorehabilitation* 2014, 35, 113–122.
- AMICHAÏ, T.; EYNON, S.; DORR-HAIM, H.; BERGER, I.; KATZ-LEURER, M. Cardiac Autonomic System Response to Submaximal Test in Children with Cerebral Palsy. *Pediatr. Phys. Ther.* 2017, 29, 125–128.
- AMICHAÏ, T.; EYNON, S.; BERGER, I.; KATZ-LEURER, M. The impact of breathing rate on the cardiac autonomic dynamics among children with cerebral palsy compared to typically developed controls. *Dev. Neurorehabilit.* 2018, 22, 98–103.
- ARDELL, J.L.; ANDRESEN, M.C.; ARMOUR, J.A.; BILLMAN, G.E.; CHEN, P.; FOREMAN, R.D.; HERRING, N.; O'LEARY, D.S.; SABBAAH, H.N.; SCHULTZ, H.D.; et al. Translational neurocardiology: Preclinical models and cardioneural integrative aspects. *J. Physiol.* 2016, 594, 3877–3909.
- ASHWAI, S.; RUSSMAN, B.S.; BLASCO, P.A.; et al. Practice parameter: diagnostic assessment of the child with cerebral palsy. *Neurology* 2004;62:851–863.
- ANGELIS P., ANGELIS, K.; SNTOS, M.S.B; IRIGOYEN, M.C. Sistema nervoso autônomo e doença cardiovascular. *Revista da Sociedade de Cardiologia do Rio Grande do Sul - Ano XIII nº 03* 1-7 2004.
- BAX, M.; TYDEMAN, C.; FLODMARK, O. Clinical and MRI correlates of cerebral palsy: the European Cerebral Palsy Study. *JAMA* 2006;296:1602–1608.
- BLAIR, E. Epidemiology of the cerebral palsies. *Orthop Clin North Am.* 2010;41:441–455.
- BARBOSA NETO, O.; Modulação Autonômica e Características Morfofuncionais Cardíacas de Atletas Fisiculturistas em uso de Esteroides Anabólicos Androgênicos. 2010. Tese (Doutorado em Patologia Geral) - Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2010.

BARBOSA NETO, O.; ABATE, D. T.; MAROCOLO JÚNIOR, M.; MOTA G. R.; ORSATTI, F. L.; ROSSI E SILVA, R. C.; REIS, M. A.; DA SILVA, V. J. Exercise training improves cardiovascular autonomic activity and attenuates renal damage in spontaneously hypertensive rats. *J Sports Sci Med*. 2013 Mar 1;12(1):52-9. eCollection 2013.

BARTONEK, A.; ERIKSSON, M.; SARASTE, H. Heart rate and walking velocity during independent walking in children with low and midlumbar myelomeningocele. *Ped Phys Ther*. 2002; 14: 185–190

BATISTA, K. G.; LOPES, P. O.; SERRADILHA, S. M.; SOUZA, G. A. F.; BELLA, G. P.; SOUZA, R. C. T. Benefícios do condicionamento cardiorrespiratório em crianças ou adolescentes com paralisia cerebral. *Fisioter Mov*. 2010; 23(2):201-9.

BAX, M. et al. Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, [S.l.], v. 47, n. 8, p. 571-576, Aug. 2005.

BIGGER, J.; LEISS, J.; ROLNITZKY, L.; STEINMAN, R. Frequency domain measures of heart period variability to assess risk late after myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol*. 1993;21(3):729-36.

BRANDÃO, A. P.; BRANDÃO, A. A.; MAGALHÃES, M. E. C, et al. *Epidemiologia da hipertensão arterial*. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo*. v. 13, n. 1, p. 7-19, 2003.

BUCHHEIT, M. et al. Heart Rate Variability and Intensity of Habitual Physical Activity in Middle-Aged Persons. *Med Sci Sports Exerc.*, v. 37, n. 9, p. 1530-1534, Abr. 2005

CALEIRO, J. M. M.; SCHWARTZMAN, J. S. Artrodese vertebral em pacientes com deformidades de origem neuromuscular: complicações respiratórias. *Temas desenvolv*. 2003; 12(70):5-10.

CanChild Centre for Childhood Disability Research. Ontario Motor Growth (OMG) Study Project Report, 2002

CANS, C. et al. Recommendations from the SCPE collaborative group for defining and classifying cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, [S.l.], v. 49, p. 35-38, Feb. 2007. Supplement 109.

CARTER, J. B.; BANISTER, E. W.; BLABER, A. P. Effect of endurance exercise on autonomic control of heart rate. *Sports Med*. 2003; 33(1):33-46.

CAVALCANTE, V. M. V.; MARTINS, M. C.; ORIÁ, M. O. B.; XIMENS, L. B.; FROTA, M. A.; CARVALHO, Z. M. F. Epidemiological profile of children with cerebral palsy receiving care at outpatient clinics. *Revista Enfermagem UERJ*, Rio de Janeiro, 2017; 25:e8780.

CELOVSKA, D.; STASKO, J.; GONSORCIK, J.; DIAB, A. The significance of baroreflex sensitivity in hypertensive subjects with stroke. *Physiol Res* v. 59, p. 537-543, 2010.

CPB. COMITE PARALÍMPICO BRASILEIRO. Bocha. 2019. Disponível em: <https://www.cpb.org.br/modalidades/51/bocha>. Acessado em: 14/09/2020

COHEN, H.; BENJAMIN, J.; GEVA, A. B.; MATAR, M. A.; KAPLAN, Z.; KOTLER, M. Autonomic dysregulation in panic disorder and in post-traumatic stress disorder: application of power spectrum analysis of heart rate variability at rest and in response to recollection of trauma or panic attacks. *Psychiatry Res.* 2000;96(1):1-13.

CORRADO, D.; PELLICCIA A.; HEIDBUCHEL, H.; SHARMA, S.; LINK, M.; BASSO, C.; BIFFI, A.; BUJA, G.; DELISE, P.; GUSSAC, I.; ANASTASAKIS, A.; BORJESSON, M.; BJORNSTAD, H.H.; CARRÈ, F.; DELIGIANNIS, A.; Dugmore, D.; FAGARD, R.; HOOGSTEEN, J.; MELLWIG, K.P.; PANHUYZEN, G, N.; SOLBERG, E.; VANHEES, L.; DREZNER, j.; ESTES, N.A.; ILICETO, S.; MARON, B.J.; PEIDRO, R.; SCHWARTZ, P.J.; STEIN, R.; THIENE, G.; ZEPPILI, P.; MCKENNA, W.J. Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete. *Eur Heart J.* Vol. 31. Num. 2. 2010. p. 243-59.

COSTA, A. M.; SOUSA, S. B. Educação Física e Esporte Adaptado: História, Avanços e Retrocessos em Relação aos Princípios da Integração/Inclusão e Perspectivas para o Século XX. *Rev. Bras. Cienc. Esporte, Campinas*, v. 25, n. 3, p. 27-42, maio 2004

CUNHA, A. B.; ZAMUNÉR, A. R.; MORENO, M. A.; TUDELLA, E., SILVA, E. Variabilidade da Frequência Cardíaca em Crianças com Paralisia Cerebral. In: Castilho-Weinert e Forti-Bellani (Eds.), *Fisioterapia em Neuropediatria*. Cap. IX, p. 164-178, 2011.

CURY, V. C. R.; MANCINI, M. C.; MELO, A. P.; FONSECA, S. T.; SAMPAIO, R. F.; TIRADO, M. G. A. Efeitos do uso de órtese na mobilidade funcional de crianças com paralisia cerebral. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, v.10, n.1, p. 67-74, 2006.

DUARTE, O. *História dos Esportes*. 6ª Edição. São Paulo: editora SENAC, 2003

DAFFY, C. M.; HILL, A. E.; COSGROVE, A. P. et al. Energy consumption in children with spina bifida and cerebral palsy: a comparative study. *Dev Med Child Neur.* 1996; 38: 238 – 243.

DE FERRARI, G. M.; SALVATI, P.; GROSSONI, M.; UKMAR, G.; VAGA, L.; PATRONO, C.; SCHWARTZ, P. J. Pharmacologic modulation of the autonomic nervous system in the prevention of sudden cardiac death. A study with propranolol, methacholine and oxotremorine in conscious dogs with a healed myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 1993; 21: 283-290.

DIRIENZO, L. N.; DIRIENZO, L. T.; BACESKI, D. A. Heart rate response to therapeutic riding in children with cerebral palsy: an exploratory study. *Pediatric Physical Therapy*, 19(2):160–165, 2007.

FAGARD, R. H.; CORNELISSEN, V. Physical activity, exercise, fitness and blood pressure. In: Battegay EJ, Lip GYH, Bakris GL, editors. *Handbook of hypertension: principles and practice*. Boca Raton: Taylor & Francis; 2005. p. 195-206.

FAGARD, R.H. Exercise therapy in hypertensive cardiovascular disease. *Prog Cardiovasc Dis* 53(6): 404-411, 2011.



FELIX, J. V. C.; MICHELINI, L. C. Training-induced pressure fall in spontaneously hypertensive rats is associated with reduced angiotensinogen mRNA expression within the nucleus tractus solitarii. *Hypertension*. 2007;50:780-85

FINLEY, J. P.; NUGENT, S. T. Heart rate variability in infants, children and young adults. *J Auton Nerv Syst*. 1995; 51, 1: 103-108.

FISIOTERAPIA HUMBERTO. Blogspot: O Sistema de Classificação da Função Motora Grossa - GMFCS (Gross Motor Function Classification System), c2018. Página inicial. Disponível em: < <http://fisioterapiahumberto.blogspot.com/2018/12/o-sistema-de-classificacao-da-funcao.html>>. Acesso em: 22 de out. 2020.

FURTADO, S. R. C.; VAZ, D. V.; MANCINI, M. C.; RODRIGUES, J. D.; GARBOCI, M. Programa domiciliar de fortalecimento muscular em adolescentes com diplegia espástica: um relato de três casos, *Fisioterapia Movimento*, Curitiba, v. 22, n. 3, p. 315-322, jul./set., 2010.

GASIOR, J. S.; ZAMUNÉR, A. R.; SILVA, L. E. V.; WILLIAMS, C. A.; BARANOWSKI, R.; SACHA, J.; MACHURA, P.; KOCHMAN, W.; WERNER, B. Heart Rate Variability in Children and Adolescents with Cerebral Palsy—A Systematic Literature Review. *Faculty of Medical Sciences: Journal of Clinical Medicine*: Published: 16 April 2020

GAVA, N. S.; VÉRAS-SILVA, A. S.; NEGRÃO, C. E. et al. Low-intensity exercise training attenuates cardiac  $\beta$ -adrenergic tone during exercise in spontaneously hypertensive rats. *Hypertension*. 1995;26:1129-133.

GIAGKOUDAKI, F.; DIMITROS, E.; KOUIDI, E.; DELIGIANNIS, A. Effects of exercise training on heart-rate-variability indices in individuals with Down syndrome. *J Sport Rehabil* 2010;19: 173-183.

GRAHAM, H.K.; SELBER, P. Musculoskeletal aspects of cerebral palsy. *J Bone, Joint Surg Br* 2003;85-B:157–166.

GRAHAM, H.K. Mechanisms of deformity. In: Scutcheon D, Damiano D, Mayston M, eds. *Management of the motor disorders of children with cerebral palsy*, Chapter 8, 2nd ed. *Clinics Dev Med* No 161. London, UK: Mac Keith Press, 2004:105–129.

GULATI, S.; SONDHI, V. Cerebral Palsy: An Overview. Review Article, Received: 25 April 2017 /Accepted: 5 September 2017 /Published online: 20 November 2017

Guzzetti S, Borroni E, Garbelli PE, Ceriani E, Della Bella P, Montano N, Montano N, Cogliati C, Somers VK, Malliani A, Porta A. Symbolic dynamics of heart rate variability aprobe to investigate cardiac autonomic modulation. *Circulation*. 2005;112(4):465-70.

HANNA, S. E.; ROSENBAUM, P. L.; BARTLETT, D. J.; et al. Stability and decline in gross motor function among children and youth with cerebral palsy aged 2 to 21 years. *Dev Med Child Neurol* 2009;51:295–302.

HARTHMANN, A. D. et al. *Exercise training improves arterial baro- and chemoreflex in control and diabetic rats*. *Auton Neurosci*. v. 133, n. 2, p. 115-120, 2007.

HOWARD, J.; SOO, B.; GRAHAM, H. K. et al. Cerebral palsy in Victoria: motor types, topography and gross motor function. *J Paediatr Child Health* 2005;41:479–483.

HUANG, C.; YOSHIMOTO, M.; MIKI, K. et al. The contribution of brain angiotensin II to the baroreflex regulation of renal sympathetic nerve activity in conscious normotensive and hypertensive rats. *J Physiol.* 2006;574:597-604

Huikuri HV, Mäkikallio TH, Peng CK, Goldberger AL, Hintze U, Møller M. Fractal correlation properties of R-R interval dynamics and mortality in patients with depressed left ventricular function after an acute myocardial infarction. *Circulation.* 2000;101(1):47-53.

Huikuri HV, Mäkikallio TH, Perkiömäki J. Measurement of heart rate variability by methods based on nonlinear dynamics. *J Electrocardiol.* 2003;36(2):95-99.

ICHIYAMA, R. M.; GILBERT, A. B.; WALDROP, T. G. et al. Changes in the exercise activation of diencephalic and brainstem cardiorespiratory areas after training. *Brain Res.* 2002;947:225-33

IMAMURA, T.; KINUGAWA, K.; OKADA, I.; et al. Parasympathetic reinnervation accompanied by improved post-exercise heart rate recovery and quality of life in heart transplant recipients. *Int. Heart J.* v. 56, p. 180–185, 2015.

IRIGOYEN, M. C. et al. *Exercise training improves baroreflex sensitivity associated with oxidative stress reduction in ovariectomized rats.* *Hypertension*, v.46, n.2, p.1-6, 2005.

IWASAKI, K. I.; ZHANG, R.; ZUCKERMAN, J. H.; LEVINE, B. D. Dose-response relationship of the cardiovascular adaptation to endurance training in healthy adults: how much training for what benefit? *J Appl Physiol* 2003; 95: 1575-1583.

JENNIFER, M. R.; PETERSON, M. D.; RYAN, N.; SMITH, K. J.; OCONNELL, N. E.; LIVERANI, S.; ANOKYE, N.; VICTOR, C.; ALLEN, E. Mortality due to cardiovascular disease, respiratory disease, and cancer in adults with cerebral palsy, Accepted for publication 19th December 2018. Published online

JERÔNIMO, J. P. Esporte Como Elemento Facilitador da Inclusão de Pessoas Com Paralisia Cerebral Severa: Contribuições para formação de Professores de Educação Física. 2006. 147 f. Dissertação (Mestre em Educação). Programa de Mestrado em Educação, Universidade de Uberaba. Uberaba. MG, 2006.

JUNIOR CAMPOS, R.; COLOMBARI, E.; CAROVO. S.; et al. Hipertensão arterial: o que tem a dizer o sistema nervoso. *Rev Bras Hipertens.* v. 8, n.1, p. 41-54, 2001.

Kaplan DT, Furman MI, Pincus SM, Ryan SM, Lipsitz LA, Goldberger AL. Aging and the complexity of cardiovascular dynamics. *Biophys J.* 1991;59(4):945-49.

KAWAGUCHI, L.; NASCIMENTO, A. C.; LIMA, M. S.; FRIGO, L.; PAULA JUNIOR, A.; TIERRA-CRIOLLO, C. J. Caracterização da variabilidade da frequência cardíaca e sensibilidade do barorreflexo em indivíduos sedentários e atletas do sexo masculino. *Rev Bras Med Esporte.* 2007; 13(4):231-6.

KATZ-LEURER, M; AMICHAÏ T. Heart rate variability in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, p. 730-731, 2019.

KERPPERS, I. I.; ARISAWA, E. A. L.; OLIVEIRA, V. F.; SAMPAIO, L. M. M.; OLIVEIRA, C. S. Heart rate variability in individuals with cerebral palsy, *Arch Med Sci* 2009; 5, 1: 45-50

KHOLOD, H.; JAMIL, A.; KATZ-LEURER, M. The associations between motor ability, walking activity and heart rate and heart rate variability parameters among children with cerebral palsy and typically developed controls. *Neurorehabilitation* 2013, 33, 113–119.

KLEIGER, R. E.; MILLER, P.; BIGGER, J. T.; MOSS, A. J. Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol.* 1987;59(4):256-62.

KORPELAINEN, J. T.; SOTANIEMI, k. A.; MYLYLA, V. V. Asymmetric sweating in stroke: A prospective quantitative study of patients with hemispherical brain infarction. *Neurol.*1993; 43: 1211-1214.

JOHNSON DC, DAMIANO DL, Abel MF. The evolution of gait in childhood and adolescent cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 1997;17:392–396.

LANDIS, C.; O'NEIL, M.E.; FINNEGAN, A.; SHEWOKIS, P.A. Calculating Heart Rate Variability from ECG Data from Youth with Cerebral Palsy During Active Video Game Sessions. *J. Vis. Exp.* 2019, e59230.

LANZA, G.; GUIDO, V.; GALEAZZI, M.; MUSTILLI, M.; NATALI, R.; LERARDI, C.; MILICI, C.; BURZOTTA, F.; PASCERI, V.; TOMASSINI, F.; LUPI, A.; MASERI, A. Prognostic role of heart rate variability in patients with recent acute myocardial infarction. *Am J Cardiol.* 1998;82(11):1323-28.

LINDEN, D.; BERLIT, P. Sympathetic skin responses (SSRs) in monofocal brain lesions: Topographical aspects of central sympathetic pathways. *Acta Neurol Scand.*1995; 91: 372-376.

LOHMEIER, T. E.; DWYER, T. M.; HILDEBRANDT, D. A.; et al. Influence of prolonged baroreflex activation on arterial pressure in angiotensin hypertension. *Hypertension.* 2005;46:1194-200.

LOMBARDI, F.; SANDRONE, G.; PERNPRUNER, S.; SALA, R.; GARIMOLDI, M.; CERUTTI, S. et al. Heart rate variability as an index of sympathovagal interaction after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol.* 1987;60(16):1239-45, 1987.

MAIA, I. G. Avaliação da função autonômica do coração pela variabilidade da frequência cardíaca. In: Cruz Filho ES, Maia IG. *Eletrofisiologia clínica e intervencionista das arritmias cardíacas.* Rio de Janeiro: Revinter; 1997. p. 41-48.

Maestri R, Pinna GD, Porta A, Balocchi R, Sassi R, Signorini MG, Dudziak M, Raczak G. Assessing nonlinear properties of heart rate variability from short-term recordings: are these measurements reliable? *Physiol Meas.* 2007b;28(9):1067-77.

MALLIANI, A. et al. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. *Circulation*, v. 84, p. 482-492, 1991.

MANCIA, G.; DI RIENZO, M.; PARATI, G.; GRASSI, G. Sympathetic activity, blood pressure variability and end organ damage in hypertension. *J Hum Hypertens*. 1997;11(Suppl 1):S3-S8.

MCAULEY, E.; BLISSMER, S.; MARQUEZ, D. X.; JEROME, G. J.; KRAMER, A. F.; KATULA, J. Social relations, physical activity, and well-being in older adults. *Prevent Med*. 2000; 31(5):608-17.

MCBRIDE, M. C.; VIVTORIO, M.C. Manual MSD Versão Saúde para Família: Paralisia Cerebral. Disponível em: <<https://www.msmanuals.com/pt-pt/casa/problemas-de-sa%C3%BAde-infantil/dist%C3%BArbios-neurol%C3%B3gicos-em-crian%C3%A7as/paralisia-cerebral-pc>>. Acesso em: 22 de set. de 2020

MEDEIROS, A.; OLIVEIRA, E. M.; GIANOLLA, R.; CASARINI, D. E.; NEGRÃO, C. E.; BRUM, P. C. Swimming training increases cardiac vagal effect and induces cardiac hypertrophy in rats. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, Ribeirão Preto, 2004.

MIGLIARO, E. R.; CONTRERAS, P.; BECH, S.; ETXAGIBEL, A.; CASTRO, M.; RICCA, R.; et al. Relative influence of age, resting heart rate and sedentary life style in short-term analysis of heart rate variability. *Braz J Med Biol Res*. 2001; 34(4):493-500.

MIRYAN, J.; PETERSON, M. D.; RYAN, N.; SMITH, K. J.; OCONNELL, N. E.; LIVERANI, S.; ANOKYE, N.; VICTOR, C.; ALLEN, E. Mortality due to cardiovascular disease, respiratory disease, and cancer in adults with cerebral palsy, Accepted for publication 19th December 2018. Published online

MORRIS, C. Definition and classification of cerebral palsy: a historical perspective. *Developmental Medicine and Child Neurology*, [S.l.], v. 109, p. 3-7, 2007.

NAGAI, N.; HAMADA, T.; KIMURA, T.; MORITANI, T. Moderate physical exercise increases cardiac autonomic nervous system activity in children with low heart rate variability. *Childs Nerv Syst* 2004;20: 209-214.

NEGRÃO, C.E.; IRIGOYEN, M.C.; MOREIRA, E.D. *Effect of exercise training on RSNA, baroreflex control, and blood pressure responsive ness*. *Am J Physiol*. v. 265, p. 365-370, 1993.

NEGRÃO, C. E.; MOREIRA, E. D.; BRUM, P. C.; DENADAI, M. L. D. R.; KRIEGER, E. M. Vagal and sympathetic controls of the heart rate during exercise in sedentary and trained rats. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, Ribeirão Preto, v.25, p.1045-52, 1992a

NOLAN, J.; BATIN, P.; ANDREWS, R.; LINDSAY, S.; BROOKSBY, P.; MULLEN, M.; BAIG, W.; FLAPAN, A. D.; COWLEY, A.; PRESCOTT, R. J.; NEILSON, J. M.; FOX, K. A. Prospective study of heart rate variability and mortality in chronic heart failure: results of the united kingdom failure evaluation and assessment of risk trial. *Circulation*. 1998;98(15):1510-16.

ORGANISATION WH. World Health Organization (2013), A global brief on hypertension. Report. 2013 April 2013. Contract No.: WHO/DCO/WHD/2013.2.

PAGANI M, MONTANO N, Porta A, MALLIANI A, ABBOUD FM, BIRKRTT C, SOMERS VK. Relationship between spectral components of cardiovascular variabilities and direct measures of muscle sympathetic nerve activity in humans. *Circulation*. 1997;95(6):1441-48.

PALISANO, R. ROSENBAUM P. WALTER S. et al. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1997;39:214–223.

PALVA, M. S.; NARDI, M. G.; STRELF, T. G.; CHAMLLAN, T. R. F. Benefícios do exercício físico para crianças e adolescentes com paralisia cerebral: uma revisão bibliográfica, *Acta Fisiatr.*, v. 17, n. 4, p. 175-179, 2010.

PARK, E.S.; PSRK, C.I.; CHO, S.-R.; LEE, J.-W.; KIM, E.J. Assessment of Autonomic Nervous System with Analysis of Heart Rate Variability in Children with Spastic Cerebral Palsy. *Yonsei Med J*. 2002, 43, 65–72.

PASCHOAL, M. A.; TREVIZAN, P. F.; SCODELER, N. F. Variabilidade da frequência cardíaca, lípidos e capacidade física de crianças obesas e não-obesas. *Arq Bras Cardiol*. 2009; 93(3):239-46

PASTORE, C.A.; SAMESIMA, N.; IMADA, R.; REIS, M.; SANTOSs, M.T.B.R.; FERREIRA, M.C.; GRUPI, C.; FUMAGALLI, F.; WAGENFUHR, J.; CHAMMAS, M. Characterization of the electrocardiographic pattern of individuals with cerebral palsy. *J. Electrocardiol*. 2011, 44, 138–141.

PALISANO R, ROSENBAUM P, WALTER S, et al. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1997;39:214–223.

PALISANO RJ, ROSENBAUM P, BARTLETT P. Content validity of the expanded and revised Gross Motor Function Classification System. *Dev Med Child Neurol* 2008;50:744–750.

PFEIFER, L. I. Paralisia cerebral. In: CURSO DE INVERNO EM NEUROLOGIA E NEUROCIÊNCIAS, 2., 2012, Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão Preto: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, 2012.

PIOVESANA, A. M. S. G. Encefalopatia crônica, paralisia cerebral. In: FONSECA, L. F.; PIANETTI, G.; XAVIER, C. C. *Compêndio de neurologia infantil*. São Paulo: Medsi, 2002

PLEWS, D.J.; LAURSEN, P.B.; KILDING, A.E.; BUCHHEIT, M. Heart Rate Variability and Training Intensity Distribution in Elite Rowers. *Int J Sports Physiol Perform*. Vol. 9. 2014. 1026-1032.

PONIKOWSKI, P.; ANKER, S.; CHUA, T.; SZELEMEJ, R.; PIEPOLI, M.; ADAMOPOULOS, S.; WEBB-PEPLOE, K.; HARRINGTON, D.; BANASIAK, W.;

WRABEC, K.; COATA, A. J. Depressed heart rate variability as an independent predictor of death in chronic congestive heart failure secondary to ischemic or idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol.* 1997;79(12):1645-50.

Porta A, Baselli G, Guzzetti S, Pagani M, Malliani A, Cerutti S. Prediction of short cardiovascular variability signals based on conditional distribution. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2000;47(12):1555-64.

Porta A, Faes L, Masé M, D'Addio G, Pinna GD, Maestri R, Guzzetti S. An integrated approach based on uniform quantization for the evaluation of complexity of short-term heart period variability: Application to 24h Holter recordings in health and heart failure humans. *Chaos.* 2007a;17(1):015117-1-015117-11.

Porta A, Baselli G, Liberati D, Montano N, Cogliati C, Gneccchi-Ruscione T, Malliani A, Cerutti S. Measuring regularity by means of a corrected conditional entropy in sympathetic outflow. *Biol Cybern.* 1998;78(1):71-78.

Porta A, Tobaldini E, Guzzetti S, Furlan R, Montano N, Gneccchi-Ruscione T. Assessment of cardiac autonomic modulation during graded head-up tilt by symbolic analysis of heart rate variability. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2007c;293(1):702-08.

RADESPIEL, M.T., RAUH, R., MAHLKE, C., et al. Agreement of two different methods for measurement of heart rate variability. *Clin Auton Res.* v. 13, n. 2, p. 99-102, 2003.

REID, C. J. D. & BORZYSKOWSKI, M. Lower urinary tract dysfunction in cerebral palsy. *Archives of Disease in Childhood,* 68(6):738–742, 1993.

RIBEIRO, J. P.; MORAES FILHO, R. S. Variabilidade da frequência cardíaca como instrumento de investigação do sistema nervoso autônomo. *Rev Bras Hipertens.* 2005; 12(1):14-20.

REDDIHOUGH, D. S.; COLLINS, K. J. The epidemiology and causes of cerebral palsy. *Aust J Physiother.* 2003;49(1):7-12.

ROCCA, S. V. S. et al. Efeito do exercício físico nos fatores de risco de doenças crônicas em mulheres obesas. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, São Paulo,* v. 44, n. 2, p. 185-192, 2008.

ROSE, J.; HASKELLI, W.L.; GAMBLE, J. G. A comparison of oxygen pulse and respiratory exchange ratio in cerebral palsied and nondisabled children. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation,* 74(7):702–705, 1993.

ROSENBAUM PL, WALTER SD, HANNA SE, et al. Prognosis for gross motor function in cerebral palsy: creation of motor development curves. *JAMA* 2002;288:1357–1363.

ROSENBAUM, P. et al. A report: The definition and classification of cerebral palsy april 2006. *Developmental Medicine and Child Neurology,* [S.l.], v. 49, n. 2, p. 8-14, 2007.

ROTTA, N. T. Paralisia Cerebral, novas perspectivas terapêuticas. *Jornal de Pediatria*. Rio de Janeiro, RJ., v. 78, n.1, p. 48-54, 2002.

RUIVO, J. A.; ALCANTARA, P. Hypertension and exercise. *Rev Port Cardiol* 31(2): 151-158, 2010.

SANGER, T.D.; DELGADO, M.R.; GAEBLER-SPIRA, D.; et al. Task force on childhood SANHUEZA, S.; MASCAYANO, M. Impacto del ejercicio en el adulto mayor hipertenso. *Revista Hospital Clinico Universidad de Chile*17(2), 111-128, 2006.

SANTOS, T. C. O.; MORIMOTO, J. M.; VIEBIG, R. F.; NACIF, M. Composição Corporal e Alimentação de Atletas de Bocha Adaptada. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, São Paulo. v. 13. n. 79. p.384-389. Maio/Jun. 2019. ISSN 1981-9927.

SCHOLTES, V. A. B. et al. Clinical assessment of spasticity in children with cerebral palsy: a critical review of available instruments. *Developmental Medicine and Child Neurology*, [S.l.], v. 48, p. 64-73, 2006.

SHEVEL, M.I.; DAGENAIS, L.; HALL, N. Comorbidities in cerebral palsy and their relationship to neurologic subtype and GMFCS level. *Neurology* 2009;72:2090–2096. motor disorders. Classification and definition of disorders causing hypertonía in childhood. *Pediatrics* 2003;111:e89–e97.

SMITH KJ et al. Risk of depression and anxiety in adults with cerebral palsy. *JAMA Neurol* 2018 Dec 28; [e-pub]. (<http://dx.doi.org/10.1001/jamaneurol.2018.4147>)

SOUZA, H. C.; PENTEADO, D. M.; MARTIN-PINGE, M. C.; et al. *Nitric oxide synthesis blockade increases hypertrophy and cardiac fibrosis in rats submitted to aerobic training*. *Arq Bras Cardiol*. v. 89, n. 2, p. 88-93, 2007.

TASKE FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOGY. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Eur Jeart J*. v. 17, p. 354-381, 1996.

TEIXEIRA-ARROYO, C.; OLIVEIRA, S. R. G. Atividade Aquática e a Psicomotricidade de Crianças com Paralisia Cerebral. *Motriz*. Rio Claro, v. 13, n.2, p. 97-105, abr/jun. 2007.

URATA, H.; TANABE, Y.; KIYONAGA, A. et al. Antihypertensive and volume-depleting effects of mild exercise on essential hypertension. *Hypertension* 1987;9:245-52.

VAN DER BILT, I.; HASAN, D.; VANDERTOP, W.P.; WILDE, A.A.; ALGRA, A.; VISSER, F.C.; RINKEL, G.J. Impact of cardiac complications on outcome after aneurysmal subarachnoid hemorrhage: A meta-analysis. *Neurology* 2009, 72, 635–642.

VANDERLEI et al. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Rev Bras Cir Cardiovasc*, v. 24, n. 2, p. 205-217, 2009.

VANDERLEI, L. M.; PASTRE, C. M.; HOSHI, R. A.; CARVALHO, T. D.; GODOY, M. A. Noções Básicas de Variabilidade da Frequência Cardíaca e Sua Aplicabilidade Clínica. *Ver. Bras. Cir. Cardiovasc.* , v. 24, n.2, p. 205-217, 2009.

WEISE, F.; HEYDENREICH, F.; RUNGE, U. *Contributions of sympathetic and vagal mechanisms to the genesis of heart rate fluctuations during orthostatic load: a spectral analysis.* J Auton Nerv Syst. v. 21, p. 127-134, 1987.

WEINSTEIN, S.L.; FLYNN, J.M. LOVELL AND WINTER'S Pediatric Orthopaedics: 7. ed. Philadelphia, PA 19103 USA: wolters kluwer health, 2014

WORD HEALTH ORGANIZATION, Top 10 causes of death. WORD HEALTH ORGANIZATION, 2018. Disponível em: [https://www.who.int/gho/mortality\\_burden\\_disease/causes\\_death/top\\_10/en/](https://www.who.int/gho/mortality_burden_disease/causes_death/top_10/en/)>. Acesso em: 04/10/2020

YANG, H. et al. Cerebral palsy in children: movements and postures during early infancy, dependent on preterm vs. full term birth. Early Human Development, [S.l.], v. 88, p. 837-843, 2012.

YANG, T. F.; CHAN, R. C.; KAO, C. L.; CHIU, J. W.; LIU, T. J.; KAO, N. T.; KUO, T. B. J. Power spectrym analysis of heart rate variability for cerebral palsy patients. Am J Phys Med Rehabil.2002; 81: 350-354.

ZAMUNÉR, A. R.; CUNHA, A. B.; SILVA, E.; NEGRI, A. P.; TUDELLA, E.; MORENO, M. A. The influence of motor impairment on autonomic heart rate modulation among children with cerebral palsy. Res Dev Disabil. 2011; 32(1):217-21.

ZANNI, G.; CEMIN, N. F.; PERALLES, S. N. Cerebral palsy: causes and prevalences. ISSN 0103-5150 Fisioter. Mov., Curitiba, v. 22, n. 3, p. 375-381, jul./set. 2009 Licenciado sob uma Licença Creative Commons

ZHANG, Y.; AGNOLETTI, D.; SAFAR, M. E. Effect of Antihypertensive Agents on Blood Pressure Variability. Hypertension. v. 58, p. 155-160, 2011.

ZIMMET, P.; MAGLIANO, D.; MATSUZAWA, Y.; ALBERTI, G.; SHAW, J. *The metabolic syndrome: a global public health problem and a new definition.* J Atheroscler Thromb. 2005;12(6):295-300.

ZUCKER, I. H.; WANG, W.; PLIQUETT, R. U. et al. The regulation of sympathetic outflow in heart failure: The roles of angiotensin II, nitric oxide, and exercise training. Ann N Y Acad Sci. 2001;940:431-43