

Influência da diabetes na função autonômica de crianças: análise por meio dos índices geométricos

Influence of diabetes on autonomic function in children: analysis through the geometric indices

Thais Roque Giacon¹, Franciele Marques Vanderlei², Anne Kastelianne França da Silva¹, Natália Turri da Silva¹, Vitor Engrácia Valenti³, Luiz Carlos Marques Vanderlei²

DOI: <http://dx.doi.org/10.7322/jhgd.113728>

Resumo

Introdução: A diabetes mellitus tipo 1 tem sido apontada como uma das doenças não transmissíveis mais comum entre as crianças, apresentando como uma de suas complicações mais frequente a disfunção autonômica diabética, entretanto, poucos são os estudos que avaliam a modulação autonômica por meio da variabilidade da frequência cardíaca em crianças diabéticas.

Objetivos: Analisar os efeitos da modulação autonômica cardíaca em crianças com diabetes mellitus tipo 1.

Método: Foram analisados dados de 36 crianças, de ambos os sexos, as quais foram divididas em dois grupos, sendo 13 ($11,62 \pm 2,18$) com diagnóstico de diabetes mellitus tipo 1 e 23 ($11,04 \pm 1,02$) sem a patologia. Inicialmente foram coletados os dados pessoais, peso, altura, frequência cardíaca e pressão arterial. Posteriormente, para análise da modulação autonômica, a frequência cardíaca foi captada batimento a batimento por meio de um cardiófrequencímetro na posição supina por 30 minutos. Para análise da modulação autonômica foram calculados os índices geométricos (RRtri, TINN, *plot* de Poincaré). Teste t de *Student* para dados paramétricos ou o teste de *Mann-Whitney* para dados não paramétricos, com nível de significância de 5%, foram utilizados para comparação entre os grupos.

Resultados: Os resultados obtidos apontam redução do RRtri, TINN, SD1 e SD2 nas crianças diabéticas. A razão SD1/SD2 foi semelhante entre os grupos. Na análise qualitativa do *plot* de Poincaré crianças com diabetes mellitus tipo 1 apresentaram uma figura com menor dispersão dos pontos quando comparado ao das crianças controle.

Conclusão: Crianças com diabetes mellitus tipo 1 apresentam redução de variabilidade global e da atividade parassimpática.

Palavras-chave: diabetes mellitus tipo 1, crianças, sistema nervoso autônomo.

INTRODUÇÃO-

A diabetes mellitus tipo 1 (DM1), caracterizada por ser uma doença autoimune que resulta da destruição das células beta do pâncreas por uma alteração genética que causa a deficiência na secreção da insulina¹, está se tornando cada vez mais comum na infância, estimando-se que no mundo existam quase 500 mil crianças menores de 15 anos com a doença^{2,3}.

A DM1 acarreta diversas complicações¹, sendo uma das mais comuns a neuropatia autonômica diabética, que em geral manifesta-se inicialmente no sistema cardiovascular, desencadeando a neuropatia autonômica cardiovascular (NAC)^{4,5}.

A NAC pode representar um fator negativo importante, pois gera uma condição de desequilíbrio do sistema nervoso autônomo (SNA)⁵. Assim, estudar a dinâmica desse sistema pode gerar conhecimentos de como as neuropatias são instaladas e de que forma podem alterar os ramos simpático e parassimpático do SNA^{5,6}.

Uma das formas de avaliar o SNA é a variabilidade da frequência cardíaca (VFC)⁷, a qual descreve as oscilações dos intervalos entre os batimentos cardíacos consecutivos (intervalos RR) e fornece informações sobre o diagnóstico e prognóstico de diversas doenças^{7,8}.

Dentre os métodos utilizados para a análise da VFC, encontram-se os métodos geométricos - índice triangular (RRtri), interpolação triangular de histograma de in-

1 Programa de Pós Graduação em Fisioterapia. Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT/UNESP) - Presidente Prudente (SP), Brazil.

2 Professor Doutor do Departamento de Fisioterapia. Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT/UNESP) - Presidente Prudente (SP), Brazil.

3 Professor Doutor do Departamento de Fonoaudiologia. Faculdade de Filosofia e Ciências (FFC/UNESP) - Marília (SP), Brazil.

Corresponding author: Thais Roque Giacon - E-mail: thaisgiacon@hotmail.com

Suggested citation: Giacon TR, Vanderlei FM, Silva AKF, Silva NT, Valenti VE, Vanderlei LCM. Influence of diabetes on autonomic function in children: analysis through the geometric indices. *J Hum Growth Dev.* 26(1): 81-87. Doi: <http://dx.doi.org/10.7322/jhgd.113728>

Manuscript submitted: Feb 16 2016, accepted for publication Feb 22 2016.

tervalos NN (TINN) e plot de Poincaré - os quais convertem os intervalos RR em padrões geométricos e permitem analisar a VFC por meio das propriedades geométricas ou gráficas do padrão resultante⁹.

RRtri e o TINN são calculados a partir da construção de um histograma de densidade dos intervalos RR normais, onde a duração dos intervalos RR é representada no eixo x e a frequência com que eles ocorrem no eixo y. A união dos pontos das colunas do histograma forma uma figura semelhante a um triângulo do qual são extraídos estes índices^{10,11}.

O plot de Poincaré é considerado por alguns autores como um método não linear, representando a natureza de flutuações de séries temporais¹²⁻¹⁴. Ele é construído pela plotagem de cada intervalo RR em função do próximo intervalo¹⁵, e sua análise pode ser feita de forma quantitativa por meio dos índices SD1, SD2 e SD1/SD2, ou qualitativamente por meio da análise da figura formada pelo seu atrator, a qual é útil para mostrar o grau de complexidade dos intervalos RR^{13,14}.

A VFC está alterada em muitas condições patológicas, devido a existência de um desequilíbrio entre os componentes simpático e parassimpático⁷, como ocorre em indivíduos portadores de DM1⁵. Os estudos indicam que nessa população ocorre uma redução da VFC global e da atividade vagal¹⁶.

Entretanto, poucos são os estudos que avaliam a modulação autonômica por meio da VFC em crianças diabéticas¹⁷⁻¹⁹ e os estudos encontrados avaliaram apenas a VFC por meio de índices nos domínios do tempo e da frequência¹⁷⁻²⁰, não sendo encontrados estudos que analisaram índices geométricos e não lineares nesta população.

Assim, com intuito de acrescentar elementos à literatura relacionados ao tema exposto, pretende-se, com este trabalho, analisar o efeito da modulação autonômica em crianças com DM1. Hipotetizamos que os índices de VFC obtidos por meio desses métodos possam identificar alterações na modulação autonômica de crianças com DM1.

■ MÉTODO

População

Para a realização do presente estudo avaliou-se dados de 39 crianças de ambos os sexos, com uma faixa etária entre 7 e 15 anos. As crianças foram divididas em dois grupos: DM1 e controle. Para a definição do tamanho da amostra foi realizado o cálculo amostral baseado no índice RMSSD. A magnitude de diferença significativa assumida foi de 19 milissegundos (ms), considerando um desvio padrão de 16 ms, com risco alfa de 5% e beta de 80%, o tamanho amostral resultou em no mínimo 11 crianças em cada grupo.

O grupo diabético foi selecionado por conveniência entre os pacientes atendidos pelo Hospital Regional de Presidente Prudente. Para essa seleção foram inicialmente disponibilizados pelo hospital 50 contatos telefônicos de crianças diabéticas, dessas 28 crianças foram excluídas pois não puderam participar do estudo. Das 22 crianças restantes 3 não compareceram as coletas e 3 foram ex-

cluídas por apresentarem erro maior que 5% na série de intervalos RR. Para formação do grupo controle foram recrutadas 30 crianças saudáveis obtidas no LAR Santa Filomena de Presidente Prudente. Destas crianças 7 foram excluídas, 4 que apresentaram erro maior que 5% no traçado e 3 que apresentavam sobrepeso e obesidade.

Não foram incluídas neste estudo, crianças que apresentassem relato de pelo menos uma das seguintes características: uso de medicamentos que influenciassem a atividade autonômica do coração, como por exemplo, propranolol e atropina, infecções, doenças metabólicas, exceto o DM1, ou do sistema cardiorrespiratório conhecidas. Foram excluídas do estudo crianças que apresentaram séries de intervalos RR com erro maior que 5% e aquelas que apresentavam sobrepeso e obesidade.

As características dessas crianças (idade, peso, altura, índice de massa corpórea, pressão arterial e frequência cardíaca) podem ser visualizadas na Tabela 01.

Todos os procedimentos desse estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética da Instituição (CAAE: 30935414.1.0000.5402/818.293) e as crianças e os responsáveis por essas foram devidamente informados sobre os procedimentos e objetivos deste estudo, e após concordarem, os responsáveis assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido e as crianças um termo de assentimento, constituindo a possível amostra.

Protocolo experimental

Antes do início do procedimento experimental as crianças foram identificadas coletando-se as seguintes informações: idade, sexo, raça, possíveis sintomas e patologias apresentadas.

A coleta dos dados foi realizada em uma sala com temperatura entre 21° C e 23° C e umidade entre 40 e 60%. As crianças foram orientadas para não consumirem durante o período de 12 horas prévias à avaliação bebidas estimulantes do SNA como café, chá e achocolatados e, no dia da avaliação, antes da avaliação autonômica elas foram instruídas a manter-se em silêncio e acordadas, em repouso com respiração espontânea por 30 minutos em decúbito dorsal.

Após a identificação das crianças verificou-se peso, altura, pressão arterial e frequência cardíaca (FC) e, em seguida, foi posicionado no terço distal do esterno da criança uma cinta de captação e, no punho, o receptor de FC Polar S810i (Polar, Finlândia) para captação da frequência cardíaca batimento a batimento. Após a colocação do equipamento a criança foi colocada em decúbito dorsal em um colchonete em repouso, com respiração espontânea, por 30 minutos, sendo em seguida liberada.

Avaliação dos parâmetros cardiovasculares

A FC foi captada por meio do frequencímetro Polar S810i (Polar, Finlândia), equipamento previamente validado para captação dos intervalos RR, assim como para a análise da VFC com a utilização da série de intervalos obtida^{21,22}. A mensuração da pressão arterial foi realizada de forma indireta, com a utilização de estetoscópio (Littman, USA) e esfigmomanômetro aneróide (WelchAllyn, USA) no braço esquerdo apenas uma vez após o preenchimento da ficha de anamnese de acordo com os critérios estabe-

lecidos pela VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial²³.

Avaliação da composição corporal

A avaliação da composição corporal contou com mensuração de peso e estatura das crianças para obtenção do índice de massa corporal (IMC). O peso foi obtido por meio de uma balança digital (Welmy R/I 200, Brasil) e a estatura utilizando-se um estadiômetro (Sanny, Brasil). O IMC foi calculado por meio da fórmula da massa (quilogramas), dividida por sua altura (metros) ao quadrado²⁴.

Avaliação Autonômica

Para a avaliação autonômica posicionou-se uma cinta de captação no terço distal do esterno das crianças e, no punho, o receptor de frequência cardíaca Polar S810i (Polar, Finlândia)^{21,22} e a FC foi registrada batimento a batimento durante todo o protocolo experimental.

A série de intervalos RR passou por uma filtragem digital complementada por manual para eliminação de batimentos ectópicos prematuros e artefatos RR e somente séries com mais de 95% de batimentos sinusais foram incluídas no estudo^{25,26}. Para análise da VFC foram utilizados 1000 intervalos RR e os índices obtidos pelos métodos geométricos foram calculados pelo software Kubios HRV (version 2.0)²⁷.

Foram calculados o RRtri, o TINN e o plot de Poincaré, o qual foi analisado quantitativamente (componentes SD1, SD2 e relação SD1/SD2) e qualitativamente.

O RRtri foi calculado a partir da construção do histograma de densidade dos intervalos RR normais, assim ele foi obtido dividindo-se o número total de intervalos RR utilizados para construção do histograma pela frequência modal dos mesmos (valor do intervalo RR que mais apareceu na série RR)^{9,14}.

O TINN consiste na largura da linha de base da distribuição medida como a base de um triângulo, aproximando a distribuição de todos os intervalos RR, sendo que a diferença dos mínimos quadrados foi utilizada para determinação do triângulo. O RRtri e o TINN expressam a variabilidade global^{9,14}.

O plot de Poincaré permite que cada intervalo RR seja representado em função do intervalo posterior¹⁵.

Para análise quantitativa do plot foram calculados os seguintes índices: SD1 (desvio-padrão da variabilidade instantânea batimento a batimento), SD2 (desvio-padrão a longo prazo dos intervalos RR contínuos) e a relação SD1/SD2¹³.

A análise qualitativa do plot foi feita por meio da análise das figuras formadas pelo seu atrator sendo considerados os seguintes padrões: I) Figura na qual um aumento na dispersão dos intervalos RR é observada com aumento nos intervalos, característica de um plot normal; II) Figura com pequena dispersão global batimento a batimento e sem aumento da dispersão dos intervalos RR a longo prazo, característica de um plot com menor variabilidade²⁸.

Análise de dados

Para a caracterização da população foi utilizado o método estatístico descritivo e os resultados foram apresentados com valores de médias, desvios-padrão, mediana e mínimo e máximo. Para comparação das características dos grupos e dos índices geométricos de VFC, inicialmente, foi determinada a normalidade dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk. Para os dados com distribuição normal foi aplicado o teste t de Student para dados não pareados. Quando a distribuição normal não foi aceita foi aplicado o teste de Mann-Whitney. Em todos os testes foram consideradas diferenças estatisticamente significantes com valores de "p" menor que 0,05.

RESULTADOS

Na tabela 1 está representada a caracterização da amostra de ambos os grupos pela idade, FC, pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), altura, peso e IMC. Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos.

O grupo com DM1 consistiu de 16 voluntários com diagnóstico médico de DM1 (11 meninos e 5 meninas) com tempo de diagnóstico da doença de $4,58 \pm 2,7$ anos, e o grupo controle de 23 crianças saudáveis (14 meninos e 9 meninas). O tratamento destas 16 crianças que compuseram a amostra era realizado somente com insulina (Tabela 1).

Tabela 1: Caracterização amostral do grupo de crianças diabéticas e do grupo controle pela idade, FC, PAS, PAD, altura, peso e IMC

Variável	DM1	Controle	valor de p
Idade (anos)	11.93 ± 2.14 12 (7 – 15)	11.43 ± 1.5 11 (9 – 15)	0.3939
FC (bpm)	84.87 ± 15.03 81.5 (60 – 120)	81.26 ± 11.66 76 (67 – 104)	0.4035
PAS (mmHg)	106.88 ± 9.5 110 (90 – 120)	100 ± 12.06 100 (80 – 120)	0.0645
PAD (mmHg)	65.63 ± 8.14 65 (50 – 80)	64.35 ± 10.37 70 (40 – 80)	0.6829
Altura (m)	1.52 ± 0.15 1.53 (1.22 – 1.71)	1.53 ± 0.09 1.54 (1.36 – 1.67)	0.8539
Peso (Kg)	43.68 ± 13.23 42.35 (23.6 – 68.8)	47.7 ± 12.27 49.9 (25.3 – 74)	0.3365
IMC (kg/m ²)	18.31 ± 2.96 17.6 (14.6 – 25.2)	19.98 ± 3.52 20.2 (13.5 – 27.2)	0.1297

Média ± desvio-padrão Mediana (mínimo – máximo); DM1: diabetes mellitus tipo 1; FC: frequência cardíaca; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; IMC: índice de massa corpórea. *p < 0,05

Os índices geométricos RRtri, TINN, SD1, SD2 e a relação SD1/SD2 podem ser visualizados na tabela 2. Observam-se valores significativamente menores para o

grupo diabético em comparação ao grupo controle, exceto para a relação SD1/SD2 que não apresentou diferença significativa entre os grupos (Tabela 2).

Tabela 2: Valores dos índices RRtri, TINN, SD1, SD2 e a relação SD1/SD2 de ambos os grupos.

Variável	DM1	Controle	valor de p
RRtri ^a	12.35 (10.36 – 17.13) [4.03 – 18.52]	16.13 (14.49 – 21.74) [11.91 – 30.3]	0.0034*
TINN ^a	230 (185 – 327.5) [75 – 545]	325 (260 – 385) [210 – 650]	0.0120*
SD1 ^a	24.95 (22.33 – 33.6) [7.7 – 47.4]	36.4 (31.1 – 46) [11.6 – 56.5]	0.0059*
SD2 ^b	76.22 ± 32.75 [18.9 – 146.6]	100.39 ± 28.35 [63.4 – 161.5]	0.0188*
SD1/SD2 ^a	0.37 (0.28 – 0.51) [0.16 – 0.64]	0.4 (0.31 – 0.41) [0.18 – 0.66]	0.9886

^aMediana (intervalo interquartil) [intervalo de confiança]; ^bMédia ± desvio-padrão [intervalo de confiança]; DM1: diabetes mellitus tipo 1; RRtri: índice triangular; TINN: interpolação triangular dos intervalos RR; SD1: desvio-padrão da variabilidade instantânea batimento a batimento; SD2: desvio-padrão a longo prazo dos intervalos RR contínuos; SD1/SD2: razão entre SD1/SD2; *p < 0,05.

Na figura 1 temos a representação qualitativa do plot de Poincaré de dois voluntários diabéticos e dois

voluntários saudáveis, tomados como representantes dos demais voluntários do estudo.

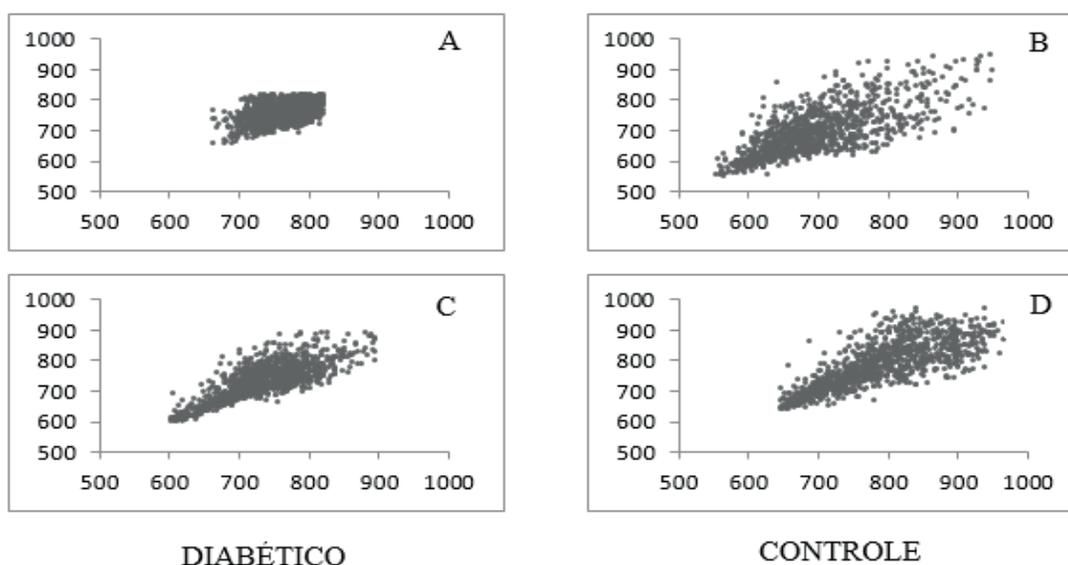


Figura 1: Padrão visual do plot de Poincaré observado no grupo diabético (Gráfico A: SD1 = 25,3 e SD2 = 73,1; Gráfico C: SD1 = 26,1 e SD2 = 75,4) e no grupo controle (Gráfico B: SD1 = 41,4 e SD2 = 101,8; Gráfico D: SD1 = 36,4 e SD2 = 100,5).

■ DISCUSSÃO

No presente estudo, foram avaliados índices geométricos da VFC de crianças com DM1. Os resultados obtidos apontam redução do RRtri, TINN, SD1 e SD2 nas crianças diabéticas. A razão SD1/SD2 foi semelhante entre os grupos. Na análise qualitativa do plot de Poincaré crianças com DM1 apresentaram uma figura com menor dispersão dos pontos quando comparado ao das crianças controle. Esses achados sugerem que a VFC está reduzida em crianças com DM1.

O índice SD1, que representa o desvio-padrão da variabilidade instantânea batimento a batimento e indica a influência do sistema nervoso parassimpático sobre o nódulo sinoatrial⁹, foi menor nas crianças diabéticas, sugerindo que a atividade parassimpática está reduzida nessas crianças.

Redução da atividade parassimpática em crianças com DM1 foi também relatada por outros autores utilizando índices de VFC nos domínios do tempo e da frequência^{17,18}. De acordo com Kardelen et al.¹⁸, crianças com DM1 (média de idade: 12,0 ± 4,0 anos) apresentam redução significativa dos índices RMSSD e HFms² e Chen et al.¹⁷ observaram menores valores do índice LnHF nessas crianças (média de idade: 10,3 ± 1,6 anos) em comparação as saudáveis, ambos indicando redução da atividade parassimpática.

Existem indícios de que sinais de disfunção autonômica em diabéticos se iniciam no sistema nervoso parassimpático (SNP), pois acredita-se que a NAC acomete primeiro as fibras nervosas mais longas, estando relacionada ao dano do nervo vago e assim, influenciando na atividade parassimpática^{5,20}. Os resultados sugerem que os índices que avaliam o SNP são importantes para detectar alterações iniciais na modulação autonômica destes pacientes.

A análise dos índices SD2, RRtri e TINN, que avaliam a variabilidade global dos intervalos RR⁸, apresentaram-se reduzidos nas crianças diabéticas em comparação com as saudáveis, sugerindo que esta população também apresenta redução da VFC global, corroborando com dados apresentados por outros estudos¹⁷.

Kardelen et al.¹⁸ avaliaram a variabilidade global dos intervalos RR de crianças com DM1 e encontraram redução significativa em SDNN, sugerindo redução da variabilidade global dos intervalos RR. Ozgur et al.²⁰ também avaliaram a variabilidade global por meio do índice SDNN e não encontraram diferenças significativas entre os grupos, porém menores valores foram observados no grupo de crianças diabéticas em comparação com as saudáveis.

Já quanto à relação SD1/SD2, as análises mostraram que não ocorreram diferenças significativas des-

se índice quando comparado o grupo de crianças com DM1 e o grupo de crianças saudáveis, o que é justificado pela redução dos índices SD1 e SD2 nas crianças com DM1.

Corroborando com os achados acima, a análise visual do plot de Poincaré também sugere redução na VFC global das crianças com DM1. Nessas crianças as análises mostraram uma menor dispersão dos intervalos RR tanto batimento-a-batimento quanto a longo prazo em comparação com as crianças saudáveis.

Resultados semelhantes a esse foram encontrados em um estudo realizado com crianças obesas de 8 a 13 anos que analisaram o plot de Poincaré pela análise qualitativa. Este encontrou no grupo de crianças obesas uma menor dispersão dos intervalos RR tanto batimento a batimento quanto a longo prazo em comparação ao seu grupo controle¹⁴.

Sabe-se que as necessidades metabólicas do organismo são reguladas pela VFC, assim uma alta VFC reflete a capacidade do corpo em se adaptar, refletindo uma boa condição de saúde, enquanto que, quando ocorrem danos ou perturbações para o controle desse sistema, a VFC está reduzida^{29,30}. Essa redução da VFC pode ser a primeira constatação da NAC em pacientes diabéticos⁵.

Diante do exposto, observa-se que a presença da DM1 em crianças ocasiona alterações na dinâmica do SNA, este fato deve ser prevenido e tratado, visto que a neuropatia autonômica está associada com uma piora no prognóstico e na qualidade de vida^{4,20}.

Desta forma, entende-se que a descoberta precoce de alterações no SNA é importante, pois estratégias de tratamento poderão ser elaboradas de forma mais direcionada, contribuindo com a prevenção do aparecimento de complicações ou impedindo a evolução do quadro, proporcionando um melhor prognóstico ao paciente^{17,31}.

Como limitação do estudo, pode-se citar o seu caráter transversal, que impossibilita o acompanhamento do comportamento autonômico dessas crianças, limitando a avaliação da evolução temporal da doença. Além disso, o tempo de diagnóstico foi diferente entre os diabéticos, o que pode ter influenciado nos índices analisados. Estudos futuros podem ser realizados de forma longitudinal com essa população com o objetivo de verificar a progressão das alterações autonômicas e avaliar se o tempo de diagnóstico da doença pode influenciar nos índices que avaliam a modulação autonômica.

Conclui-se, que crianças com diabetes mellitus tipo 1 apresentam alterações autonômicas caracterizadas por redução da variabilidade global e da atividade parassimpática. Os resultados indicam que os índices utilizados são eficazes para avaliação clínica de manifestações autonômicas da doença e acompanhamento de condutas terapêuticas realizadas nesses pacientes.

■ REFERÊNCIAS

1. Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD). Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes: 2013-2014. São Paulo: Grupo Editorial Nacional; 2014.

2. Patterson C, Guariguata L, Dahlquist G, Soltész G, Ogle G, Silink M. Diabetes in the young – a global view and worldwide estimates of numbers of children with type 1 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* 2014;103(2):161-75. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.diabres.2013.11.005>
3. Britto TB, Sadala MLA. Diabetes mellitus juvenil: a experiência de familiares de adolescentes e pré-adolescentes. *Ciênc Saude Coletiva.* 2009;14(3):947-60. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232009000300031>
4. Alves RL, Freitas FM, Fernandes ASN, Ferraz SC, Silva E, Côrrea CL, et al. Modulação autonômica e capacidade funcional em indivíduos portadores de diabetes. *J Hum Growth Dev.* 2012;22(3):321-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.7322/jhgd.46396>
5. Balcioglu AS, Mùderrissođlu H. Diabetes and cardiac autonomic neuropathy: clinical manifestations, cardiovascular consequences, diagnosis and treatment. *Worl J Diabetes.* 2015;6(1):80-91. DOI: <http://dx.doi.org/10.4239/wjd.v6.i1.80>
6. Pop-Busui R. Cardiac autonomic neuropathy in Diabetes. A clinical perspective. *Diabetes Care.* 2010;33(2):434-41. DOI: <http://dx.doi.org/10.2337/dc09-1294>
7. Abreu LC. Variabilidade da frequência cardíaca como marcador funcional do desenvolvimento. *J Hum Growth Dev.* 2012;22(3): 279-82. DOI: <http://dx.doi.org/10.7322/jhgd.46712>
8. Santana MDR, Souza ACA, Abreu LC, Valenti VE. Association between oral variables and heart rate variability. *Int Arch Med.* 2013;6(1):49. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1755-7682-6-49>
9. Silva SAF, Guida HL, Antônio AMS, Vanderlei LCM, Ferreira LL, Abreu LC, et al. Auditory stimulation with music influences the geometric indices of heart rate variability in men. *Int Arch Med.* 2014;7:27. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1755-7682-7-27>
10. Rajendra AU, Paul JK, Kannathal N, Lim CM, Suri JS. Heart rate variability: a review. *Med Bio Eng Comput.* 2006;44(12):1031-51. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11517-006-0119-0>
11. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation.* 1996;93(5):1043-65. DOI: <http://dx.doi.org/10.1161/01.CIR.93.5.1043>
12. Voss A, Baier V, Schulz S, Bar KJ. Linear and nonlinear methods for analyses of cardiovascular variability in bipolar disorders. *Transl Psychiatry.* 2006;8(5 Pt 1):441-52. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-5618.2006.00364.x>
13. Vanderlei FM, Rossi RC, Souza NM, Sá DA, Gonçalves TM, Pastre CM, et al. Heart rate variability in healthy adolescents at rest. *J Hum Growth Dev.* 2012;22(2):173-78.
14. Vanderlei LCM, Pastre CM, Freitas Júnior IF, Godoy MF. Índices Geométricos de Variabilidade da Frequência Cardíaca em Crianças Obesas e Eutróficas. *Arq Bras Cardiol.* 2010;95(1):35-40. DOI: [10.1590/S0066-782X2010005000082](http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2010005000082)
15. Guzik P, Piskorski J, Krauze T, Schneider R, Wesseling KH, Wykretowicz A, et al. Correlations between the poincaré plot and conventional heart rate variability parameters assessed during paced breathing. *J Physiol Sci.* 2007;57(1):63-71. DOI: <http://doi.org/10.2170/physiolsci.RP005506>
16. Gardim CB, Oliveira BAP, Bernardo AFB, Gomes RL, Pacagnelli FL, Lorençoni RMR, et al. Variabilidade da frequência cardíaca em crianças com diabetes melito tipo 1. *Rev Paul Pediatr.* 2014;32(2):279-85. DOI: <http://doi.org/10.1590/0103-0582201432215513>
17. Chen S, Lee Y, Chiu H. Impact of physical activity on heart rate variability in children with type 1 diabetes. *Childs Nerv Syst.* 2008;24(6):741-7. DOI: <http://doi.org/10.1007/s00381-007-0499-y>
18. Kardelen F, Akçurin G, Ertug H, Akçurin S, Bircan I. Heart rate variability and circadian variations in type 1 diabetes mellitus. *Pediatr Diabetes.* 2006;7(1):45-50. DOI: <http://doi.org/10.1111/j.1399-543X.2006.00141.x>
19. Lucini D, Zuccotti G, Malacarne M, Scaramuzza A, Riboni S, Palombo C, et al. Early progression of the autonomic dysfunction observed in pediatric type 1 diabetes mellitus. *Hypertension.* 2009;54(5):987-94. DOI: <http://doi.org/10.1161/hypertensionaha.109.140103>
20. Özgür S, Ceylan Ö, Senocak F, Örün UA, Dogan V, Yilmaz O, et al. An evaluation of heart rate variability and its modifying factors in children with type 1 diabetes. *Cardiol Young.* 2014;24(5):872-9. DOI: <http://doi.org/10.1017/S1047951113001224>
21. Vanderlei L, Silva R, Pastre C, Azevedo F, Godoy M. Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. *Braz J Med Biol Res.* 2008;41(10):854-59. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0100-879X2008005000039>
22. Gamelin F, Berthoin S, Bosquet L. Validity of the polar s810 heart rate monitor to measure R-R intervals at rest. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38(5):887-93. DOI: <http://doi.org/10.1249/01.mss.0000218135.79476.9c>
23. Sociedade Brasileira de Cardiologia; Sociedade Brasileira de Hipertensão; Sociedade Brasileira de Nefrologia. VI Diretrizes brasileiras de hipertensão. *Arq Bras Cardiol.* 2010; 95(1 supl 1):1-3. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2010001700001>

24. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica (Abeso) Diretrizes Brasileiras de Obesidade: 2009/2010. 3ed. São Paulo: AC Farmacêutica; 2009; p.1-83.
25. Porto LG, Junqueira Jr LF. Comparison of time-domain short-term heart interval variability analysis using a wrist-worn heart rate monitor and the conventional electrocardiogram. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2009;32(1):43-51. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-8159.2009.02175.x>
26. Vanderlei FM, Vanderlei LCM, Garner DM. Heart rate dynamics by novel chaotic globals to HRV in obese youths. *J Hum Growth Dev.* 2015;25(1):82-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.7322/jhgd.96772>
27. Niskasen JP, Tarvainen MP, Ranta-Aho PO, Karjalainen PA. Software for advanced HRV analysis. *Comput Methods Programs Biomed.* 2004;76(1):73-81. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cmpb.2004.03.004>
28. Tulppo MP, Huikuri HV, Tutungi E, Kimmerly DS, Gelb AW, Hughson RL, et al. Feedback effects of circulating norepinephrine on sympathetic outflow in healthy subjects. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2005;288(2):705-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.1152/ajpheart.00540.2004>
29. Barreto GS, Vanderlei FM, Vanderlei LCM, Garner DM. Risk Appraisal by novel chaotic globals to HRV in subjects with malnutrition. *J Hum Growth Dev.* 2014;24(3):243-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.7322/jhdg.88900>
30. Souza ACA, Cisternas JR, Abreu LC, Roque AL, Monteiro CBM, Adami F, et al. Fractal correlation property of heart rate variability in response to the postural change maneuver in healthy women. *Int Arch Med.* 2014;7:25. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1755-7682-7-25>
31. Ranasinghe DC, Ranasinghe P, Jayawardena R, Matthews DR, Katulanda P. Evaluation of physical activity among adults with diabetes mellitus from Sri Lanka. *Int Arch Med.* 2014;7:15. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/1755-7682-7-15>

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

Abstract

Introduction: Diabetes mellitus type 1 has been established as one of the most common noncommunicable diseases among children, diabetic autonomic dysfunction presenting as one of its most frequent complications, however, few studies have evaluated autonomic modulation through heart rate variability in diabetic children.

Objective: To analyze the autonomic modulation in children with diabetes mellitus type 1.

Methods: Data from 36 children of both sexes were analyzed, who were divided into two groups: Diabetes mellitus type 1, n = 13 (11.62 ± 2.18) with a diagnosis of Diabetes mellitus type 1 and control, n = 23 (11.04 ± 1.02) without the disease. Initially personal data, weight, height, heart rate and blood pressure were collected. Subsequently, for the analysis of autonomic modulation, the heart rate beat-to-beat was captured using a heart rate monitor in the supine position for 30 minutes. The geometric indices (RRtri, TINN, Poincaré plot) were calculated to analyze autonomic modulation. The Student t test for parametric data or the Mann-Whitney test for nonparametric data, with a 5% significance level, were used for comparison between groups.

Results: The results demonstrated a reduction in RRtri, TINN, SD1 and SD2 in diabetic children. The SD1/SD2 ratio was similar between groups. In the qualitative analysis of the Poincaré plot, the children with Diabetes mellitus type 1 presented a figure with less dispersion of the points when compared to the control children.

Conclusion: Children with diabetes mellitus type 1 have reduced overall variability and parasympathetic modulation.

Keywords: Diabetes Mellitus Type 1, Child, Autonomic Nervous System.