

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO

Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

**IMPACTO DA MOBILIZAÇÃO PRECOCE NA MODULAÇÃO
AUTÔNOMICA DE INDIVÍDUOS SUBMETIDOS À ANGIOPLASTIA.**

Uberaba - MG

2019

Graziella Paula de Oliveira Neri

**IMPACTO DA MOBILIZAÇÃO PRECOCE NA MODULAÇÃO
AUTONÔMICA DE INDIVÍDUOS SUBMETIDOS À ANGIOPLASTIA.**

Dissertação no modelo de artigo apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM e da Universidade Federal de Uberlândia – UFU, como requisito para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

Área de Concentração: Avaliação e Intervenção em Fisioterapia.

Linha de Pesquisa: Processos de Avaliação e Intervenção Fisioterapêutica dos Sistemas Cardiorrespiratório e Neurológico.

Orientadora: Profa. Dra. Marilita Falângola Accioly

Co-orientadora: Profa. Dra. Fernanda Regina de Moraes

Uberaba - MG

2019

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do
Triângulo Mineiro**

N364i Neri, Graziella Paula de Oliveira
Impacto da mobilização precoce na modulação autonômica de indivíduos submetidos à angioplastia / Graziella Paula de Oliveira Neri. -- 2019.
45 f. : tab.

Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) -- Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2019

Orientadora: Profa. Dra. Marilita Falângola Accioly

Coorientadora: Profa. Dra. Fernanda Regina de Moraes

1. Angioplastia. 2. Unidade de Terapia Intensiva. 3. Deambulação precoce. 4. Sistema Nervoso Autônomo. I. Accioly, Marilita Falângola. II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. III. Título.

CDU 616.1-089

Graziella Paula de Oliveira Neri

**IMPACTO DA MOBILIZAÇÃO PRECOCE NA MODULAÇÃO
AUTONÔMICA DE INDIVÍDUOS SUBMETIDOS À ANGIOPLASTIA.**

Dissertação no modelo de artigo apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM e da Universidade Federal de Uberlândia – UFU, como requisito para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia. Orientadora: Profa. Dra. Marilita Falângola Accioly. Co-orientadora: Profa. Dra. Fernanda Regina de Moraes

Aprovado em: 26 de fevereiro de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Marilita Falângola Accioly – Orientadora
Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)

Prof. Dr. Eduardo Elias Vieira de Carvalho
Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)

Prof. Dr. Luiz Carlos Marques Vanderlei
Universidade Estadual Paulista (UNESP)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à Deus, por todos os aprendizados durante esta caminhada e o apoio da minha família, sobretudo minha mãe Lázara e meu esposo Wagner, para que eu pudesse chegar até esse momento. Grata também pelo maior presente que Deus poderia me dar, Pedro Henrique, meu filho, uma benção que chegou durante a período do mestrado, trazendo muitas alegrias para nossa família.

À Profa. Dra. Marilita Falângola Accioly, minha orientadora, pelo acolhimento, pelo conhecimento compartilhado, pelos ensinamentos, pela parceria e sobretudo, pela amizade.

À Profa. Fernanda Regina de Moraes, minha co-orientadora, pela amizade, pelo apoio, ensinamentos, e por ser a grande incentivadora desta conquista.

Aos alunos da graduação de fisioterapia: Bárbara, Lucas, Jade e Marcela, e a fisioterapeuta Mayara Simões, por me auxiliarem em diversos momentos da pesquisa.

Aos docentes e colegas de jornada, pelos conhecimentos e anseios compartilhados.

Aos profissionais da Unidade de Terapia Intensiva Coronariana e Pronto Socorro Adulto pela colaboração durante a coleta de dados.

Aos pacientes internados nestes setores, por aceitarem participar da pesquisa, pois são estes os maiores motivadores da concretização deste estudo.

À banca examinadora do exame de qualificação, pelos ensinamentos e contribuição para a conclusão deste estudo.

Aos amigos e demais familiares pela compreensão e apoio durante esta jornada.

RESUMO

Fundamento: Pacientes na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) são frequentemente submetidos ao repouso prolongado no leito, o que promove vários efeitos deletérios, dentre eles a disfunção autonômica cardíaca. A fisioterapia na fase I da reabilitação cardiovascular, por meio da mobilização precoce, pode ser iniciada 12 horas após angioplastia, no entanto, é comum o repouso prolongado no leito em razão do receio de instabilização do paciente. **Objetivos:** Avaliar o impacto da mobilização precoce na modulação autonômica cardíaca de indivíduos submetidos à angioplastia internados em UTI e verificar o comportamento da modulação autonômica da frequência cardíaca durante os exercícios nestes indivíduos. Caracterizar a modulação autonômica cardíaca de indivíduos infartados ou não, após procedimento de angioplastia. **Métodos:** Indivíduos pós-angioplastia eletiva ou por IAM, foram divididos em dois grupos: Controle (GC, N=16) e Mobilização Precoce (GMP=16). O GMP foi submetido ao protocolo de mobilização precoce após angioplastia durante o período de internação hospitalar. Ambos os grupos foram avaliados no momento de admissão e alta quanto a modulação autonômica cardíaca (Variabilidade da frequência cardíaca - VFC), sendo que no GMP, a VFC também foi verificada nos momentos antes, durante e após exercício, do último atendimento antes da alta hospitalar. O protocolo fisioterapêutico de mobilização precoce, foi iniciado 12-18 horas após procedimento de angioplastia. Para avaliação das mudanças nas variáveis contínuas em relação à linha de base utilizou-se o teste t de Student pareado no caso de variáveis de distribuição normal ou teste de Wilcoxon pareado se a distribuição era não normal. Para comparação entre os grupos, o teste t Student para variáveis contínuas com distribuição normal e o teste U de Mann-Whitney para aquelas com distribuição não normal. Para a análise dos momentos (antes x durante x após o exercício), foram aplicadas as medidas repetidas de análise de variância unidirecional (ANOVA1) O nível de significância estabelecido foi de 5%. **Resultados:** Os pacientes apresentaram idade média de $(61,29 \pm 8,34)$ no GC e $(63,50 \pm 9,64)$ no GI, sem diferença estatística de idade ($p=0,43$). Quando comparados os dois grupos observaram-se que os valores dos índices lineares e não-lineares não apresentaram diferença estatisticamente significativas na admissão, porém no momento de alta, o GMP apresentou aumento estatisticamente significativo dos índices SDNN ($p=0,042$), Triangular Index ($p=0,014$), VLF ($p=0,004$) e SD2 ($p=0,034$). Na avaliação do GMP durante o último atendimento nos momentos: antes, durante e após exercícios, os índices VLF, Lmean, REC (%), DET, ShanEn, ApEn,

SampEn apresentaram alterações significativas comparando os momentos repouso e exercício. Pacientes pós-angioplastia apresentaram baixa VFC comparado a indivíduos saudáveis. **Conclusão:** A mobilização precoce influencia na modulação autonômica de indivíduos durante o período de internação após procedimento de angioplastia. Indivíduos pós angioplastia apresentam pior modulação da frequência cardíaca comparado a indivíduos saudáveis. **Descritores:** Angioplastia; Unidade de Terapia Intensiva; Mobilização Precoce e Sistema Nervoso Autônomo.

ABSTRACT

BACKGROUND: Patients in the Intensive Care Unit (ICU) are frequently submitted to prolonged rest in the bed, which promotes several deleterious effects, including cardiac autonomic dysfunction. Physical therapy in phase I of cardiovascular rehabilitation, through early mobilization, can be started 12 hours after angioplasty, however, prolonged bed rest is common because of the fear of patient instability. **Objectives:** To evaluate the impact of early mobilization on the autonomic cardiac modulation of individuals submitted to angioplasty admitted to the ICU and to verify the behavior of the autonomic heart rate modulation during the exercises in these individuals. To characterize the cardiac autonomic modulation of infarcted or not, after an angioplasty procedure. **Methods:** Elective post-angioplasty individuals or AMI were divided into two groups: Control (GC, N = 16) and Early Mobilization (GMP = 16). The GMP was submitted to the protocol of early mobilization after angioplasty during the hospitalization period. Both groups were evaluated at the time of admission and high for cardiac autonomic modulation (Heart Rate Variability - HRV), and in the GMP, HRV was also verified at moments before, during and after exercise of the last attendance before discharge. The physiotherapeutic protocol for early mobilization was initiated 12-18 hours after an angioplasty procedure. For the evaluation of changes in continuous variables in relation to the baseline, the paired Student's t-test was used in the case of normal distribution variables or the Wilcoxon paired test if the distribution was non-normal. For comparison between groups, the Student t test for continuous variables with normal distribution and the Mann-Whitney U test for those with non-normal distribution. For the analysis of the moments (before x during x after exercise), repeated measurements of unidirectional analysis of variance (ANOVA1) were applied. The established level of significance was 5%. **Results:** Patients had a mean age of (61.29 ± 8.34) in the CG and (63.50 ± 9.64) in the GI, with no statistical difference in age ($p = 0.43$). When comparing the two groups, it was observed that the values of the linear and non-linear indices did not present a statistically significant difference in the admission, but at the high moment, the GMP presented a statistically significant increase of SDNN indices ($p = 0.042$), Triangular Index ($p = 0.014$), VLF ($p = 0.004$) and SD2 ($p = 0.034$). The VLF, Lmean, REC (%), DET, ShanEn, ApEn, and SampEn indices showed significant changes in the evaluation of the GMP during the last moments: before, during and after exercises, comparing the rest and exercise moments. Post-angioplasty patients had low HRV compared to healthy subjects. **Conclusion:** Early

mobilization influences the autonomic modulation of individuals during the period of hospitalization after an angioplasty procedure. Post-angioplasty individuals have worse heart rate modulation compared to healthy subjects. Keywords: Angioplasty; Intensive care unit; Early Mobilization and Autonomic Nervous System.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma de recrutamento e seleção dos participantes do estudo.....	24
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização da amostra.....	25
Tabela 2 - Variabilidade da frequência cardíaca do Grupo Controle: Admissão x Alta.....	31
Tabela 3 - Variabilidade da frequência cardíaca do Grupo Mobilização Precoce: Admissão x Alta.....	32
Tabela 4 - Variabilidade da frequência cardíaca: Comparação Controle x Mobilização.....	33
Tabela 5- Variabilidade da frequência cardíaca (VRA)- Comparação Controle e Mobilização Precoce	34
Tabela 6. Variabilidade da frequência cardíaca Grupo mobilização: comparação antes, durante e após exercício.....	35

SUMÁRIO

1-REVISÃO DE LITERATURA.....	13
1.1 Doença Arterial Coronariana e Angioplastia.....	13
1.2 Variabilidade da Frequência Cardíaca.....	14
1.2.1 Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca.....	15
1.3- Mobilização Precoce.....	19
2- ARTIGO.....	21
Introdução.....	21
Materiais e Métodos.....	22
Resultados.....	29
Discussão.....	35
Conclusão.....	41
Referências.....	41
3- CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
4- REFERÊNCIAS DA REVISÃO DA LITERATURA.....	45

1.REVISÃO DA LITERATURA

1.1 Doença Arterial Coronariana e Angioplastia:

A doença arterial coronariana (DAC) é a causa mais comum de morbidade e mortalidade prematura globalmente (NICHOLS et al., 2014). No Brasil, foram aproximadamente 400.000 óbitos, no ano de 2017, segundo dados do DATASUS, causados por doenças cardiovasculares que comparados às causas de neoplasias representaram quase o dobro de impacto em relação à mortalidade geral (DATASUS, 2017). Além disso, as doenças cardiovasculares representaram ainda uma das maiores causas de hospitalizações no Sistema Único de Saúde em 2017. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o infarto agudo do miocárdio, mata 15 milhões de pessoas no mundo por ano (DATASUS, 2017).

O infarto agudo do miocárdio (IAM), a complicação mais grave da doença arterial coronariana (LUBOYATNIKOVA et al., 2018) é o resultado final da isquemia prolongada e não aliviada causada pela interrupção total do fluxo sanguíneo ao miocárdio, no qual, como causa final, encontra-se a compilação da placa de ateroma decorrente de um trombo, causando o estreitamento da luz da artéria coronária (STRALOW; BALL; LOONEY, 1989). O diagnóstico de IAM tem base na presença de, pelo menos, dois dos seguintes critérios: história clínica de desconforto torácico tipo isquêmico; alterações no eletrocardiograma (ECG) obtidas de forma seriada; e elevação e redução de marcadores bioquímicos de lesão miocárdica (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2017).

Segundo a V Diretriz da Sociedade Brasileira de Cardiologia, o tratamento na fase aguda do IAM com supradesnível do segmento ST (geralmente nas primeiras 12 horas) é baseado em reperfusão imediata, podendo ser química/farmacológica com uso de fibrinolíticos ou mecânica por meio de angioplastia transluminal coronária primária e, em alguns casos, com cirurgia de revascularização do miocárdio (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2017). A angioplastia coronária transluminal percutânea (ACTP) é uma intervenção eficaz e minimamente invasiva para revascularização coronária (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2017; SHERMAN; RYAN, 1995).

A doença arterial coronariana, que inclui o IAM como complicação, pode alterar o balanço simpato-vagal do Sistema Nervoso Autônomo (SNA) e aumentar os riscos de arritmias fatais e morte súbita. A disfunção autonômica cardíaca está associada com o risco de restenose e mortalidade cardiovascular em doentes após angioplastia coronária transluminal percutânea. O exercício físico pode reverter essa condição, considerando que ocorre ajuste hemodinâmico ao exercício dinâmico resistido, especialmente em portadores de DAC (OSTERHUES; KOOCHS; HOMBACH, 1998). Entretanto, buscase o conhecimento a respeito das respostas agudas aos exercícios realizados de forma precoce na modulação autonômica e da função cardiovascular no período após angioplastia. Estudo demonstrou que a variabilidade da frequência cardíaca (VFC), é reduzida em pacientes após ACTP. O valor preditivo da VFC, quando medido em pacientes com DAC sem infarto agudo do miocárdio, é menos claro ainda (MUNK; BUTT; LARSEN, 2010). Neves *et al.* ao comparar a VFC de pacientes com doença arterial coronariana, com e sem IAM por meio de análise linear (análise espectral) e não linear, não encontraram diferença significativa entre os grupos quanto à modulação autonômica cardíaca (NEVES *et al.*, 2012). A análise da VFC é um método importante e amplamente utilizado para avaliar a regulação autonômica cardíaca (TSAI, 2006).

1.2 Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)

A VFC descreve as oscilações dos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos R-R), sendo que uma medida não-invasiva, pode ser utilizada para identificar fenômenos relacionados ao SNA (STUBSJOEN *et al.*, 2010). É uma importante ferramenta de avaliação do SNA, o qual tem fundamental papel na manutenção da homeostase. Sua utilização é diversificada e se firma, conforme o exposto, como preditor das funções internas do organismo, tanto em condições normais quanto patológicas. A ampla possibilidade de uso, o custo-benefício com a aplicação da técnica e a facilidade para aquisição de dados, fazem da VFC uma opção interessante para interpretações do funcionamento do SNA e uma ferramenta clínica promissora para avaliar e identificar comprometimentos na saúde (VANDERLEI *et al.*, 2009). É considerada ferramenta precisa, de baixo custo, não invasiva e reprodutível (MONTANO, 2002), através da qual é possível indicar a habilidade do coração em responder aos estímulos fisiológicos e ambientais.

A VFC vem sendo estudada há vários anos, sendo cada vez maior o interesse pela compreensão de seus mecanismos e de sua utilidade clínica em doenças (CHEN *et al.*,

2013). Os índices da VFC têm sido utilizados para compreensão de diversas condições, como o infarto do miocárdio (LAROSA et al., 2008). Após o infarto agudo do miocárdio, a depressão da VFC prediz mortalidade cardíaca e arritmias malignas (TERZIYSKI et al., 2016; YANG et al., 2017).

A redução da VFC tem sido apontada como um forte indicador de risco relacionado a eventos adversos em indivíduos normais e em pacientes com um grande número de doenças, refletindo o papel vital que o SNA desempenha na manutenção da saúde (PUMPRLA et al., 2002).

A alta variabilidade da frequência cardíaca é um sinal de boa adaptação, o que implica que os mecanismos de controle autonômico de um indivíduo estão funcionando bem. Pelo contrário, a menor variabilidade é muitas vezes um indicador da capacidade de adaptação anormal e insuficiente do sistema nervoso autônomo, o que implica a presença de um mau funcionamento fisiológico (HUIKURI; MAKIKALLIO, 2001).

A baixa VFC tem mostrado ser um preditor independente do aumento da mortalidade em pacientes pós-infarto do miocárdio e com Insuficiência Cardíaca Congestiva (ICC), em contraste com os dados da população geral (SESSA et al., 2018).

Dentre as medidas não farmacológicas no tratamento das doenças cardiovasculares, a atividade física regular como fator de incremento do tônus vagal demonstrou impacto importante sobre os índices de VFC e associação com a intensidade do treinamento (IELLAMO et al., 2013).

1.2.1 Análise da VFC

Os recursos técnicos para estudo da VFC incluem as análises linear e não linear. Na forma linear, as séries temporais da frequência cardíaca podem ser analisadas no domínio do tempo, por meio de índices estatísticos e geométricos, e no domínio da frequência, pela análise da densidade espectral de potência. Já os métodos não lineares, tais como Flutuações Depuradas de Tendências (DFA), Taxa de Recorrência, Medidas de Entropias, Análise Simbólica e Plot de Poincaré, têm-se mostrado mais adequados para extrair informações relevantes relacionadas à complexidade dos sistemas regulatórios (VANDERLEI et al., 2009; MARÃES, 2010).

A análise linear no domínio do tempo mede intervalos R – R (iR-R) normais e várias medições são calculadas a partir desses intervalos, incluindo: desvio padrão da média dos iR-R normais (SDNN), representando a variabilidade global correspondendo a efeitos simpáticos e parassimpáticos; a porcentagem de iR-R adjacentes que diferem pela

duração maior que 50 milissegundos (pNN50), e a raiz quadrática das diferenças médias do quadrado entre os iR-R habituais adjacentes (RMSSD). As variáveis RMSSD e pNN50 estão relacionados apenas ao comportamento parassimpático, enquanto o SDNN reflete todos componentes responsáveis pela variabilidade (TASK FORCE, 1996).

As medidas no domínio da frequência, calculadas utilizando a Transformada Rápida de Fourier, incluem os componentes espectrais de muito baixa frequência (MBF) ($< 0,04\text{Hz}$), que ainda não está bem elucidada pela literatura, porém acredita-se que pode estar relacionada ao sistema renina-angiotensina-aldosterona, termorregulação e tônus vasomotor periférico (TASK FORCE, 1996); a banda de baixa frequência (BF) (0,04-0,15 Hz), que é decorrente da ação conjunta do componente vagal e simpático sobre o coração (50 e 25%, respectivamente) (BILLMAN, 2013) e o componente de alta frequência (AF) (0,15 a 0,40 Hz), que é um indicador da modulação do nervo vago sobre o coração e se relacionam com as vias respiratórias parassimpáticas (GODOY, 2016), e a razão entre estes componentes (BF/AF), que podem ser vistos como equilíbrio simpatovagal, porém essa visão ainda é controversa (TASK FORCE, 1996; BILLMAN, 2013).

Outra possibilidade de analisar os iR-R é a partir de métodos geométricos, como o índice triangular RR, a interpolação triangular do iR-R (TINN), e o gráfico de Poincaré, através de análise quantitativa (SD1, SD2 e a razão entre eles – SD1/SD2) e qualitativa (análise da figura criada). Os iR-R são apresentados em padrões geométricos. O índice triangular (RRtri index) é calculado a partir da construção de um histograma de densidade dos iR-R normais. A união dos pontos das colunas do histograma forma uma figura semelhante a um triângulo e a largura da base deste triângulo expressa a variabilidade dos iR-R. O índice triangular pode ser calculado dividindo-se a área e a altura do triângulo (VANDERLEI et al., 2009). O índice TINN consiste na largura da linha de base da distribuição medida como uma base do triângulo, aproximando-se da distribuição do intervalo NN (o mínimo da VFC), sendo a diferença nos quadrados mínimos utilizados para determinar o triângulo (MARÃES, 2010). O RRtri index e o TINN expressam a variabilidade global dos iR-R (TASK FORCE, 1996).

Para análise não-linear da VFC, incluem os componentes do plot de Poincaré SD1, SD2 e a razão entre eles (SD1/SD2), Entropia aproximada (ApEn) e a Entropia da Amostra (SampEn), a Entropia de Shannon (ShanEn), a Análise de Flutuação Retificada (DFA – alpha 1), os componentes dos métodos baseados em Recorrência (comprimento médio e máximo das linhas diagonais – Lmean e Lmax, respectivamente, e taxa de

recorrência REC (TASK FORCE, 1996). Tais componentes estão relacionados a análise de comportamento caótico caracterizado por apresentarem um comportamento imprevisível a longo prazo, sendo caracterizados principalmente pela dependência sensível das soluções com relação às condições iniciais e pela presença de atratores estranhos (FERREIRA; MESSIAS; VANDERLEI, 2010).

O *Plot de Poincaré*, também denominado de mapa de retorno, é um método geométrico indicado para avaliar a dinâmica dos batimentos cardíacos, que representa uma série temporal dentro de um plano cartesiano. Trata-se de um mapa de pontos, onde cada ponto é representado no eixo horizontal X (abscissa), pelo intervalo RR normal precedente e, no eixo vertical Y (ordenada), pelo intervalo RR seguinte, definindo um ponto no plot. O desvio padrão dos pontos perpendiculares e ao longo da linha de identidade originam os índices SD1 e SD2, respectivamente. Os índices SD1, que mede o desvio-padrão das distâncias dos pontos à diagonal $y = x$ e está relacionado com variabilidade em curto prazo, é influenciado pela arritmia sinusal respiratória e representa a atividade parassimpática, e o SD2, que mede o desvio-padrão das distâncias dos pontos à $y = -x + RRm$, onde RRm é a média dos intervalos RR, com variabilidade a longo prazo e reflete a variabilidade global. A relação de ambos (SD1/SD2) mostra a razão entre as variações curta e longa dos intervalos RR (BRENNAN; PALANISWAMI; KAMEN, 2001).

A ApEn (Entropia Aproximada) representa um índice simples para medir a complexidade geral ou irregularidade e previsibilidade de séries temporais. Descreve a previsibilidade ou aleatoriedade dos sistemas físicos que mudam com o tempo: quanto mais alto o valor da entropia, mais complexo (caótico) é o processo, e quanto mais regular e previsível for a série, menor o valor. Grandes valores de ApEn indicam maior irregularidade (VOSS et al., 2007). É correlacionada com índices que descrevem modulação vagal, tais como RMSSD (ms), pNN50 (%) e banda AF (ms² e u.n.) do espectro de potência. ApEn detecta as mudanças ocorridas em uma série temporal experimental, com valor maior correspondendo à maior complexidade ou irregularidade nos dados. Pode ser compreendida como uma medida aperfeiçoada da ApEn. A entropia da amostra (SampEn), surgiu como uma nova família de medidas estatísticas que calcula a complexidade e regularidade de séries temporais experimentais (ACHARYA et al., 2006). A SampEn é muito similar a ApEn, mas há uma diferença computacional entre ambas. A importância deste índice na análise de séries temporais da VFC reside no fato de que ela é uma medida da desordem existente na série, apresentando valores maiores

para os sinais cardíacos de sujeitos saudáveis e valores menores para sinais cardíacos de indivíduos com alguma deficiência cardíaca (GODOY, 2016).

A técnica de DFA quantifica a presença ou ausência de propriedades de correlação fractal em séries temporais não estacionárias. São estudados os índices α_1 , de curto tempo, o qual se correlaciona bem com os índices LF/HF e SD1/SD2, e o índice α_2 , de longo tempo, correlacionado com as bandas espectrais LF e VLF. De acordo com a literatura, baixos coeficientes α_1 e altos coeficientes α_2 indicam anormalidades no sistema dinâmico que descreve a VFC (GODOY, 2016). As correlações de longo prazo correspondem à modulação simpática, enquanto as correlações de curto prazo devem corresponder à modulação simpática e vagal (BECKERS; VERHEYDEN; AUBERT, 2006).

O gráfico de recorrência, também chamado de Plot de Recorrência (PR) tem sido apontado como uma ferramenta dinâmica, utilizada para identificar a não estacionaridade ou as mudanças de estado de uma série temporal. O PR é analisado de forma qualitativa e quantitativa. O gráfico permite uma análise qualitativa, uma vez que na análise de séries temporais experimentais da frequência cardíaca de indivíduos saudáveis, o PR tem uma linha diagonal e menos quadrados aparentes, indicando VFC mais alta, já em séries de indivíduos que apresentam algum comprometimento de modulação autonômica, o PR mostra mais quadrados definidos no gráfico, indicando a inerente periodicidade e uma baixa VFC (ACHARYA et al., 2006). O PR também permite análise quantitativa dos seguintes itens: Taxa de recorrência que quantifica o percentual de pontos recorrentes dentro de um raio específico; Percentual de determinismo que representa as diagonais formadas por pontos recorrentes; Comprimento médio das linhas diagonais (L_{mean}) e Comprimento máximo das linhas diagonais (L_{max}) representando a diagonal maior, exceto a principal; Laminaridade (são os pontos recorrentes que formam linhas verticais); *Trapping Time* (comprimento médio das linhas verticais); Entropia representa a Entropia de Shannon, a qual mede a distribuição do comprimento da linha diagonal (ACHARYA et al., 2006).

Eckmann *et al* foram os primeiros a relatarem recorrência em um espaço de fase que foi denominado de PR (ECKMANN et al., 1987). Para a construção de PRs, é necessário uma série temporal gerada por um experimento ou simulação numérica em um computador. Sua construção é muito simples, baseando-se em um quadrado no qual tanto o eixo "x" quanto o eixo "y" contêm os elementos da série temporal, organizados sequencialmente do primeiro ao último. A partir disso, de acordo com os intervalos de

valores presentes entre medições (dimensão) e distâncias ou intervalos de tempo (raio), pode-se verificar se existem ou não valores de recorrência. O uso de diferentes cores representa diferentes raios complementando a aparência visual característica do gráfico (TAKAKURA et al., 2017).

1.3 Mobilização Precoce

Os programas de reabilitação cardíaca fase I apresentam enfoque bastante abrangente e à medida que o tempo de permanência nas unidades de terapia intensiva diminui, a reabilitação na fase II e III oferece mais tempo para avaliar totalmente as condições e necessidades dos pacientes. Além disso, a reabilitação ajuda a gerenciar fatores de risco, incluindo hiperlipidemia, diabetes, tabagismo e comportamentos sedentários. O treinamento físico também ajuda a melhorar a capacidade de exercício (GHANNEM; GHANNEM; GHANNEM, 2015). Por causa de todos esses efeitos, a reabilitação cardíaca é uma recomendação classe Ia da American Heart Association e do American College of Cardiology após infarto do miocárdio ou revascularização coronariana (ADES et al., 2017).

Segundo a Diretriz Sul-Americana de Prevenção e Reabilitação Cardiovascular, numerosas investigações têm demonstrado a importância da atividade física precoce e progressiva dentro de um programa de reabilitação cardiovascular (RCV), depois de um IAM ou procedimento de revascularização miocárdica (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2014).

A prescrição do exercício sempre deve ser considerada individualmente de acordo com cada etapa e levando em conta as limitações individuais ou comorbidades (ortopédicas, neurológicas, respiratórias, nefrológicas, entre outras). A mobilização é uma ferramenta útil, porém, antes de iniciar um protocolo de mobilização, deve-se avaliar o paciente, lançando mão de testes funcionais (CORDEIRO; MELO, 2017).

Durante a Fase 1, ou seja, nos hospitais, tem-se a oportunidade de ver o paciente em um momento muito receptivo. Os exercícios que se realizam são sempre em baixa intensidade com o objetivo da movimentação precoce podendo ser iniciados imediatamente depois da estabilização da doença. Nos casos de síndromes coronarianas agudas, recomenda-se iniciar os exercícios depois das primeiras 24 a 48 horas, com ausência de sintomas segundo a Diretriz Sul-Americana de Prevenção e Reabilitação Cardiovascular (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2014).

Embora seja difícil generalizar a recomendação, a aplicação dos exercícios segue uma sequência progressiva, em termos de mobilidade, iniciando-se com exercícios no leito e finalizando com atividades funcionalmente mais complexas, como andar certa distância no corredor e subir degraus de uma escada. Essa progressão se dá mediante estabilidade clínica e adequado estado funcional do paciente (CORDEIRO; MELO, 2017). Exercícios aeróbicos podem melhorar a regulação autonômica cardíaca durante atividades em populações específicas (HALLMAN, 2016).

Estudo (CORDEIRO; MELO, 2017) conclui que a realização de exercícios físicos dentro de UTIs cardiológicas altera variáveis fisiológicas (hemodinâmicas e respiratórias) independentemente da lesão cardíaca de base. Apesar do impacto hemodinâmico observado, a mobilização precoce é segura e não está associada a eventos adversos em cardiopatas. Para prescrição de exercícios, é necessário o conhecimento da capacidade funcional do paciente, que está relacionada com a resposta fisiológica.

2 ARTIGO - IMPACTO DA MOBILIZAÇÃO PRECOCE NA MODULAÇÃO AUTONÔMICA DE INDIVÍDUOS SUBMETIDOS À ANGIOPLASTIA.

Introdução

O imobilismo está presente em UTIs cardiológicas, devido a utilização de altas doses de medicamentos vasoativos, prescrição de repouso absoluto e prolongado e falta de experiência dos profissionais no acompanhamento desse público específico (CORDEIRO; MELO, 2017). O repouso prolongado no leito pós-IAM, principalmente na Unidade Coronariana (UCO) é comum (CONVERTINO, 2003).

Os efeitos adversos relacionados ao repouso prolongado são vários: aumento da frequência cardíaca de repouso, alterações do volume sistólico; alterações do débito cardíaco; hipotensão ortostática; edema; aumento do risco de trombose venosa profunda; diminuição dos volumes pulmonares e da capacidade vital; diminuição do tônus muscular; além da diminuição da capacidade funcional (KAWAGUCHI; PIRES NETO, 2015). A imobilidade também proporciona prejuízos na função muscular, os quais variam de uma diminuição diária da força muscular de 1,3 a 3% e de 10% no período de uma semana de inatividade (HODGIN et al., 2009) e disfunção autonômica (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2017).

Pouco tem sido descrito acerca das alterações fisiológicas relacionadas à mobilização precoce de paciente submetidos à cateterismo cardíaco e à angioplastia transluminal coronária (ATC) (SHVED et al., 2017). Sabe-se que pacientes com doença arterial coronariana (DAC) apresentam um estado de desequilíbrio autonômico com predomínio simpático e que a disfunção autonômica tem sido associada a um risco aumentado de morbidade e mortalidade cardiovascular (ABDELNABY, 2018).

Devido à redução da mortalidade hospitalar (advento da terapia trombolítica, angioplastia primária, considerada o padrão ouro no tratamento da DAC, etc.) e da duração do período de internação após evento cardiovascular, vários são os benefícios da reabilitação cardiovascular ao paciente com coronariopatia, como a melhora do limiar de angina, redução da frequência cardíaca, da pressão arterial sistólica e da concentração plasmática de catecolaminas, assim como melhora da capacidade funcional (ABDELNABY, 2018; CORDEIRO; MELO, 2017).

A fisioterapia na fase I da reabilitação cardiovascular pode ser iniciada de 12 a 24 horas após o infarto agudo do miocárdio, no entanto, é comum o repouso prolongado no leito em razão do receio de instabilização do paciente (HISS et al., 2012).

A disfunção autonômica cardíaca está associada com o risco de restenose e mortalidade cardiovascular em doentes após angioplastia coronária transluminal percutânea (ACTP) (LAROSA et al., 2008). Entretanto, pouco se sabe a respeito das respostas agudas aos exercícios realizados de forma precoce na modulação autonômica e da função cardiovascular no período após angioplastia (SHVED et al., 2017; OSTERHUES; KOOCHS; HOMBACH, 1998).

O sistema nervoso autônomo desempenha um papel importante na otimização da função do sistema cardiovascular (CV), o que, por sua vez, tem implicações importantes para a saúde cardiovascular. A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é um reflexo mensurável do balanço entre o tônus simpático e o parassimpático e tem sido usada como marcador para o estado cardíaco e preditivo de desfechos cardiovasculares (SING et al., 2018; TSAI, 2006). Além de estratificar risco, a análise VCF pode ser utilizada com instrumento para avaliação inicial e seleção de pacientes que venham a se engajar em programas de reabilitação cardíaca. Isso é possível porque pode nos fornecer informações sobre a modulação autonômica do nó sinusal, utilizando-se uma técnica simples e não-invasiva (FENG et al., 2015).

Sabe-se o quanto que a internação na UTI pode impactar e causar alterações fisiológicas e considerando que a disfunção autonômica cardíaca é um dos fatores de risco para DAC (FENG et al., 2015) e VFC é o fenômeno fisiológico da variação do intervalo de tempo entre os batimentos cardíacos e é um dos métodos diagnósticos não invasivos mais promissores para avaliar a disfunção autonômica (SING et al., 2018). É de fundamental importância para o meio científico, pesquisas que avaliem os efeitos da aplicação de protocolo de mobilização precoce pós angioplastia, a fim de avaliar a modulação autonômica cardíaca (análise linear e não-linear) nesses indivíduos.

Diante do exposto, este estudo teve como objetivos: Avaliar o impacto da mobilização precoce na modulação autonômica cardíaca de indivíduos submetidos à angioplastia internados em UTI e verificar o comportamento da modulação autonômica da frequência cardíaca durante os exercícios nestes indivíduos. Caracterizar a modulação autonômica cardíaca de indivíduos infartados ou não, após procedimento de angioplastia.

Materiais e Métodos

Desenho do estudo e considerações éticas

Trata-se de um ensaio clínico, quase experimental, prospectivo controlado, realizado na UTI Coronariana e Pronto Socorro Adulto (PSA) de um Hospital Escola do Município de Uberaba (MG), aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (parecer 2.319.890) e Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (RBR-9w378x).

Todos os voluntários e/ou responsáveis pelos participantes do estudo foram informados sobre os procedimentos experimentais e o caráter não invasivo da avaliação, e após concordarem com os procedimentos, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, de acordo com a Resolução 466/2012 e suas Complementares do Conselho Nacional de Saúde.

Recrutamento/Amostra/Procedimentos

Durante quatro meses foi realizado recrutamento de indivíduos que realizaram procedimento de angioplastia no setor de hemodinâmica do Hospital Escola. Foi realizado o cálculo amostral, considerando prevalência de indivíduos internados em unidade coronariana com necessidade de procedimento de angioplastia. Para o cálculo foi utilizada a seguinte fórmula: $n = Z^2 \times p (p-100) / e^2$; onde Z (valor crítico constante que corresponde ao intervalo de confiança de 95%), p (prevalência da condição/variável principal) e e (erro amostral que pode variar até 10% do valor real da população selecionada para a amostra), sugerindo-se amostra de 15 indivíduos em cada grupo. Neste período 127 indivíduos realizaram o procedimento, porém 87 indivíduos foram excluídos considerando critérios de exclusão conforme mostra Figura 1.

De 40 indivíduos incluídos no estudo, 32 totalizaram a amostra. O fluxograma de seleção dos participantes está descrito na Figura 1 e as características dos participantes estão demonstradas na Tabela 1.

Os 32 indivíduos estavam internados na Unidade de Terapia Intensiva Coronariana e Pronto Socorro Adulto, independentemente do sexo; com idade mínima de 18 anos e diagnóstico médico de IAM não complicado (Killip I e II) e/ou indicação de ATC eletiva.

Não participaram do estudo indivíduos com história de IAM prévio, IAM complicado (Killip III e IV), implante de marcapasso, bloqueio atrioventricular de 2º ou 3º grau, presença de seqüela de acidente vascular cerebral, amputação de membro inferior, estenose aórtica grave, cirurgia prévia de revascularização do miocárdio, insuficiência cardíaca, acamados previamente, parada cardiorrespiratória (PCR) na admissão e eventos neurológicos.

Os critérios de exclusão foram: instabilidade hemodinâmica em repouso, persistente, caracterizada por pressão arterial sistólica maior que 180 ou menor que 90 mmHg, pressão arterial diastólica maior que 100 ou menor que 50 mmHg, e/ou FC maior que 120 ou menor que 60 bpm, arritmias (fibrilação atrial, arritmias ventriculares malignas, extrassístoles ventriculares complexas, taquicardia supraventricular ou sinusal), piora do quadro clínico geral, estado febril, insuficiência respiratória (necessidade de ventilação mecânica) e óbito.

Após avaliação, obedecendo aos critérios de inclusão e exclusão, os participantes foram divididos em dois grupos: grupo controle (GC) e grupo mobilização precoce (GMP) sendo 16 indivíduos em cada grupo. Amostra foi pareada quanto a idade, sexo e diagnóstico médico. O GC foi formado por indivíduos que foram submetidos à angioplastia e após procedimento retornaram ao Pronto Socorro (por indisponibilidade de leito na UTI) e o GMP foi formado pelos indivíduos admitidos na Unidade de Terapia Intensiva Coronariana.

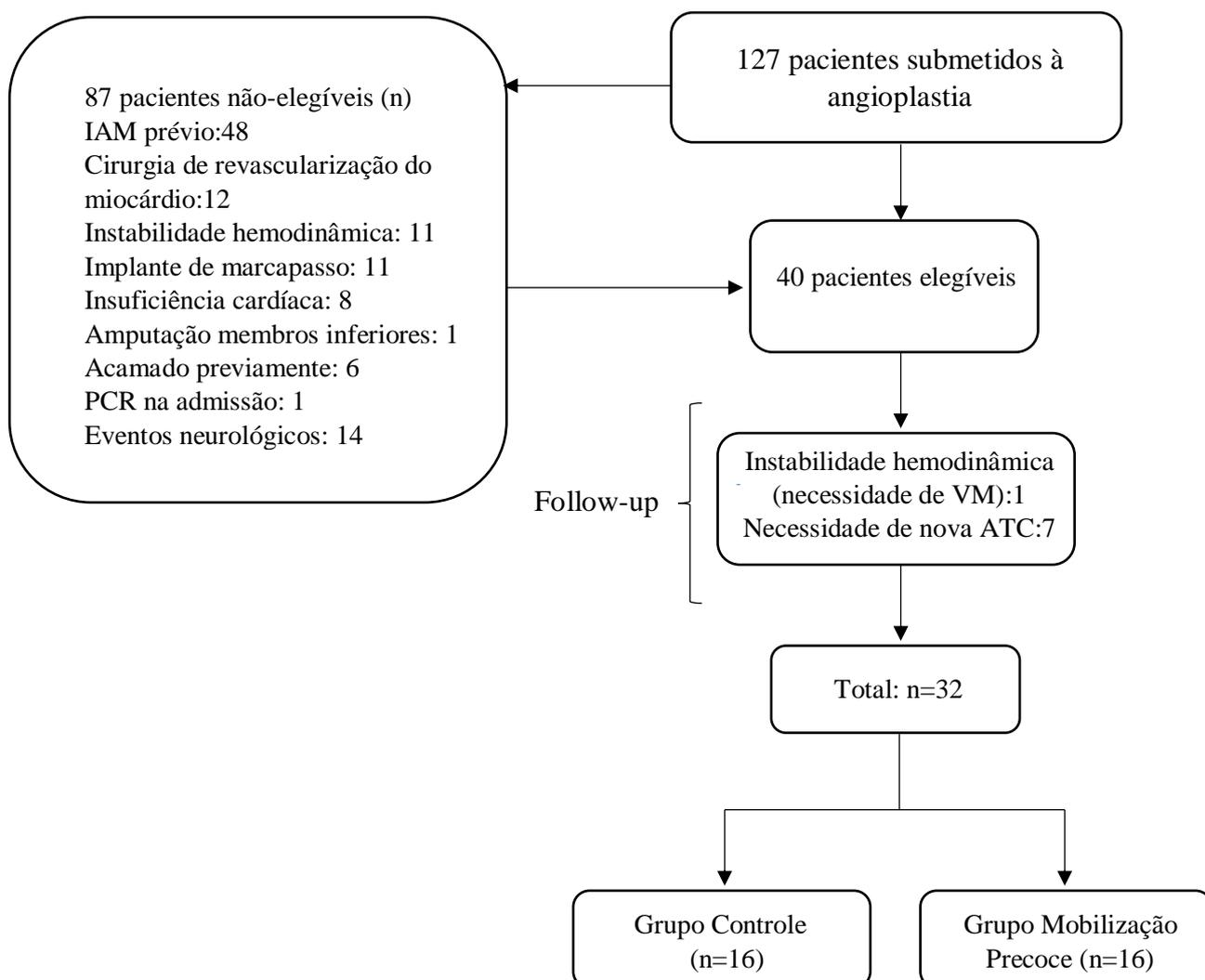


Figura 1. Fluxograma de recrutamento e seleção dos participantes do estudo. IAM: infarto agudo do miocárdico. PCR: Parada Cardiorrespiratória. ATC: Angioplastia Transluminal Coronária. VM: Ventilação Mecânica.

Tabela 1 - Caracterização da amostra

	Grupo Controle (N=16)	Grupo Mobilização Precoce (N=16)	Valor de p*
Perfil Sóciodemográfico			
Idade anos (média ± DP)	61,00 ±8,34	63,50 ±9,64	0,439
Sexo masculino (n,%)	08 (50%)	08 (50%)	
IMC (kg/m ² , média ± DP)	27 ±3	29 ±3	0,467
Diagnóstico			
Doença arterial coronariana (n,%)	08 (50%)	08 (50%)	
Infarto Agudo do miocárdio (n,%)	08 (50%)	08 (50%)	
PAS / FC (repouso)			
Frequência Cardíaca (bpm, média ± DP))	71,38 ±11,09	71,19 ±10,08	0,960
Pressão arterial sistólica (mmHg, média ± DP)	130,25 ±22,62	134,38±19,26	0,583
Pressão arterial diastólica (mmHg, média ± DP)	76,50 ±17,29	72,06 ±9,95	0,383
Pressão arterial média (mmHg, média ± DP)	94,06 ±21,22	92,69 ±13,05	0,827
Fatores de risco para DAC			
Tabagismo (n,%)	14 (87,5%)	10 (62,5%)	
Hipertensão arterial sistêmica (n,%)	13 (81,3%)	12 (75%)	
Diabetes mellitus (n,%)	6 (37,5%)	4 (25%)	
Obesidade/sobrepeso (n,%)	2 (12,5%)	5 (31,3%)	
Dislipidemia (n,%)	6 (37,5%)	10 (62,5%)	
Sedentarismo (n,%)	7 (43,8)	5 (31,5%)	
Angina estável (n,%)	4 (25%)	4 (25%)	
Angina instável (n,%)	7 (43,8%)	7 (43,8%)	
Síndrome metabólica (n,%)	3 (18,8%)	3 (18,8%)	
Doença arterial periférica (n,%)	6 (37,5%)	4 (43,8%)	
Etilismo (n, %)	10 (62,5%)	9 (53,6%)	
Outras comorbidades (n, %)	6 (37,5%)	7 (43,8%)	
Acesso Cateterismo			
Artéria radial direita (n,%)	14 (87,5%)	14 (87,5%)	
Artéria femoral direita (n, %)	2 (12,5%)	2 (12,5%)	
Obstrução de coronárias			
Coronária Direita (n,%)	12 (75%)	10 (62,5%)	
Descendente Anterior (n,%)	8 (50%)	8 (50%)	
Circunflexa (n,%)	2 (12,5%)	3 (18,8%)	
Tempo de internação (dias, média ± DP)	3,94 ±1,48	3,75 ±1,18	0,113
Quantidade de stents (média ± DP)	1,63 ±0,71	1,94 ±0,85	0,215

N= número de participante; DP= desvio padrão; IMC= índice de massa corpórea; kg/m²; quilograma por metro quadrado; PA= pressão arterial; FC= frequência cardíaca; bpm =batimento por minuto; mmHg= milímetro por mercúrio;

Os medicamentos em uso nos dois grupos incluíram: betabloqueadores, Hipolipemiantes, Ieca, Aspirina e Ticlopidina /clopidogrel. No GC, betabloqueadores (81,3%), Hipolipemiantes (62,5%), Ieca (50%), Aspirina (62,5%) e Ticlopidina / clopidogrel (18,8); enquanto que no GMP, betabloqueadores (87,5%), Hipolipemiantes (53,6%), Ieca (50%), Aspirina (62,5%) e Ticlopidina / clopidogrel (37,5%).

Procedimentos

Inicialmente, os indivíduos foram avaliados considerando exame clínico e físico. Posteriormente foi realizado o procedimento de avaliação da modulação autonômica da frequência cardíaca.

Modulação autonômica da frequência cardíaca

Para aquisição da variável variabilidade da frequência cardíaca (VFC) foi realizada a captação dos intervalos RR instantâneos através de um cardiófrequencímetro da marca *Polar*® modelo RS800CX (Polar Kempele, Finland), que consiste em uma cinta peitoral transmissora colocada no terço distal do esterno, a partir do qual os dados foram transmitidos para um sensor de pulso e armazenada em um *software* específico, *Polar Precision Performance* versão 4.01.029. Esta metodologia foi validada e demonstrou resultados precisos e confiáveis (QUINTANA; HEATHERS; KEMP, 2012).

A VFC, de forma contínua, foi avaliada durante 20 minutos no momento admissão da UTI (GMP) ou PSA (GC) e no momento alta. Inicialmente o sujeito permaneceu deitado em repouso, com o mínimo de movimentos e sem conversar, até que as variáveis fisiológicas se estabilizassem. Na sequência foram feitos os registros durante 20 (vinte) minutos em respiração espontânea. O mesmo procedimento foi realizado em ambos os grupos. Durante o último atendimento antes da alta, outra avaliação da VFC foi realizada apenas no GMP. Nesta avaliação, a VFC foi mensurada em três momentos: antes do exercício (durante 20 minutos em repouso na posição supina), durante o exercício (média de 15 minutos de intervenção) e após o exercício (durante 20 minutos em repouso na posição supina).

Para análise dos dados da VFC, os registros dos intervalos RR foram transmitidos para um computador utilizando-se o *software* *Polar Precision Performance* (versão 4.01.029) e convertidos em arquivos de texto, dos quais foram analisados somente as

séries com mais de 95% de batimentos sinusais, após seleção dos 1000 pontos mais estáveis (Software Kubios HRV, versão 2.0, University of Kuopio, Finland). Os dados foram filtrados de forma convencional e posteriormente foi utilizada uma ferramenta computacional gráfica da filtragem adaptativa denominada *T-RR Filter*. Esta ferramenta foi utilizada na filtragem de séries temporais de intervalos RR para eliminar artefatos (SANTOS et al., 2016).

A VFC foi analisada por métodos lineares e não lineares utilizando-se o Software de Análise HRV Kubios Premium (Biosignal Analysis and Medical Image Group, University of Eastern Finland, Kuopio, Finland) (NISKANEN et al., 2004) e o VRA (Visual Recurrence Analysis) disponível gratuitamente na Internet (<http://visual-recurrence-analysis.software.informer.com>) e desenvolvido por Eugene Kononov (APARICIO; POZO; SAURA, 2008).

Análise Linear e não-linear da VFC

Os índices lineares foram divididos em ferramentas do domínio do tempo e da frequência. No domínio do tempo foram utilizadas: a média do iR-R normal (mean RR), o desvio padrão da média dos iR-R normais (SDNN), a porcentagem de iR-R adjacentes que diferem pela duração maior que 50 milissegundos (ms) (pNN50), e a raiz quadrática das diferenças médias do quadrado entre os iR-R habituais adjacentes (RMSSD), em ms. Os dois últimos índices são representativos da modulação parassimpática.

Os métodos geométricos, como o índice triangular RR e a interpolação triangular do histograma do intervalo NN (TINN) foram analisados em unidades absolutas (ms). Para a análise no domínio da frequência foram aplicados o método de interpolação splines cúbicas com frequência de 4 Hz e calculada a densidade de potência espectral do trecho mais estável através da Transformada Rápida de Fourier (FFT) calculadas em milissegundos ao quadrado (ms^2) os componentes espectrais de muito baixa frequência (MBF) ($< 0,04\text{Hz}$), banda de baixa frequência (BF) (0,04-0,15 Hz), e o componente de alta frequência (AF) (0,15 a 0,40 Hz), além da razão entre estes componentes (BF/AF).

Das propriedades não lineares da VFC foram analisados os componentes do gráfico de Poincaré SD1, SD2, Entropia aproximada (ApEn) e a Entropia da Amostra (SampEn), análise de Flutuação Detrended (DFA – alpha 1), os componentes dos métodos baseados em Recorrência (comprimento médio e máximo das linhas diagonais – Lmean e Lmax, respectivamente, e taxa de recorrência REC), e por fim, a Entropia de Shannon (ShanEn).

Protocolo de mobilização precoce

O procedimento experimental teve início 12 a 18 horas após a admissão na Unidade de Terapia Intensiva Coronariana e Pronto Socorro Adulto. Os participantes foram monitorizados continuamente com traçado eletrocardiográfico (ECG), frequência cardíaca (FC, bpm), pressão arterial sistólica (PAS, mmHg) e diastólica (PAD, mmHg), e frequência respiratória (FR, irpm) com monitor *Dixtal DX 2010 (Dixtal Biomédica Ind. Com. LTDA, Manaus, Brasil)* e receberam oxigenioterapia suplementar, se necessário.

Os indivíduos do grupo controle (GC) não foram submetidos a tratamento fisioterapêutico no Pronto Socorro Adulto. Os indivíduos do grupo de mobilização (GMP) precoce foram submetidos a um protocolo padrão com exercícios específicos em decúbito dorsal, sentado e em postura ortostática.

O protocolo, adaptado da Grady Memorial Hospital e Emory University School of Medicine (SHVED et al., 2017) foi composto de etapas progressivas. Com o participante deitado realizou-se: A) exercícios diafragmáticos em 1 tempo associados com movimento diagonal de membro superior, ativo-assistido ou ativo-livre (10 vezes para cada membro); B) Repete o exercício acima em 2 tempos (10 vezes para cada membro); C) Repete o exercício acima de 1 tempo com os 2 membros simultaneamente (10 vezes); D) Ativos-assistidos ou ativos-livres MMII – tríplex-flexão (10 vezes)+abdução/adução quadril (10 vezes para cada membro); E) Flexo-extensão de tornozelo (10 vezes) para cada pé; F) Circundução de tornozelo (10 vezes) para cada pé. Participante sentado: Realizou os exercícios de A a F, de forma ativa. Participante em ortostatismo: Exercícios de A a F de forma ativa. Ativos para MMII (com apoio se necessário). G) Fica na ponta do pé (10 vezes) com os dois membros simultaneamente; H) Semi-agachamento (10 vezes); I) Marcha estacionária (durante 30 segundos); J) Deambulação no quarto (1 volta).

Os participantes do GMP realizaram o protocolo de exercícios supervisionados durante todo período de internação que consistia de duas sessões por dia (média 4 atendimentos durante internação na UTI). A VFC foi avaliada em ambos os grupos na admissão e alta da UTI, enquanto que no GMP também se avaliou em três momentos durante o último atendimento (antes, durante e após exercício).

Foram considerados como critérios para interrupção do protocolo de mobilização precoce os pacientes que apresentassem sinal e/ou sintoma de fadiga, dor torácica, dispneia, cianose, palidez, taquicardia (>120 batimentos por minutos), bradicardia,

arritmias complexas (aquelas que causam instabilidade elétrica e hemodinâmica) e hipotensão.

Análise Estatística

A análise estatística foi realizada utilizando-se o software SPSS-*Statistical Package for the Social Sciences* (versão 25.0) para Mac OSX (SPSS Inc., Chicago, Illinois, Estados Unidos).

Foi realizada a análise descritiva de variáveis contínuas e categóricas. A presença ou a ausência de distribuição normal das variáveis foi feita pelo teste de Shapiro-Wilk. Dados contínuos foram expressos como média \pm desvio padrão. Variáveis categóricas foram expressadas como valores absolutos e percentuais.

Para avaliação das mudanças nas variáveis contínuas em relação à linha de base utilizou-se o teste t de Student pareado no caso de variáveis de distribuição normal ou teste de Wilcoxon pareado se a distribuição era não normal. A comparação de médias entre os grupos foi realizada através do teste t Student para variáveis contínuas com distribuição normal e através do teste U de Mann-Whitney para aquelas com distribuição não normal. Um nível de significância bicaudal de 0,05 foi estabelecido para todas as análises.

Para a análise dos momentos (antes x durante x após o exercício), foram aplicadas as medidas repetidas de análise de variância unidirecional (ANOVA1), seguida pelo teste de Tukey.

Resultados

Os resultados relacionados a variabilidade da frequência cardíaca no grupo controle (GC) nos momentos admissão e alta estão dispostos na Tabela 2. Observou-se que em ambos os momentos, os indivíduos deste grupo não apresentaram diferença estatisticamente significativa na modulação autonômica cardíaca. Por outro lado, quando avaliados os índices lineares e não lineares da variabilidade da frequência cardíaca do grupo mobilização precoce (GMP) nos mesmos momentos, dados estes dispostos na Tabela 3, podemos identificar um aumento significativo dos valores dos índices lineares: Mean RR, SDNN, PNN50 e HF, no momento alta quando comparado à admissão.

Na avaliação entre os GC e GMP, os índices lineares e não-lineares não apresentaram diferença estatisticamente significativa no momento admissão,

demonstrando homogeneidade dos grupos no início do estudo, porém no momento alta os índices SDNN, Triangular Index, VLF e SD2 apresentaram aumento estatisticamente significativo, dados demonstrados na Tabela 4. A tabela 5 demonstra que na análise dos índices não lineares pelo *Software Visual Recurrence Analysis*, não houve diferença estatística nos dois momentos comparando os dois grupos.

Ao avaliar-se apenas os indivíduos do GMP durante atendimento fisioterapêutico de aplicação do protocolo de mobilização precoce, a Tabela 6 apresenta os valores dos índices da VFC correlacionados em três momentos: antes do exercício (repouso), durante exercício, após exercício (repouso). Foi observado valores com aumento estatisticamente significativo, no momento durante, ao se comparar os momentos antes e durante ao exercício, nos índices Lmean, REC (%), DET, ShanEn e diminuição estatisticamente significativo, no momento durante, ao se comparar os momentos antes e durante o protocolo nos índices Mean RR, ApEn e SampEn.

Já ao se comparar os momentos durante e após o exercício, notou-se aumento estatisticamente significativo, no momento após o exercício nos índices Mean RR, ApEn e SampEn e diminuição estatisticamente significativo após o exercício nos índices VLF, Lmean, REC (%), DET e ShanEn.

Tabela 2 - Variabilidade da frequência cardíaca do Grupo Controle: Admissão x Alta

Índices VFC	Admissão	Alta	Valor-p
	Média (DP)	Média (DP)	
Domínio do Tempo			
Mean RR	894,58 ±112,65	825,29 ±85,04	0,2812
SDNN	27,73 ±18,91	27,4 ±8,71	0,3296
RMSSD	21,98 ±11,10	15,69 ±9,09	0,6540
PNN50	4,19 ±7,65	3,83 ±6,85	0,5022
Triangular Index	9,34 ±4,99	7,23 ±2,09	0,4379
TINN	142,81 ±54,25	131,25 ±39,39	0,6375
Domínio da Frequência			
VLF power (ms ²)	927,23 ±1395,20	407,56 ±237,61	0,3449
LF power (ms ²)	300,06 ±367,49	177,81 ±154,94	0,2752
HF power (ms ²)	148,43 ±174,09	159,87 ±223,07	0,5047
LF / HF power (ms ²)	2,86 ±2,12	3,39 ±2,49	0,2802
Domínio do Caos			
SD1	15,55 ±7,85	11,1 ±6,42	0,6412
SD2	50,51 ±26,46	36,87 ±11,41	0,3105
Lmean	20,57 ±28,34	15,62 ±4,67	0,7890
Lmax	494,56 ±345,58	546,69 ±332,21	0,6593
REC (%)	40,43 ±13,74	40,96 ±6,93	0,1757
Determinismo (DET)	98,66 ± 1,17	98,97 ±0,88	0,1788
ShanEn	3,49 ±0,57	3,55 ±0,29	0,4323
ApEn	1,24 ±0,29	1,24 ±0,19	0,8740
SampEn	1,27 ±0,50	1,23 ±0,38	0,9567
Dfalfa 1	1,17 ±0,26	1,24 ±0,27	0,0767

Mean RR: média dos intervalos RR; RMSSD: raiz quadrática das diferenças médias do quadrado entre os intervalos RR habituais adjacentes; pNN50: porcentagem de intervalos RR adjacentes que diferem pela duração maior que 50 milissegundos; SDNN index: desvio padrão da média dos intervalos RR normais; RR tri index: índice triangular RR; TINN: interpolação triangular do histograma do intervalo NN; VLF: muito baixa frequência; LF: baixa frequência; HF: alta frequência; LF/HF: razão baixa frequência sobre alta frequência; SD1: variabilidade rápida de batimento a batimento; SD2: variabilidade longa de batimento a batimento; ApEn: Entropia Aproximada; SampleEn: Entropia Simples; DFalfa1: Análise de Flutuação Detrended; Lmean: comprimento médio das linhas diagonais; Lmax: comprimento máximo das linhas diagonais; REC: taxa de recorrência; DET: Determinismo; ShanEn: Entropia de Shannon. Dados expressados em média (desvio padrão). Test T pareado (amostras paramétricas) e Teste de Wilcoxon (amostra não paramétrica).

Tabela 3 - Variabilidade da frequência cardíaca do Grupo Mobilização Precoce: Admissão x Alta

Índices VFC	Admissão	Alta	Valor-p
	Média (DP)	Média (DP)	
Domínio do Tempo			
Mean RR	890,60 ±147,14	908,12 ±140,25	0,0206*
SDNN	23,55 ±12,05	37,29 ±16,25	0,0418*
RMSSD	19,68 ±11,03	20,48 ±13,47	0,0513
PNN50	2,30 ±5,26	5,12 ±6,53	0,0456*
Triangular Index	8,99 ±3,03	9,66 ±3,07	0,0599
TINN	120,62 ±63,03	130,0 ±70,75	0,3442
Domínio da Frequência			
VLF power (ms ²)	694,20 ±468,20	848,37 ±526,51	0,1268
LF power (ms ²)	233,93 ±165,23	380,50 ±513,86	0,1760
HF power (ms ²)	94,12 ±117,58	177,68 ±159,76	0,0405*
LF / HF power (ms ²)	2,80 ±1,61	3,94 ±3,65	0,4718
Domínio do Caos			
SD1	13,91 ±7,81	14,5 ±9,53	0,0514
SD2	44,92 ±16,32	50,41 ±21,66	0,0516
Lmean	15,50 ±6,98	16,03 ±4,01	0,5160
Lmax	650,68 ±335,18	687,38 ±319,69	0,5761
REC (%)	38,54 ±7,29	42,15 ±7,69	0,8936
Determinismo (DET)	98,67 ±1,33	99,10 ±0,90	0,3190
ShanEn	3,50 ±0,40	3,58 ±0,28	0,6928
ApEn	1,27 ±0,20	1,27 ±0,15	0,9418
SampEn	1,32 ±0,32	1,32 ±0,28	0,8005
Dfalfa 1	1,18 ±0,26	1,27 ±0,21	0,2828

Mean RR: média dos intervalos RR; RMSSD: raiz quadrática das diferenças médias do quadrado entre os intervalos RR habituais adjacentes; pNN50: porcentagem de intervalos RR adjacentes que diferem pela duração maior que 50 milissegundos; SDNN index: desvio padrão da média dos intervalos RR normais; RR tri index: índice triangular RR; TINN: interpolação triangular do histograma do intervalo NN; VLF: muito baixa frequência; LF: baixa frequência; HF: alta frequência; LF/HF: razão baixa frequência sobre alta frequência; SD1: variabilidade rápida de batimento a batimento; SD2: variabilidade longa de batimento a batimento; ApEn: Entropia Aproximada; SampleEn: Entropia Simples; DFalfa1: Análise de Flutuação Detrended; Lmean: comprimento médio das linhas diagonais; Lmax: comprimento máximo das linhas diagonais; REC: taxa de recorrência; DET: Determinismo; ShanEn: Entropia de Shannon. Dados expressados em média (desvio padrão) *: diferença estatisticamente significativa (p<0,05). Test T pareado (amostras paramétricas) e Teste de Wilcoxon (amostra não paramétrica).

Tabela 4 - Variabilidade da frequência cardíaca: Comparação Controle x Mobilização

Índices VFC	Controle		Mobilização		Controle x Mobilização	
	Admissão	Alta	Admissão	Alta	Admissão	Alta
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	Valor-p	Valor-p
Domínio do Tempo						
Mean RR	894,58 ±112,65	825,29 ±85,04	890,60 ±147,14	908,12 ±140,25	0,9321	0,0544
SDNN	27,73 ±18,91	27,4 ±8,71	23,55 ±12,05	37,29 ±16,25	0,4610	0,0428*
RMSSD	21,98 ±11,10	15,69 ±9,09	19,68 ±11,03	20,48 ±13,47	0,5601	0,2482
PNN50	4,19 ±7,65	3,83 ±6,85	2,30 ±5,26	5,12 ±6,53	0,7046	0,4864
Triangular Index	9,34 ±4,99	7,23 ±2,09	8,99 ±3,03	9,66 ±3,07	0,8126	0,0148*
TINN	142,81 ±54,25	131,25 ±39,39	120,62 ±63,03	130,0 ±70,75	0,2944	0,9513
Domínio da Frequência						
VLF power (ms ²)	927,23 ±1395,20	407,56 ±237,61	694,20 ±468,20	848,37 ±526,51	0,5308	0,0043*
LF power (ms ²)	300,06 ±367,49	177,81 ±154,94	233,93 ±165,23	380,50 ±513,86	0,5165	0,1414
HF power (ms ²)	148,43 ±174,09	159,87 ±223,07	94,12 ±117,58	177,68 ±159,76	0,4677	0,3282
LF / HF power (ms ²)	2,86 ±2,12	3,39 ±2,49	2,80 ±1,61	3,94 ±3,65	0,9295	0,6205
Domínio do Caos						
SD1	15,55 ±7,85	11,1 ±6,42	13,91 ±7,81	14,5 ±9,53	0,5589	0,2476
SD2	50,51 ±26,46	36,87 ±11,41	44,92 ±16,32	50,41 ±21,66	0,4774	0,0347*
Lmean	20,57 ±28,34	15,62 ±4,67	15,50 ±6,98	16,03 ±4,01	0,4925	0,7914
Lmax	494,56 ±345,58	546,69 ±332,21	650,68 ±335,18	687,38 ±319,69	0,2038	0,2318
REC (%)	40,43 ±13,74	40,96 ±6,93	38,54 ±7,29	42,15 ±7,69	0,6306	0,6502
Determinismo (DET)	98,66 ± 1,17	98,97 ±0,88	98,67 ±1,33	99,10 ±0,90	0,9744	0,6851
ShanEn	3,49 ±0,57	3,55 ±0,29	3,50 ±0,40	3,58 ±0,28	0,9420	0,7630
ApEn	1,24 ±0,29	1,24 ±0,19	1,27 ±0,20	1,27 ±0,15	0,6671	0,7087
SampEn	1,27 ±0,50	1,23 ±0,38	1,32 ±0,32	1,32 ±0,28	0,7332	0,4528
Dfalga 1	1,17 ±0,26	1,24 ±0,27	1,18 ±0,26	1,27 ±0,21	0,9115	0,6976

Mean RR: média dos intervalos RR; RMSSD: raiz quadrática das diferenças médias do quadrado entre os intervalos RR habituais adjacentes; pNN50: porcentagem de intervalos RR adjacentes que diferem pela duração maior que 50 milissegundos; SDNN index: desvio padrão da média dos intervalos RR normais; RR tri index: índice triangular RR; TINN: interpolação triangular do histograma do intervalo NN; VLF: muito baixa frequência; LF: baixa frequência; HF: alta frequência; LF/HF: razão baixa frequência sobre alta frequência; SD1: variabilidade rápida de batimento a batimento; SD2: variabilidade longa de batimento a batimento; ApEn: Entropia Aproximada; SampleEn: Entropia Simples; Dfalga1: Análise de Flutuação Detrended; Lmean: comprimento médio das linhas diagonais; Lmax: comprimento máximo das linhas diagonais; REC: taxa de recorrência; DET: Determinismo; ShanEn: Entropia de Shannon. Dados expressados em média (desvio padrão) *: diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Test T pareado (amostras paramétricas) e Teste de Wilcoxon (amostra não paramétrica).

Tabela 5- Variabilidade da frequência cardíaca (VRA)- Comparação Controle e Mobilização Precoce

Índices VFC	Controle		Mobilização		Controle x Mobilização	
	Admissão Média (DP)	Alta Média (DP)	Admissão Média (DP)	Alta Média (DP)	Admissão Valor- <i>p</i>	Alta Valor- <i>p</i>
Visual Recurrence Analysis (VRA)						
Mean	890,64 ±147,15	908,22 ±140,36	893,71 ±101,13	843,18 ±90,72	0,9457	0,1318
Stantard desviation	33,51±12,01	37,35 ±16,32	43,47 ±19,27	31,19 ±12,99	0,0914	0,2477
Percent Recorrence	40,71 ±7,56	40,18 ±2,41	38,54 ±3,15	43,60 ±13,66	0,3021	0,3389
Percent Determinism	86,35 ±10,99	86,65 ±11,37	83,71 ±13,78	86,63 ±11,39	0,553	0,8099
Percent Laminarity	92,38 ±6,29	91,05 ±9,61	89,62 ±9,66	91,51 ±9,77	0,3477	0,8941
Trapping Time	11,65 ±12,15	8,73 ±3,11	7,68 ±3,67	7,82 ±2,40	0,2271	0,3668
Ratio	2,14 ±0,23	2,12 ±0,22	2,16 ±0,25	2,14 ±0,28	0,8472	0,8257
Entropy	3,79 ±0,75	3,83 ±0,52	3,66 ±0,60	3,71 ±0,48	0,5886	0,5117
Maxline	219,93 ±191,23	241,68 ±223,29	238,12 ±166,34	171,12 ±95,56	0,7761	0,2587
Trend	24,37 ±30,18	17,18 ±20,69	16,37 ±18,97	18,79 ±16,66	0,3777	0,8105

Tabela 6. Variabilidade da frequência cardíaca Grupo mobilização: comparação antes, durante e após exercício.

Índices	Antes	Durante	Após	Valor-p		
	(a)	(b)	(c)	a x b	b x c	a x c
Domínio do Tempo						
Mean RR	824,5 ±98,3	716,6 ±102,7	825,3 ±85,07	0,0072*	0,0067*	0,9997
SDNN	30,1±17,8	37,6 ±13,8	27,4 ±8,71	0,2963	0,1107	0,8485
RMSSD	16,5 ±13,4	17 ±14,1	15,7 ±9,09	0,9940	0,9547	0,9812
PNN50	3,2 ±7,5	2,5 ±5,1	2,3 ±5,26	0,9432	0,9933	0,9006
Triangular Index	7,196 ±3,0	9,41± 3,3	7,23 ±2,09	0,0897	0,0964	0,9993
TINN	135,9 ±58,2	173,4 ±59,5	131,3 ±39,39	0,1254	0,0748	0,9664
Domínio da Frequência						
VLF power (ms2)	524 ±590,9	906 ±601,2	408 ±237,61	0,0930	0,0200*	0,791
LF power (ms2)	202,81±268,8	194,5 ±210,0	177,81±154,94	0,9935	0,9741	0,9429
HF power (ms2)	134,81 ±230,6	131,12 ±214,7	93,37 ±116,9	0,9984	0,8469	0,8187
LF / HF power (ms2)	3,11 ±2,5	4,31 ±2,89	3,39 ± 2,49	0,4151	0,5963	0,9509
Domínio do Caos						
SD1	12,8 ±10,1	11,1 ±8,36	11,9 ±7,08	0,7450	0,9060	0,948
SD2	42,6 ±25,5	56,5 ±18,35	37,9 ±12,50	0,1733	0,0652	0,8804
Lmean	18,2 ±13,6	31,77 ±17,16	14,95 ±4,23	0,0130*	0,0030*	0,8559
Lmax	568,12 ±352,8	775 ±250,92	547 ±332,21	0,1630	0,1121	0,9798
REC (%)	41,31 ±8,1	47,59 ±5,08	39,79 ±5,99	0,0286*	0,0163*	0,9728
Determinismo (DET)	98,94 ±0,8	99,65 ±0,30	98,9 ±0,93	0,0195*	0,0200*	>0,9999
ShanEn	3,61 ±0,4	40,02 ±0,62	3,55 ±0,29	0,0497*	0,0212*	0,9341
ApEn	1,24 ±0,2	0,86 ±0,34	1,24 ±0,19	0,0004*	0,0003*	0,9981
SampEn	1,27 ±0,3	0,77 ±0,38	1,23 ±0,38	0,0006*	0,0019*	0,9337
Dfalfa 1	1,2 ±0,2	1,28 ±0,23	1,24 ±0,27	0,6882	0,9089	0,9115

Mean RR: média dos intervalos RR; RMSSD: raiz quadrática das diferenças médias do quadrado entre os intervalos RR habituais adjacentes; pNN50: porcentagem de intervalos RR adjacentes que diferem pela duração maior que 50 milissegundos; SDNN index: desvio padrão da média dos intervalos RR normais; RR tri index: índice triangular RR; TINN: interpolação triangular do histograma do intervalo NN; VLF: muito baixa frequência; LF: baixa frequência; HF: alta frequência; LF/HF: razão baixa frequência sobre alta frequência; SD1: variabilidade rápida de batimento a batimento; SD2: variabilidade longa de batimento a batimento; ApEn: Entropia Aproximada; SampleEn: Entropia Simples; DFalfa1: Análise de Flutuação Detrended; Lmean: comprimento médio das linhas diagonais; Lmax: comprimento máximo das linhas diagonais; REC: taxa de recorrência; DET: Determinismo; ShanEn: Entropia de Shannon. Dados expressados em média (desvio padrão) *: diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$). *One Way ANOVA with Tukey Post-test.*

Discussão

O presente estudo investigou o comportamento da modulação autonômica cardíaca de indivíduos coronariopatas após serem submetidos ao procedimento de angioplastia (infartados ou ATC eletiva) comparando as análises dos índices lineares e não-lineares da variabilidade da frequência cardíaca daqueles que realizaram o protocolo

de mobilização precoce com aqueles que não realizaram o mesmo. Além disto, realizou a comparação de tais índices, no grupo mobilização precoce, durante a última sessão de fisioterapia, antes, durante e após o exercício.

A população analisada foi homogênea no início do estudo, não havendo diferença na distribuição entre os grupos, quanto ao perfil sociodemográfico, diagnóstico clínico, pressão arterial sistêmica e frequência cardíaca de repouso, fatores de risco para doença arterial coronariana, tempo de internação, quantidade de stents implantados e os índices da VFC.

Os principais achados ocorreram tanto na análise intragrupo do GMP, como quando comparado GC e GMP. Além disto, verificamos alterações na modulação autonômica dos indivíduos do GMP durante a realização dos exercícios propostos pelo protocolo de mobilização precoce.

Na análise dos índices de VFC intragrupo no GMP verificamos um aumento significativo dos índices lineares: Mean RR, SDNN, PNN50 e HF quando comparado os momentos admissão e alta, indicando uma alta variabilidade da frequência cardíaca, representado pelo aumento da atividade parassimpática após aplicação do protocolo de mobilização precoce. Uma alta VFC é um sinal de boa adaptabilidade, indicando um mecanismo de controle autonômico íntegro. Já a baixa variabilidade é, frequentemente, um indicador de adaptabilidade insuficiente e anormal do SNA, conseqüentemente, indica maior risco de desenvolver uma doença cardiovascular (TASK FORCE, 1996). Considerando que pacientes com doença arterial coronariana (DAC) apresentam um estado de desequilíbrio autonômico com predomínio simpático e a disfunção autonômica tem sido associada a um risco aumentado de morbidade e mortalidade cardiovascular (ABDELNABY, 2018), enfatizamos a importância dos benefícios do predomínio parassimpático para a saúde cardiovascular verificada no GMP que realizou o protocolo de mobilização precoce. No entanto, no grupo que ficou restrito ao leito (GC) esses benefícios não foram observados.

Ademais, notou-se que ambos os grupos apresentaram baixos valores de índices lineares e não-lineares de VFC comparados a indivíduos adultos saudáveis (TASK FORCE, 1996; CARPEGIANI et al., 2004), o que demonstra que a modulação autonômica da frequência cardíaca na população estudada é baixa. Estudos realizados (LAROSA et al., 2008; REIS; BASTOS; MESQUITA, 1998) mostraram que indivíduos coronariopatas e infartados apresentam baixa VFC, ou seja, predomínio de modulação simpática em relação a parassimpática, corroborando com o presente estudo em que os participantes,

logo após o procedimento de angioplastia, já apresentavam uma disfunção acentuada na modulação autonômica da FC, destacando a importância da VFC no prognóstico desses indivíduos.

Em relação a análise intergrupos, observou-se aumento significativo dos índices lineares no domínio do tempo: SDNN ($p = 0,0428$) e Triangular Index ($p = 0,0148$); no domínio da frequência: VLF ($p = 0,0043$) e do índice não-linear SD2 ($p = 0,0347$) no GMP momento alta; sem diferença estatisticamente significativa no momento admissão.

Dessa forma, observou-se, quanto aos índices da VFC, homogeneidade da população estudada no início do estudo. Já aqueles submetidos ao protocolo de mobilização precoce apresentaram melhora na modulação autonômica cardíaca, representadas pelos índices relatados acima, visto que o SDNN e o SD2 demonstram a variabilidade global representada pelo sistema simpático e parassimpático, o Triangular Index, expressa a variabilidade dos intervalos RR, tendo íntima relação com o SDNN e o VLF possui relação com o sistema renina angiotensina-aldosterona, termorregulação e tônus vasomotor periférico (VANDERLEI et al., 2009). Reafirmando assim, a importância de se evitar o repouso prolongado no leito, na população estudada. Segundo estudo realizado por Nascimento et al (2014), com treinamento físico em chagásicos, também encontraram aumento significativo deste índice, corroborando com nosso estudo.

O treinamento físico de alta intensidade durante 6 meses melhorou significativamente as medidas do domínio do tempo e da frequência da VFC em pacientes após intervenção coronariana percutânea com implante de stents em pacientes infartados, ou não (MUNK; BUTT; LARSEN, 2010). Apesar do tempo e intensidade de treinamento físico, realizado na fase III da reabilitação cardiovascular, deste último estudo citado, ser bem maior que o realizado no presente estudo com indivíduos internados na UTI coronariana, os resultados são semelhantes, pois também observamos alterações nos índices no domínio do tempo (SDNN e Triangular Index), da frequência (VLF), além do domínio do caos (SD2).

Ainda nesse contexto, a intervenção fisioterapêutica aplicada pelo protocolo de mobilização precoce também proporcionou alterações da modulação autonômica cardíaca quando avaliada a variabilidade da frequência cardíaca no GMP momento antes, durante e após a realização do exercício. A análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) durante o exercício é uma interessante ferramenta não invasiva para medir a resposta cardiovascular ao estresse do exercício (HERNANDO, 2018).

Os índices Mean RR, Lmean, REC (%), DET, ShanEn apresentaram diminuição significativa durante o exercício e aumento significativo após o mesmo, enquanto que o VLF apresentou aumento significativo apenas no momento de realização do exercício. Já os índices ApEn e SampEn apresentaram resultados significativos inversos aos citados anteriormente. Tal situação reflete predomínio da atividade simpática durante o exercício e retorno na atuação simpática e parassimpática após o término da atividade (momento repouso), sugerindo que não há comprometimento do controle autonômico cardíaco, ou seja, bom funcionamento fisiológico.

Maranesi *et al* (2016) realizaram estudo com 10 atletas amadores e 10 sujeitos sedentários, sem diferenças nos termos de idade, peso e altura, e avaliaram a VFC na fase de repouso, durante o exercício e na fase de recuperação. Seus resultados sugerem que a atividade física tem um efeito benéfico sobre o estado de saúde (maior VFC na fase de repouso).

Hiss *et al* (2012), também encontraram alteração significativa da modulação autonômica da FC em indivíduos pós IAM durante exercício realizado 24 horas após admissão na Unidade de Terapia Intensiva Coronariana, sem ocasionar intercorrência clínica, porém foram avaliados apenas os índices lineares, e os resultados encontrados foram redução do índice RMSSD e aumento do componente de alta frequência e da razão LF/HF durante a fase estável do exercício em relação às condições de repouso supino pré e pós intervenção.

Barbosa *et al* (2010), ao analisarem a VFC, em 05 pacientes pós revascularização do miocárdio, submetidos a mobilização precoce, no 2º dia de pós-operatório, comparando a mobilização passiva e ativa não evidenciaram modificações significativas nos índices lineares analisados.

No presente estudo, além dos índices lineares, também foram avaliados índices não-lineares, sendo essa última escassa de informações na literatura, considerando a população e a intervenção utilizada em nosso estudo (HISS *et al.*, 2012; LAROSA *et al.*, 2008; REIS *et al.*, 1998; MUNK; BUTT; LARSEN, 2010).

A análise linear da VFC, muitas vezes, não é suficiente para caracterizar a dinâmica complexa do batimento cardíaco, pois os mecanismos envolvidos na regulação cardiovascular provavelmente interagem entre si de maneira não linear. Esse tipo de análise, no domínio não-linear, fornece informações muito úteis para caracterizar o equilíbrio autonômico adequado e é um marcador mais confiável de complicações e mortalidade em pacientes com doença cardiovascular (GODOY, 2016). Estes métodos

não lineares relacionados aos lineares são clinicamente mais relevantes para uma melhor interpretação do comportamento patofisiológico da VFC sob várias condições e, portanto, do seu valor prognóstico, complementando a informação obtida pelas avaliações tradicionais (GODOY, 2016; FERREIRA; MESSIAS; VANDERLEI, 2010).

A homeostase do sistema nervoso autônomo pode ser avaliada pela análise da VFC, que, segundo Godoy (2003), mostra as características de um sistema dinâmico e é complexo, não linear e extremamente sensível às condições iniciais. Sendo este o conceito científico em que se baseia a teoria do caos, portanto, a VFC mostra comportamento caótico, assim como todos os sistemas do organismo humano (TAKAKURA, 2017).

O índice REC (%), que se apresentou aumentado durante a realização do exercício no GMP, relaciona-se inversamente proporcional a VFC, ou seja, valores mais altos de REC indicam menor complexidade da modulação autonômica (VANZELLA et al., 2018), refletindo um estado fisiológico comprometido.

No GMP, observamos que os indivíduos apresentaram baixos valores significativos das entropias ApEn e SampEn, e aumento da ShanEn durante o exercício, retornando a valores superiores e inferior, respectivamente, no repouso, indicando adaptabilidade suficiente e normal do SNA. Estes índices refletem o grau de incerteza e complexidade, levando-se em consideração o estresse durante o exercício. A ShanEn correlaciona-se com o determinismo (DET), portanto valores crescentes correspondem a uma variabilidade decrescente, já as ApEn e SampEn são interpretadas diferentemente, valores menores correspondem a maior regularidade ou periodicidade da série temporal (RICHMAN; MOORMAN, 2000).

No presente estudo o tempo para início do protocolo foi a partir de 12 a 18 horas após o procedimento de angioplastia, compreendido como momento de admissão na UTI. Enquanto que no estudo de Hiss *et al* (2012) o tempo para iniciar um protocolo de exercícios supervisionados no primeiro dia de internação na UTI (pós IAM) foi executado em média 24 horas. A aplicação do protocolo de mobilização precoce na UTI em indivíduos pós angioplastia não causou intercorrência relativa a instabilidade hemodinâmica em nosso estudo. Mohammady *et al* (2014) relataram que pacientes descrevem a imobilidade como parte mais desconfortável do período pós-ATC, especialmente por conta do surgimento de dores lombares e pelo fato de estarem impedidos de movimentar-se no leito.

Durante a aplicação do protocolo de mobilização precoce, 12 a 18 horas após procedimento de angioplastia, no período de internação na UTI, não houve relato de intercorrência ou manifestação de intolerância aos exercícios propostos.

Esses achados corroboram com os de Mohammady *et al* (2014) que relatam que a mobilização precoce, representada pelo estímulo à deambulação 2 a 3 horas após angioplastia cardíaca, não apresentou aumento significativo da incidência de complicações vasculares, além de favorecer a redução de dor lombar, desconforto urinário e custos hospitalares.

Segundo Silva *et al* (2014), a literatura carece de estudos avaliando a análise espectral da VFC em pacientes submetidos a implante de stents coronarianos e estudos comparando os tipos de stent. No estudo realizado por estes, os mesmos concluíram que o implante de stents resultou em ativações simpáticas e vagais concomitantes após avaliação dos componentes de baixa frequência (LF) e alta frequência (HF), e a razão LF / HF antes e durante o procedimento.

Além da melhora na complexidade da modulação autonômica cardíaca induzida pela mobilização precoce observadas nos nossos resultados, outros benefícios são relatados na literatura, tais como, diminuição da perda das habilidades funcionais, com resultados favoráveis para prevenção e o tratamento de distúrbios neuromusculares decorrentes da maior sobrevida dos pacientes e permanência prolongada no leito (SILVA *et al.*, 2014), porém a realização de ensaios clínicos com maior padronização para descrição e comparação de diferentes protocolos de tratamento se faz necessária (SILVA *et al.*, 2014).

Diante do exposto, e considerando que a mobilização precoce demonstra aumentar a VFC e melhorar a complexidade da modulação autonômica cardíaca de indivíduos submetidos à angioplastia internados na UTI, são necessárias mais pesquisas que analisem, especialmente a abordagem não linear da VFC, frente a diferentes protocolos de mobilização precoce em pessoas após angioplastia coronária internadas neste ambiente.

Pode-se citar como limitação, do presente estudo, o tempo de treinamento físico (média de quatro atendimentos fisioterapêuticos durante período de internação na UTI) proposto pelo protocolo de mobilização precoce, devido ao período de internação habitual no Hospital, o que pode refletir na complexidade da modulação autonômica de outros índices da análise da variabilidade da frequência cardíaca.

Conclusão

Conclui-se, portanto, que o protocolo de mobilização precoce melhora a complexidade da modulação autonômica cardíaca, durante o período de internação, de indivíduos submetidos ao procedimento de angioplastia, sendo também evidenciada durante o exercício.

Os indivíduos após procedimento de angioplastia (infartados ou não) apresentam diminuição da modulação autonômica da frequência cardíaca com predomínio de modulação simpática em relação parassimpática.

Na prática clínica, a mobilização precoce parece ser viável e segura, já que nenhum sintoma e/ou sinal de intolerância aos exercícios propostos foram apresentados.

Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflitos de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação Universitária

Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (HC-UFTM).
Programa de Pós-graduação em Fisioterapia – UFTM.

Referências

- ABDELNABY, H. M. Effect of Percutaneous Coronary Intervention on Heart Rate Variability in Coronary Artery Disease Patients. **Eur Cardiol.**, v.13, n.1, p.60-61, Aug.2018.
- APARICIO, T.; POZO, E.F.; SAURA, D. Detecting determinism using recurrence quantification analysis: three test procedures. **J Economic Behavior Org.**, v.65, p.768–787, 2008.
- BARBOSA, P. et al. Efeitos da mobilização precoce na resposta cardiovascular e autonômica no pós-operatório de revascularização do miocárdio. **ConScientiae Saúde**, v. 9, n.1, p.111-117,2010.
- CARPEGGIANI, C. et al. Early assessment of heart rate variability is predictive of in-hospital death and major complications after acute myocardial infarction. **Int J Cardiol.**; v.96, n.3, p.361-8, Sep. 2004.

CONVERTINO, V.A. Value of orthostatic stress in maintaining functional status soon after myocardial infarction or cardiac artery bypass graftin. **J Cardiovasc Nurse**, v.18, n.2, p.124-130, 2003.

CORDEIRO, A.L.L.; MELO, T.A. Alterações fisiológicas associadas à mobilização precoce em Unidade de Terapia Intensiva cardiológica. **PROFISIO. Fisioterapia em Terapia Intensiva Adulto**, ciclo 4, v. 4, 2017.

FENG J. et al. Altered heart rate variability depend on the characteristics of coronary lesions instable angina pectoris. **Anatol J Cardiol.**, v.15, n.6, p.496-501, Jun. 2015.

FERREIRA, M. T.; MESSIAS, M.; VANDERLEI, L.C. M. Caracterização do Comportamento Caótico da Variabilidade da frequência cardíaca (VFC) em Jovens Saudáveis. **Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional. Tema Tend. Mat. Apl. Comput.**, v.11, n.2, p.141-150, 2010.

GODOY, M.F. Nonlinear Analysis of Heart Rate Variability: A Comprehensive Review. **Journal of Cardiol Ther.**; v.3, n.3, p.528-533, 2016.

GODOY, M.F. Teoria do caos à Medicina. **Tese de Livre Docência**. São José do Rio Preto: Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto; 2003.

HERNANDO, D. Validação do Monitor de Frequência Cardíaca Polar RS800 para Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca Durante o Exercício. **J Res. Cond.**, v.32, n.3, p.716-725, Mar.2018.

HISS, M. D. B.S.et al. Segurança da intervenção fisioterápica precoce após o infarto agudo do miocárdio. **Fisioterapia e Movimento**, v. 25, n.1, p.153-163, 2012.

HODGIN, K. E et al.Physical therapy utilization in intensive care units: results from a national survey. **Crit Care Medicine**.v.37, n.2, p.561- 568, 2009.

KAWAGUCHI, V. M; PIRES NETO, R. C. Alterações hemodinâmicas durante alteração de exercícios em pacientes críticos. **PROFISIO. Fisioterapia em terapia intensiva adulto**, v.5, n.3, p.87-110, 2015.

LAROSA, C. et al. Predictors of impaired heart rate variability and clinical outcome in patients with acute myocardial infarction treated by primary angioplasty. **J Cardiovasc Med (Hagerstown)**, v.9, n.1, p.76-80, 2008.

MARANESI, E. et al. Health monitoring in sport through wearable sensors: a novel approach based on heart-rate variability. In: Conti M., Martínez Madrid N., Seepold R., Orcioni S. (eds) Mobile Networks for Biometric Data Analysis. **Lecture Notes in Electrical Engineering. Springer**, v.392, p. 235–246, 2016.

- MOHAMMADY, M; HEIDARI, K; AKBARI, S. Early ambulation after diagnostic transfemoral catheterisation: a systematic review and meta-analysis. **Int J Nurs Stud.**, v. 51, n.1, p.39-50, 2014.
- MUNK, P.S; BUTT, N.; LARSEN, A.I. High-intensity interval exercise training improves heart rate variability in patients following percutaneous coronary intervention for angina pectoris. **International Journal of Cardiology**, v.145, n. 2, p.312–314, 2010.
- NASCIMENTO, B.R et al. Efeitos do Treinamento Físico sobre a Variabilidade da Frequência Cardíaca na Cardiopatia Chagásica. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.103, n.3, p.201-208, 2014.
- NISKANEN, J.P. et al. Software for advanced HRV analysis. **Comput. Methods. Programs. Biomed.** v.76, n.1, p.73-81, 2004.
- OSTERHUES, H, H.; KOOCHS, M.; HOMBACH, V. Time-dependent changes of heart rate variability after percutaneous transluminal angioplasty. **Am Heart J.**, v.135, p.755-761, 1998.
- QUINTANA, D.S.; HEATHERS, J.A.; KEMP, A.H. On the validity of using the Polar RS800 heart rate monitor for heart rate variability research. **Eur J Appl Physiol.**, v.112, n.12, p.4179- 4180, 2012.
- REIS, A.F. et al. Disfunção parassimpática, variabilidade de frequência cardíaca e estimulação colinérgica após infarto agudo do miocárdio. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 70, n.3, p.193-197,1998.
- RICHMAN, J.S.; MOORMAN, J.R. Physiological time-series analysis using approximate entropy and sample entropy. **Am. J. Physiol. Heart. Circ. Physiol.**, v.278, p.2039-2049, 2000.
- SANTOS, L. et al.T-RR Filter: Ferramenta computacional gráfica no uso do filtro adaptativo para análise da variabilidade da frequência cardíaca. **Proc. Series. Braz. Soc. Comp. Appl. Math.** 2016; 4(1):1133-1139.
- SHVED M. et al. Cardiorehabilitation peculiarities and correction of violations of systolic, diastolic function and heart rate variability in patients with acute coronary syndrome and coronary artery revascularization. **Georgian Med News.**; v. 265, p. 46-53, april, 2017.
- SILVA, R. M. et al. Spectral Analysis Related to Bare-Metal and Drug-Eluting Coronary Stent Implantation. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.103, n.2, p.138–145, Aug.2014.
- SILVA, V.S. et al. Mobilização na Unidade de Terapia Intensiva :revisão sistemática. **Fisioterap Pesq.**, v.21, n.4, p.398- 404, 2014.

SINGH et al. Heart Rate Variability: An Old Metric with New Meaning in the Era of using mHealth Technologies for Health and Exercise Training Guidance. Part One: Physiology and Methods. **Arrhythm Electrophysiol Rev** .; v.7, n.3, p.193-198, ago. 2018.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA SBC. Diretriz da Sociedade Brasileira de Cardiologia e da Sociedade Brasileira de Cardiologia Intervencionista sobre Intervenção Coronária Percutânea. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.109, (1Supl.1), p.1-81, 2017.

TAKAKURA, I.T. Recurrence Plots: a New Tool for Quantification of Cardiac Autonomic Nervous System Recovery after Transplant. **Braz J Cardiovasc Surg.**, v.32, n.4, p.245–252, Jul-Aug.2017.

TASK FORCE. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. **Circulation**, v. 93, n.5, p. 1043-1065, 1996.

TSAI, M. W. Effects of exercise training on heart rate variability after coronary angioplasty. **Physical Therapy**, v.86, n.5, p.626-635, 2006.

VANDERLEI, L.C. et al. Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v.24, n.2, p.205-217, Apr-jun. 2009.

VANZELLA, L.M. et al. Complexidade do sistema nervoso autônomo em indivíduos com DPOC. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v.44, n.1, p.24-30, 2018.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os métodos envolvendo prescrição de exercícios durante a fase hospitalar requerem revisão detalhada, considerando, sobretudo, os princípios de individualização, sobrecarga e especificidade do exercício realizado. A fisioterapia cardiovascular e a fisioterapia em terapia intensiva, nesse cenário, precisam discutir e propor diversas modificações.

Pesquisas que analisem a VFC, especialmente a abordagem não linear, frente a diferentes protocolos de mobilização precoce em indivíduos após angioplastia coronária internadas neste ambiente são necessárias.

4 REFERÊNCIA DA REVISÃO DE LITERATURA

- ACHARYA, U. R. et al. Heart Rate Variability: a review. **Medical & Biological Engineering & Computing**, v.44, p.1031–1051, 2006.
- ADES, P.A. et al. Increasing Cardiac Rehabilitation Participation From 20% to 70%: A Road Map from the Million Hearts Cardiac Rehabilitation Collaborative. **Mayo Clin Proc.** v. 92, n.2, p.234-242, Feb.2017.
- BECKERS, F.; VERHEYDEN, B.; AUBERT, A.E. Aging and nonlinear heart rate control in a healthy population. **Am J Physiol Heart Circ Physiol.**, v.290, p.2560-2570, 2006.
- BILLMAN, G.E. The LF/HF ratio does not accurately measure cardiac sympatho- vagal balance. **Front Physiol.**, v. 4, n. 26, 2013.
- BRENNAN, M.; PALANISWAMI, M.; KAMEN, P. Do existing measures of Poincare plot geometry reflect nonlinear features of heart rate variability. **IEEE Trans Biomed Eng.**, v.48, n.11, p.1342–1347, 2001.
- CHEN, C. T. et al. Muscle wasting in hemodialysis patients: new therapeutic strategies for resolving an old problem. **Scientific World Journal**, v.64, p.39-54, 2013.
- CORDEIRO, A.L.L; MELO, T. A. Alterações fisiológicas associadas à mobilização precoce em Unidade de Terapia Intensiva cardiológica. **PROFISIO. Fisioterapia em Terapia Intensiva Adulto**, ciclo 7. v. 4, 2017.
- DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE (DATASUS). Sistema de Informações sobre Mortalidade. Óbitos por residência por ano do óbito segundo capítulo CID-10 [Internet]. [cited 2017 Nov. 2]. Available from: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=060701>.
- ECKMANN, J.P.; KAMPHORST, S.O.; RUELLE, D. Recurrence plots of dynamical systems. **Europhys Lett.**, v. 4, n.91, p.973-977,1987.
- FERREIRA, M. T.; MESSIAS, M.; VANDERLEI, L. C. M. Caracterização do Comportamento Caótico da Variabilidade da frequência cardíaca (VFC) em Jovens Saudáveis. **Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional. Tema Tend. Mat. Apl. Comput.**, v.11, n. 2, p.141-150, 2010.
- GHANNEM, M.; GHANNEM, L.; GHANNEM, L. Cardiac rehabilitation after myocardial infarction. **Ann Cardiol Angeiol (Paris)**.; v.64, n.6, p.517-526, Dec. 2015.
- GODOY, M.F. Nonlinear Analysis of Heart Rate Variability: A Comprehensive Review. **Journal of Cardiol Ther.** v. 3, n.3, p.528-533, 2016.

- HALLMAN, D.M. Effect of an aerobic exercise intervention on cardiac autonomic regulation: A worksite RCT among cleaners. **Physiol Behav.** v.24, n.169, p.90-97, 2016.
- HUIKURI, H.V.; MAKIKALLIO, T.H. Heart rate variability in ischemic heart disease. **Autonomic Neuroscience: basic and clinical.** v.20; n.90, p.95-101, 2001.
- IELLAMO, F. et al. Dose-response relationship of baroreflex sensitivity and heart rate variability to individually-tailored exercise training in patients with heart failure. **Int J Cardiol.**, v.166, n.2, p.334-9, 2013.
- LAROSA, C. et al. Predictors of impaired heart rate variability and clinical outcome in patients with acute myocardial infarction treated by primary angioplasty. **J Cardiovasc Med (Hagerstown)**, v.9, n.1, p.76-80, 2008.
- LUBOYATNIKOVA, E.S. et al. ST-Elevation Myocardial Infarction in Patients With Malignancies. **Kardiologija.** v.58, n.12, p.5-12, Dec.2018.
- MARÃES, V.R.F.S. Frequência cardíaca e sua variabilidade: análises e aplicações. **Rev Andal Med Deporte.** v.3, n.1, p.33-42, 2010.
- MONTANO, N. Heart rate variability as a clinical tool. **Ital Heart J.**, n.3, 2002.
- MUNK, P.S; BUTT, N.; LARSEN, A.I. High-intensity interval exercise training improves heart rate variability in patients following percutaneous coronary intervention for angina pectoris. **International Journal of Cardiology**, v.145, n.2, p.312–314, 2010.
- NEVES, V.R et al. Linear and nonlinear analysis of heart rate variability in coronary disease. **Clin Auton Res.** , v.22, n.4, p.175-183, Aug.2012.
- NICHOLS, M. et al. Cardiovascular disease in Europe 2014: epidemiological update. **Eur Heart J.**, v.35, n.42, p.2950-2959, Nov.2014.
- OSTERHUES, H. H.; KOOCHS, M.; HOMBACH, V. Time-dependent changes of heart rate variability after percutaneous transluminal angioplasty. **Am Heart J.** v.135, p.755-761, 1998.
- PERKIÖMÄKI, J.S.; MÄKIKALLIO, T.H.; HUIKURI; H.V. Fractal and complexity measures of heart rate variability. **Clin. Exp. Hypertens.**, v.27, n.2-3, p.149-158,2005.
- PUMPRLA, J. et al. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. **Int J Cardiol.**, v.84, n.1, p.1-14, 2002.
- SESSA, F. et al. Heart rate variability as predictive factor for sudden cardiac death. **Aging (Albany NY)**, v.10, n.2, p.166–177, Feb. 2018.
- SHERMAN, D.L.; RYAN, T.J. Coronary angioplasty versus bypass grafting: cost-benefit considerations. **Med Clin North Am.** v.79, p.1085-1095,1995.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA SBC. Diretriz da Sociedade Brasileira

de Cardiologia e da Sociedade Brasileira de Cardiologia Intervencionista sobre Intervenção Coronária Percutânea. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.109 (1Supl.1), p.1-81, 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA SBC. V Diretriz da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Tratamento do Infarto Agudo do Miocárdio com Supradesnível do Segmento. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.105, n.2, Supl.1, 2015.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA SBC. Diretriz Sul-Americana de Prevenção e Reabilitação Cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.103, n.2 (Supl.1), p.1-31, 2014.

STRALOW, C.R; BALL, T.E; LOONEY, M. Acute responses of patients with coronary disease to dynamic variable resistance exercise of different intensities. **J. Cardiopulmonary Rehabil.**, v.17, p.190-196, 1989.

STUBSJOEN, S.M.et al. Applying fractal analysis to heart rate time series of sheep experiencing pain. **Physiol. Behav.**, v.101, p.74-80, 2010.

TAKAKURA, I.T. et al. Recurrence Plots: A New Tool for Quantification of Cardiac Autonomic Nervous System Recovery after Transplant. **Braz J Cardiovasc Surg.**, v.32, n.4, p.245-252, 2017.

TASK FORCE. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. **Circulation**, v. 93, n.5, p.1043-1065,1996.

TERZIYSKI KV, A. et al. O efeito da pressão positiva contínua nas vias aéreas sobre a variabilidade da frequência cardíaca durante a noite em pacientes com insuficiência cardíaca crônica e apnéia central do sono. **Clin Exp Pharmacol Physiol** ., v.43, p.1185-1190, 2016.

TSAI, M. W. Effects of exercise training on heart rate variability after coronary angioplasty. **Physical Therapy**, v.86, n.5, p.626-635, 2006.

VANDERLEI, L.C.M., et al. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v.24, n.2, p.205-217, 2009.

VOSS, A. et al. Comparison of nonlinear methods symbolic dynamics, detrended fluctuation, and Poincaré plot analysis in risk stratification in patients with dilated cardiomyopathy. **Chaos**. v.17, 2007.

YANG, Y. et al. Nova medida de remodelação autonômica associada à parada cardíaca súbita no diabetes. Ritmo cardíaco. **Cardiology**, v.14, p.1449-1455, 2017.