

ESTUDO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA¹

STUDY OF HEART RATE VARIABILITY IN PATIENTS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE

Mário Augusto PASCHOAL²
Karina Friggi Sebe PETRELLUZZI³
Natáli Valim Oliver GONÇALVES⁴

RESUMO

Por ser o sistema nervoso autônomo o responsável pelo equilíbrio das funções orgânicas, das quais o coração participa, batimento a batimento, entende-se que o registro dos batimentos cardíacos e a devida análise de seus intervalos consecutivos através do método da variabilidade da frequência cardíaca possam expressar o balanço vago-simpático cardíaco. Nesta pesquisa, este método (domínio do tempo) foi empregado para se estudar as características do padrão de comportamento autonômico cardíaco de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (n=10; idade média = 63,4 ± 8,1 anos), os quais foram comparados a um grupo controle (n=10; idade média = 55,7 ± 5,5 anos), constituído por indivíduos saudáveis. Para isso, todos os voluntários tiveram seus batimentos cardíacos registrados durante o tempo de dez minutos, enquanto permaneciam em repouso na posição supina. Para a análise da variabilidade da frequência cardíaca aplicou-se o cálculo dos desvios-padrão das médias de todos os intervalos RR (iRR) normais registrados, denominado *standard deviation normal to normal*, o qual revelou menores valores (p<0,05) nos pacientes com doença pulmonar obstrutiva

⁽¹⁾ Apoio: Coordenadoria de Estudos e Apoio à Pesquisa (CEAP), PUC-Campinas.

⁽²⁾ Faculdade de Fisioterapia, Centro de Ciências da Vida, PUC-Campinas. Av. John Boyd Dunlop, s/n., Jd. Ipaussurama, 13059-900, Campinas, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: M.A. PASCHOAL.

⁽³⁾ Acadêmica, Faculdade de Fisioterapia, Centro de Ciências da Vida, PUC-Campinas. Bolsista CEAP/PUC-Campinas.

⁽⁴⁾ Acadêmica, Faculdade de Fisioterapia, Centro de Ciências da Vida, PUC-Campinas. Bolsista PIBIC/CNPq.

crônica (mediana de 11,0 ms) quando comparados ao grupo controle (mediana de 15,0ms). Este resultado sugere que a doença pulmonar obstrutiva crônica, mesmo considerada leve, pode ter promovido modificações funcionais cardíacas com reflexo sobre o controle autonômico cardíaco.

Termos de indexação: fisioterapia respiratória, doenças respiratórias, pneumopatias, frequência cardíaca, doença cardiopulmonar, sistema nervoso autônomo.

ABSTRACT

As the autonomic nervous system is the responsible for the equilibrium of the organic functions, in which the heart participates, beat to beat, it is understood that the heart beat recording and the analysis of consecutive intervals, by heart rate variability method could express the cardiac vagal-sympathetic balance. In the present study, this method (time domain) was used to evaluate the characteristics of the cardiac autonomic behavior in patients with mild chronic obstructive pulmonary disease (n=10, mean age 63.4±8.1 years), who were compared to a control group (n=10; mean age= 55.7±5.5 years), composed of healthy individuals. For this, the heart beats of all volunteers were recorded during ten minutes, while they were resting in supine position. The heart rate variability was obtained by the application of the standard deviation of the averages of normal to normal beats of the entire recording (standard deviation normal to normal), which revealed lower values ($p<0.05$) in patients with chronic obstructive pulmonary disease (median of 11.0 ms), when compared to the control group (median of 15.0 ms). This result suggests that the mild chronic obstructive pulmonary disease could have promoted cardiac functional modifications whith reflex on the cardiac autonomic control.

Index terms: *respiratory physical therapy, respiratory tract, lung diseases, heart rate, pulmonary heart disease, autonomic nervous system.*

INTRODUÇÃO

Todas as ações do sistema cardiovascular que têm por objetivo a preservação da homeostasia orgânica são comandadas principalmente pelo Sistema Nervoso Autônomo (SNA), o qual, através de seus prolongamentos eferentes simpático e parassimpático, atua sobre o nódulo sino-atrial, modulando a função cardíaca e adaptando-a à demanda tecidual.

Essa constante interferência do SNA sobre os batimentos cardíacos encontra-se na dependência de informações que partem central ou periféricamente, através das aferências nervosas, refletindo sensíveis modificações dos sistemas respiratório^{11,21,23}, vasomotor, renina-angiotensina-aldosterona, barorreceptor, termorregulador²⁴, e outros. Tais alterações em diferentes frequências, relacionam-se a maior ou menor ativação simpática

ou vagal sobre o coração, tendo reflexos temporais sobre os intervalos interbatimentos.

De acordo com pesquisas de Longo *et al.* (1995)¹⁷, o coração é um órgão que recebe intensa influência autonômica e uma de suas principais características é modificar a frequência de seus batimentos. Estas flutuações espontâneas da frequências cardíacas (FC) refletem a interação entre as perturbações ao sistema cardiovascular em andamento e a resposta de seus mecanismos reguladores²⁹. Assim, pressupõe-se que quanto maior variabilidade da frequência cardíaca em determinadas situações controles, como na condição de repouso ou durante o sono, existe melhor saúde do sistema cardiovascular, o qual, de pronto, estaria reagindo, batimento a batimento, aos estímulos responsáveis pela adequação do débito cardíaco.

Muitos são os estudos nas duas últimas décadas, do século XX, reconhecendo a significativa relação entre o SNA e a mortalidade cardiovascular, incluindo a morte súbita³⁵. Cresceram as evidências experimentais demonstrando que a maior atividade simpática e a reduzida atividade parassimpática poderiam causar arritmias letais. Em vista disso, para a quantificação da participação destes componentes nervosos sobre o coração, pesquisadores procuraram desenvolver métodos menos invasivos, mais confiáveis e mais baratos.

O advento da análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), primeiramente no domínio do tempo¹² e depois no domínio da frequência², permitiu, com o devido aprimoramento da metodologia e do instrumental, uma melhor quantificação do perfil do controle nervoso cardíaco através de métodos não invasivos. Desta forma, várias doenças puderam ser detectadas, monitoradas e melhor tratadas com a aplicação desta técnica.

O emprego da VFC expandiu-se para investigações inicialmente de doenças nas áreas de ginecologia e obstetrícia¹² e, em seguida, de enfermidades neurológicas^{1,15,16,17,20,36}, insuficiência renal¹⁷, diabetes^{7,8} e, principalmente, doenças cardiovasculares como infarto do miocárdio, arritmias ventriculares^{9,14,19,32}, hipertensão arterial¹⁰ e insuficiência cardíaca⁴, além de procedimentos como transplante cardíaco²⁸ e reabilitação cardíaca³⁷.

Também na área de atividades físicas e esportes em geral, o emprego do método da análise da VFC permitiu o reconhecimento da magnitude das adaptações autonômicas cardiorrespiratórias decorrentes da exposição, aguda ou crônica, aos mais diversos métodos de treinamento ou tipos de modalidades esportivas^{26,27,31}, tendendo a melhorar a participação protetora do parassimpático sobre o coração.

Outrossim, desperta a atenção a pouca utilização deste procedimento em estudos envolvendo pacientes portadores de doenças pulmonares obstrutivas crônicas (DPOC), como a bronquite crônica e o enfisema pulmonar, sabidamente um grupo de moléstias de alta prevalência no Brasil e no mundo todo que, a médio e longo prazo, tendem a agredir o coração pela

sobrecarga imposta às câmaras direitas, devido a hipertensão pulmonar de graus variados, levando a mecanismos adaptativos patológicos como dilatação e hipertrofia ventricular direita^{3,32} e modificações dos processos eletroneurofisiológicos do coração.

Além disso, nestes casos é alta a ocorrência de morbidade, causada pela freqüente dispnéia associada à progressiva limitação à realização de atividades físicas, mesmo as mais leves, acarretando, como consequência, o precoce afastamento das atividades profissionais, as internações hospitalares pelo agravamento da doença de base e o surgimento de moléstias recorrentes como a pneumonia e a tuberculose. Nos casos mais graves são elevados os índices de mortalidade por paradas cardiorrespiratórias e arritmias cardíacas.

Com os dados sobre a VFC de pacientes estáveis ou compensados com DPOC, comparados aos de indivíduos normais da mesma faixa etária (grupo controle), esta pesquisa visou a compreensão das interferências da doença sobre o controle autonômico cardíaco destes pacientes, o que servirá de parâmetro para a tomada de decisões terapêuticas relacionadas a atenção, orientação e prevenção de complicações e para a adequada prescrição e execução do tratamento.

CASUÍSTICA E MÉTODOS

Foram estudados dez pacientes portadores de diagnóstico clínico de doença pulmonar obstrutiva crônica – enfisematosos e bronquíticos crônicos – os quais encontravam-se em tratamento no Ambulatório de Fisioterapia da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas) no período relativo à coleta de dados e atendiam aos critérios de inclusão (deu-se especial atenção à não-existência de doenças associadas que sabidamente pudessem interferir no controle autonômico cardíaco), e dez voluntários saudáveis os quais aceitaram participar do estudo após lerem, entenderem e assinarem o termo de consentimento pós-informado. Foram considerados indivíduos saudáveis aqueles com comprovantes de exames clínicos e laboratoriais recentes revelando valores concordantes com a normalidade e sem

modificações cardíacas ou respiratórias ao exame de avaliação realizado.

Todos os procedimentos obedeceram à resolução 196/96 do Ministério da Saúde, que estabelece normas de conduta em pesquisas com a participação de seres humanos, tendo o presente projeto recebido a aprovação do Comitê de Ética em pesquisas envolvendo seres humanos, da PUC-Campinas.

Alguns pacientes não faziam uso de medicamentos e os que usavam apenas medicação de manutenção (broncodilatadores, mucolíticos, antiinflamatórios e outros) foram orientados a fazer uma interrupção de seu uso durante as 24 horas anteriores ao registro de seus batimentos cardíacos.

No dia da coleta de dados, os portadores de bronquite crônica e enfisema pulmonar que participaram do estudo, obedecendo aos critérios de inclusão, encontravam-se em uma condição de equilíbrio cardiorrespiratório representado por: a) ausculta pulmonar sem ruídos adventícios importantes (frequentemente os pacientes com DPOC leves apresentam murmúrio vesicular diminuído e roncos e sibilos difusos); b) ausculta cardíaca apresentando bulhas rítmicas e ausência de sopros; c) ausência de dispnéia e cianose; d) índice considerado razoável ou acima dele, no teste de 6 minutos em cicloergômetro – teste de Paschoal²⁷; e) pressão arterial sistólica com valor máximo de 150mmHg e mínimo de 110mmHg, e diastólica com valor máximo de 95mmHg e mínimo de 60mmHg; f) valores de saturação arterial de oxigênio (SatO₂) entre 90% e 100%; g) interrupção do uso de medicação broncodilatadora em *spray* ou através de nebulizadores há pelo menos 6 horas; h) valores de *peak flow* com redução máxima de 50% em relação aos estimados; i) interrupção da ingestão de café há 6 horas e diminuição do seu consumo no dia anterior (uso de apenas duas xícaras pequenas); j) estado emocional que aparentasse ser normal; k) interrupção do fumo nas últimas 6 horas.

As variáveis investigadas na avaliação antropométrica foram o peso corporal e a estatura, para que se pudesse calcular a superfície corporal e permitir o reconhecimento da amostra estudada nestes aspectos.

O teste no cicloergômetro teve por finalidade determinar a capacidade física dos pacientes a partir do parâmetro distância percorrida durante o tempo fixo de 6 minutos. Para isso, utilizou-se o teste de Paschoal²⁷, por se tratar de uma avaliação ergométrica aplicável a doentes respiratórios e, portanto, de baixa intensidade, embasada em caminhadas de 12 minutos²² ou de 6 minutos⁵. Em suma, o teste consta de 6 minutos de duração, à potência zero, com velocidade mínima válida de 20 quilômetros por hora, equivalente a 60 rotações do pedal por minuto.

Durante a avaliação, a FC foi monitorada por um cardiofrequencímetro Polar® *Pacer NV*, e qualquer alteração de resposta fisiológica normal desta variável seria motivo para a interrupção do teste em andamento. Também a presença de outros sinais e sintomas que expressassem problemas de ordem cardiovascular e respiratória receberiam a mesma atenção e cuidado.

O pico do fluxo expiratório (*peak flow*) foi obtido antes da coleta de dados para análise da VFC. Foi empregado o aparelho *peak flow* da *Healthdyne Technologies*® - USA. Tal avaliação foi feita a partir do acomodamento do indivíduo em posição sentada, com uso de um prendedor nasal para impossibilitar o vazamento do ar expirado pelas narinas durante a execução da expiração forçada. Os pacientes foram orientados para fazer uma inspiração máxima antes de proceder à expiração forçada, a qual daria origem ao valor documentado. Optou-se por selecionar o melhor resultado obtido entre três procedimentos realizados para servir de referência como valor de *peak flow*. O objetivo ao realizar este exame foi determinar, no momento do registro dos batimentos cardíacos, a existência de obstrução das vias respiratórias dos pacientes e o seu grau de severidade.

A medida de saturação de oxigênio no sangue arterial (SatO₂) também foi realizada antes do início dos registros dos batimentos cardíacos, utilizando-se um oxímetro de pulso da marca *Onyx*® – modelo 9500 – *Plymouth (MN)* - USA.

Para estudar e avaliar possíveis alterações do controle vago-simpático cardíaco nos doentes portadores de DPOC, optou-se por utilizar a VFC. Esta importante ferramenta de investigação da

influência do sistema nervoso autônomo sobre o coração pode ser útil à compreensão da fisiopatologia de pacientes com DPOC, pois estes comparados a indivíduos saudáveis, revelam um aumento da resistência de suas vias respiratórias até mesmo na ausência de evidências de insuficiência respiratória³⁸.

A metodologia utilizada, empregando a análise da oscilação de todos os intervalos interbatimentos pelo cálculo de seus desvios-padrão das médias a cada 5 segundos do registro, constitui uma das formas possíveis de se estudar o comportamento autonômico cardíaco no *domínio do tempo*. O registro de curta duração (10 minutos) permitiu que se tivesse uma idéia do balanço vago-simpático cardíaco dos pacientes com DPOC e dos indivíduos normais, pois representa um índice da VFC total.

O procedimento para análise da variabilidade da frequência cardíaca foi iniciado após a verificação de que os dados de FC, pressão arterial (PA), SatO₂, pico do fluxo expiratório, resultado do teste ergométrico de 6 minutos e demais informações de importância estavam dentro dos parâmetros preestabelecidos como satisfatórios, obedecendo, portanto, a todos os critérios de inclusão. Deve ser destacado que todos os registros (pacientes e normais) foram feitos no mesmo horário do dia, ou seja, no período da manhã, após uma noite de sono de pelo menos 8 horas. Esta medida objetivou afastar as influências do comportamento circadiano da FC sobre os dados obtidos.

Para o registro dos batimentos cardíacos usou-se um aparelho cardiofrequencímetro Polar® - modelo *Vantage NV Heart Rate Monitor* - Kempele - Finland, constituído de um cinto, o qual foi fixado sobre a região do precórdio dos voluntários. Através de um relógio de pulso, que faz parte do aparelho, pode-se ler os batimentos cardíacos. Os desvios-padrão (dp) dos intervalos RR (iRR) normais relativos aos batimentos cardíacos foram calculados pelo cardiofrequencímetro e apresentados em seu *display*. Os valores de cada 5 segundos foram anotados em uma planilha e serviram de parâmetro para o cálculo da VFC no domínio do tempo. Durante os 10 minutos do exame, foram anotados 120 valores de dp dos iRR normais de cada voluntário.

Durante todo o tempo necessário para o registro dos batimentos cardíacos, os pacientes foram confortavelmente acomodados, em posição supina, em um ambiente calmo, permanecendo nesta postura durante 15 minutos. Eles foram orientados a não conversar e a não se moverem. Também não puderam dormir no decorrer do referido tempo, podendo apenas fechar os olhos e procurar ter um bom relaxamento. Ao término do registro, retirou-se o aparelho do paciente e este foi dispensado.

Todos os dados representativos da avaliação antropométrica, FC, PA, pico do fluxo expiratório (*peak flow*), SatO₂ e outros foram dispostos em listas ou tabelas. Também foram usados *boxplots*, para representar o sumário dos resultados obtidos nas formas de medianas, 1° e 3° quartis e valores extremos. Para os *boxplots* foi empregado o teste do intervalo de confiança para a mediana, entre os valores obtidos dos pacientes com DPOC e controles. O nível de significância aplicado no teste foi de alfa = 0,05, ou seja, considerou-se como diferença estatisticamente significativa $p < 0,05$ entre os dados comparados.

Com relação à VFC, foram utilizadas as anotações dos valores colhidos durante os 10 minutos de registro e foram feitas comparações entre os grupos empregando-se índices baseados na medida dos intervalos RR individualmente, como o *Standard Deviation Normal to Normal (SDNN)* - desvio-padrão da média de todos os iRR normais, expresso em milissegundos.

O pacote estatístico empregado foi o *S-plus*® 3.0 da AT&T Corporation.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A intenção do presente estudo foi investigar a VFC no domínio do tempo, em doentes portadores de DPOC leves, e comparar os dados obtidos aos de um grupo controle, da mesma faixa etária. Os voluntários foram submetidos a uma avaliação antropométrica e clínica, seguida da coleta de dados dos batimentos cardíacos desenvolvida durante uma condição de repouso controlada.

Avaliações antropométricas e clínicas (condição de repouso)

Houve diferença estatística entre os grupos estudados somente na comparação dos valores de estatura, demonstrando que as demais variáveis analisadas, como peso, idade, superfície corporal e os valores de FC e de PA médios de repouso, os quais não diferiram, contribuíram para a maior homogeneidade entre os dois grupos amostrais comparados (Tabelas 1 e 2).

De todas estas variáveis, a idade poderia provocar viés na comparação entre os grupos, se houvesse diferença significativa entre seus valores. Segundo vários autores^{6,13,34}, a idade mais elevada é um fator de promoção da diminuição da VFC e, portanto, ao utilizá-la como ferramenta de investigação do comportamento autonômico cardíaco, as idades entre os grupos não devem ser diferentes, tal qual foi respeitado no presente trabalho.

Tabela 1. Valores antropométricos e clínicos obtidos ao repouso (grupo DPOC).

Voluntários	Idade (anos)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Sup. corp. (m ²)	PA sistólica (mmHg)	PA diastólica (mmHg)	FC (bat/min)
1	66	55,90	162,00	1,58	120	80	68
2	55	71,00	164,00	1,78	130	90	61
3	58	56,40	173,00	1,66	120	90	88
4	57	80,50	167,00	1,91	120	80	78
5	68	77,80	158,00	1,83	130	70	78
6	69	58,80	168,50	1,66	130	80	74
7	74	55,40	145,00	1,45	140	80	66
8	66	46,50	162,00	1,46	110	70	63
9	49	73,00	172,00	1,88	100	70	105
10	72	74,00	165,00	1,82	120	60	68
X ± Dp	63,4 ± 08,1	64,9 ± 11,6	163,7* ± 8,0	1,7 ± 0,16	122 ± 11,3	77 ± 9,4	74,9 ± 13,3

^(*)p < 0,05 valores maiores do que os do grupo controle.

Tabela 2. Valores antropométricos e clínicos obtidos ao repouso (grupo-controle).

Voluntários	Idade (anos)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Sup. corp. (m ²)	PA sistólica (mmHg)	PA diastólica (mmHg)	FC (bat/min)
1	57	59,40	164,00	1,64	130	80	70
2	63	71,90	165,00	1,79	140	90	53
3	53	41,60	162,50	1,38	105	60	57
4	64	78,80	152,00	1,79	140	90	84
5	59	70,00	155,00	1,70	110	70	75
6	63	58,00	155,00	1,58	120	70	59
7	53	62,00	166,00	1,67	115	85	50
8	47	69,40	155,00	1,70	120	80	76
9	53	64,00	152,00	1,62	140	95	58
10	55	70,30	151,00	1,68	135	95	71
X ± Dp	55,7 ± 5,5	66,6 ± 10,2	157,6* ± 5,93	1,67* ± 0,11	125,5 ± 13,2	81,5 ± 11,7	66,6 ± 11,3

^(*)p < 0,05 valores menores do que os do grupo DPOC.

Outro ponto a ser considerado é que a FC e a PA médias de repouso também não diferiram. Estas variáveis, por serem de ordem cardiovascular, poderiam sugerir prováveis diferenças ligadas ao controle autonômico cardíaco entre os grupos, antes mesmo da realização da análise da VFC, pois, segundo Malliani *et al.* e Sleight *apud* Longo *et al.* (1995)¹⁷, existem dados que sinalizam para o aumento da atividade simpática como fator determinante na hipertensão arterial, em seus estágios iniciais, o mesmo podendo-se observar com relação a valores mais elevados de FC de repouso.

O maior valor significativo da variável estatura ($p < 0,05$) encontrado no grupo DPOC justifica-se pela maior presença de homens neste grupo (oito homens e duas mulheres); em comparação com o controle (seis mulheres e quatro homens). Apesar disto, quando se calculou a área de superfície corporal, não ocorreu diferença significativa entre os grupos, demonstrando que a diferença de valores da variável em questão não interferiu nos dados obtidos.

Em suma, pode-se dizer que existiu boa proximidade entre os valores de todas as variáveis comparadas, conferindo uma similaridade entre os grupos.

O grau máximo de obstrução ao fluxo expiratório (porcentagem de redução com relação aos valores normais individuais esperados) revelado

pelo exame de *peak flow* foi de 46,0% (média de $33,7\% \pm 12,6\%$), sendo de 50,0% o máximo aceitável como critério de inclusão do voluntário no estudo (Tabela 3). Neste caso, dois aspectos devem ser considerados: em primeiro lugar o exame de *peak flow* serviu para demonstrar a presença da doença; em segundo, ao optar por um valor máximo de redução de 50,0%, pode-se ter um grupo mais homogêneo, com relação ao grau de severidade da moléstia.

Outro aspecto a ser ressaltado é que a saturação de oxigênio dos pacientes deveria estar em uma faixa normal (entre 90% e 100%), permitindo concluir, pelos dados obtidos, que se tratavam de indivíduos com doenças estáveis e não graves. Além disso, este valor de referência fez parte do critério de inclusão dos voluntários no estudo e serviu como sinalizador, indicando estarem em condições para realizar o teste de Paschoal.

Avaliação clínica (durante o esforço)

Segundo os critérios do teste de Paschoal²⁷ sobre a condição física estimada para os doentes com DPOC, obteve-se o seguinte resultado: uma condição física muito boa, três moderadas, três razoáveis e três fracas. Portanto, houve uma distribuição bem uniforme do grupo neste quesito.

Tabela 3. Valores do pico do fluxo expiratório (*peak flow*) e da saturação de oxigênio (SatO₂) - DPOC.

Voluntários	Idade	Pico do fluxo expiratório (l/min)	Porcentagem de redução*	Saturação de oxigênio (%)
1	M	300	45	90
2	M	250	46	98
3	F	295	24	93
4	M	240	46	95
5	M	350	30	98
6	M	350	27	92
7	M	330	39	98
8	M	320	33	96
9	F	330	6	96
10	M	290	41	98
X ± Dp	55,7 ± 5,5	305,5 ± 38,1	33,7 ± 12,6	95,4 ± 2,8

(*) Redução calculada com relação aos valores estimados; M = Masculino; F = Feminino.

O valor médio de FC durante o teste de Paschoal, dos pacientes com DPOC, foi de $99,9 \pm 23,3$ batimentos por minuto, enquanto a distância média percorrida pelo grupo no referido tempo foi e 2 688 metros.

Deve ser destacado que nenhum dos pacientes apresentou dispnéia durante o teste e a saturação arterial de oxigênio não teve diminuição significativa durante os 6 minutos do mesmo. Isto permite inferir que eles foram bem orientados com respeito de como deviam se comportar durante a avaliação e as distâncias atingidas não sobrecarregaram seus sistemas transportadores de gases. A FC média de 99,9 batimentos por minuto significou, com relação à idade média do grupo (63,4 anos), um valor de 75,9% da FC submáxima preconizada para a faixa etária dos indivíduos avaliados (FC submáxima é igual a $195 - \text{idade}$). Portanto, o esforço desenvolvido durante o teste, representado pelo valor médio de FC obtido, foi realmente adequado aos pacientes.

Variabilidade da frequência cardíaca

De acordo com os indicadores utilizados no presente trabalho, o grupo DPOC obteve menor

VFC em relação ao controle ($p < 0,05$). Os pacientes com DPOC apresentaram valores médios de desvio-padrão da média dos intervalos interbatimentos iguais a $14,1 \pm 0,89$ ms (mediana de 11,0ms), sendo os 1º e 3º quartis, respectivamente, 4,0ms e 23,0ms, os números apresentados pelo grupo controle foram de $16,8 \pm 0,86$ ms (mediana de 15,0ms), sendo os 1º e 3º quartis, respectivamente, 11,0ms e 22,0ms (Figura 1).

Os valores obtidos nesta pesquisa são concordantes com os apresentados por Volterrani *et al.*³⁸, os quais compararam pacientes com DPOC ($n = 31$; idade média 55 ± 10 anos) a um grupo controle normal ($n = 32$) da mesma faixa etária, durante a condição de repouso, e encontraram diminuição significativa ($p < 0,05$) dos dp dos iRR no grupo DPOC, em relação aos do grupo controle. Estudo de Pagani *et al.*²⁵ também mostrou reduzida variância dos intervalos RR em pacientes com DPOC, na condição de repouso.

Os resultados encontrados no presente trabalho sugerem que realmente os pacientes com DPOC apresentam menor VFC global, em comparação com indivíduos saudáveis da mesma idade.

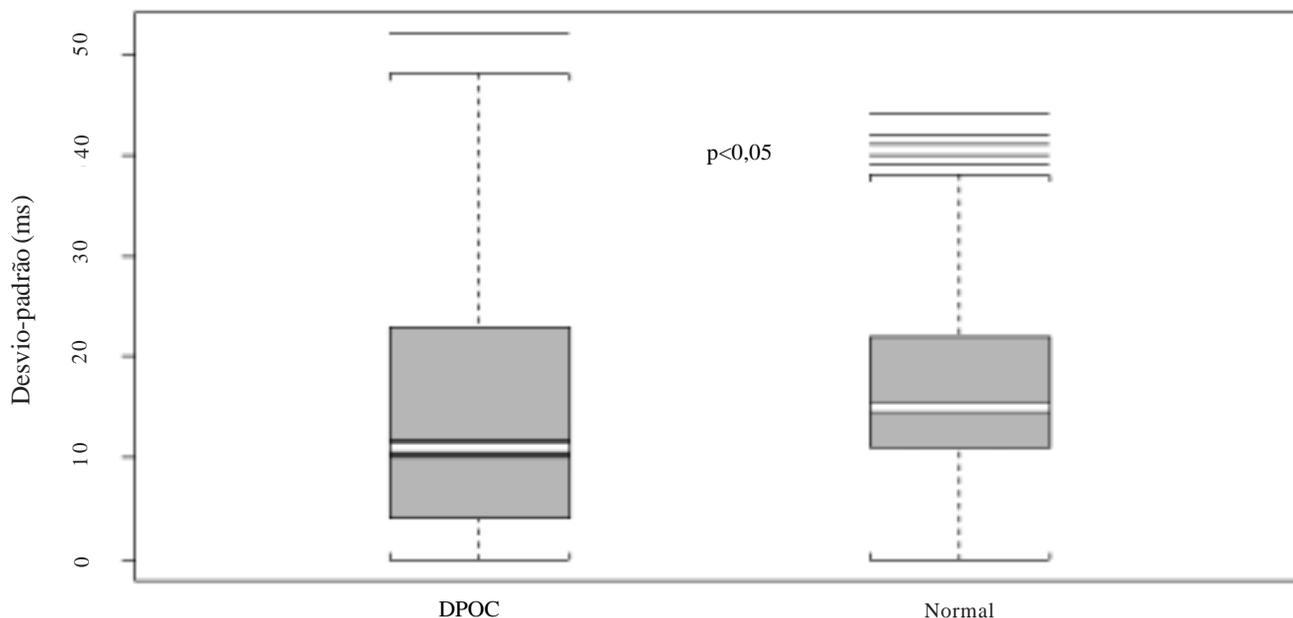


Figura 1. Variabilidade da Frequência Cardíaca dos pacientes com DPOC e dos indivíduos normais representada pelos valores dos desvios-padrão (dp) das médias dos intervalos RR normais, obtidos a cada 5 segundos do tempo de 10 minutos de registro da frequência cardíaca. Os dados estão representados em *boxplots* (caixa cinza) e as medianas pela linha branca horizontal. São apresentados os 1º e 3º quartis e os valores extremos. As linhas pretas horizontais isoladas representam os valores *outliers*.

Dados representativos de maior tônus parassimpático obtidos em alguns estudos relacionam este comportamento autônomo com as alterações ligadas ao mecanismo de broncoconstrição existente nestes pacientes. Ao mesmo tempo, existem pesquisas mostrando maior tônus simpático presente naqueles doentes que já apresentam insuficiência cardíaca³⁸, pois eles têm ampliação da ativação neuroendócrina cardíaca, representada pelo aumento das catecolaminas circulantes.

Em resumo, pode-se inferir que, apesar de o tônus predominante poder ser o parassimpático ou o simpático, dependendo das condições apresentadas pelo paciente no momento, parece ficar estabelecida a ocorrência de redução na VFC total, a qual pode ser percebida nos testes que têm a finalidade de provocar respostas autonômicas cardíacas específicas.

Testes de correlação realizados neste estudo não apontaram maiores ligações entre os valores mais elevados de PA média de repouso e os mais baixos de VFC total, nem para os pacientes com DPOC, nem para as pessoas normais, apesar de existir uma leve tendência de esta correlação acontecer com o grupo controle, o que poderia ser melhor testado com um número maior de indivíduos (aumento da amostra).

Testou-se, também, através da correlação de *Pearson*, a relação entre a VFC e a porcentagem de redução ao fluxo aéreo representada pela interpretação dos valores de *peak flow* comparados aos estimados para cada paciente. Por se saber que há correlação entre a maior obstrução pulmonar e a existência de modificações autonômicas cardíacas, seria interessante constatar se o método utilizado poderia dar algum tipo de indicação nesse sentido. Os resultados mostraram uma tendência, porém sem significância, de relação positiva entre os valores mais elevados de obstrução pulmonar e a maior VFC (maiores valores dos dp das médias dos iRR).

O presente trabalho também não mostrou correlação entre a maior idade e a diminuição da VFC, como relatam Jensen-Urstad *et al.*¹³ e Paschoal²⁶, talvez por terem sido estudados voluntários com faixas etárias muito próximas, não permitindo que esse fato pudesse ser evidenciado.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir com este estudo que o conhecimento sobre o comportamento autônomo cardíaco dos pacientes com DPOC ainda necessita de novas investigações as quais poderão trazer importantes benefícios à terapêutica aplicada a eles. Os resultados obtidos sugerem que estes indivíduos, com evolução da doença, tendem a apresentar prejuízos em seu controle autônomo cardíaco, expressos pela diminuição da VFC, o que, pela própria característica de sua faixa etária mais avançada, gera a necessidade de uma maior atenção a estes doentes.

A menor VFC encontrada nestes pacientes pode refletir, também, a existência de problemas nos ajustes autonômicos da musculatura lisa dos brônquios e bronquíolos aos diversos tipos de estímulos aos quais está submetida, propiciando maior possibilidade de surgirem obstruções das vias respiratórias. Além disso, esta menor VFC dá indícios da ocorrência de inadequada resposta cardíaca a estímulos originados central ou periféricamente.

Com respeito à fisioterapia, a presente pesquisa pode confirmar a preocupação que se deve ter ao se propor a reabilitação pulmonar a estes pacientes, pois o controle autônomo cardíaco encontra-se prejudicado e as repostas cardiovasculares aos exercícios físicos podem ser diferentes daquelas das pessoas normais da mesma faixa etária, exigindo por parte do profissional maior precaução na prescrição da atividade física e rigor na monitorização das variáveis cardiorrespiratórias.

REFERÊNCIAS

1. Anema JR, Heijnenbrock MW, Faes JT, *et al.* Cardiovascular autonomic function in multiple sclerosis. *J Neurol Sci* 1991; 104:129-34.
2. Akselrod S, Gordon D, Ubel FA, Shannon DC, Barger AC, Cohen RJ. Power spectral analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science* 1981; 213(10):220-2.
3. Bethlem N. *Pneumologia* 3.ed. Rio de Janeiro: Atheneu; 1984. p.471.

4. Cohn JN. Abnormalities of peripheral sympathetic nervous system in congestive heart failure. *Circulation* 1990; 82:159-67.
5. Costa D. *Fisioterapia respiratória básica*. Rio de Janeiro: Atheneu; 1999. p.83.
6. De Meersman. Heart rate variability and aerobic fitness *Am Heart J* 1993; 125:726.
7. Ewing DJ, Borse DQ, Bellver F, Clarke BF. Cardiac autonomic neuropathy in diabetes: comparison of measures of R-R interval variation. *Diabetologia* 1981; 21:809-14.
8. Ewing DJ, Martin CN, Young RJ, Clarke BF. The value of cardiovascular autonomic function tests: 10 years experience in diabetes. *Diabetes Care* 1985; 8:491-8.
9. Fei L, Anderson MH, Katritsis D, Sneddon J, Statters DJ, Malik M, *et al.* Decreased heart rate variability in survivors of sudden cardiac death not associated with coronary artery disease. *Br Heart J* 1994; 71(1):16-21.
10. Guzzetti S, Piccaluga E, Casati R, *et al.* Sympathetic predominance in essential hypertension: a study employing spectral analysis of heart rate variability. *J Hypertens* 1988; 6:711-7.
11. Hirsch JA, Bishop B. Respiratory sinus arrhythmia in humans: how breathing pattern modulates heart rate. *Am J Physiol* 1981; 241(4):H620-9.
12. Hon EL, Lee ST. Electronic evaluations of the fetal heart rate patterns preceding fetal death: further observations. *Am J Obstet Gynecol* 1965; 87:814-26.
13. Jensen-Urstad K, Storck N, Bouvier F, Ericson M, Lindblad LE, Jensen-Urstad M. Heart rate variability in healthy subjects is related to age and gender. *Acta Physiol Scand* 1997; 160:235-41.
14. Kleiger RE, Miller JP, Bigger JRJT, Moss AJ, *et al.* Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1987; 59:256-62.
15. Leipzig TJ, Lowensohn RL. Heart rate variability in neurosurgical patients. *Neurosurgery* 1986; 19:356-62.
16. Lowensohn RI, Weiss M, Hon EH. Heart-rate variability in brain damaged adults. *Lancet* 1977; 1:626-8.
17. Longo A, Ferreira D, Correia MJ. Variabilidade da frequência cardíaca. *Rev Port Cardiol* 1995; 14(3):241-62.
18. Malliani A, Pagani M, Lombardi F, Cerutti S. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. *Circulation* 1991; 84(2):482-92.
19. Malliani A, Lombardi F, Pagani M, Cerutti S. Power spectral analysis of cardiovascular variability in patients at risk for sudden cardiac death. *J Cardiovasc Eletrophysiol* 1994; 5(3):274-86.
20. Malpas SC, Whiteside EA, Maling TJ. Heart rate variability and cardiac autonomic function in men with chronic alcohol dependence. *Br Heart J* 1991; 65:84-8.
21. Martins LEB. *A arritmia sinusal respiratória: desenvolvimento e implementação de uma nova abordagem experimental [tese]*. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; 1994.
22. McGavin CR, Gupta SP, McHardy GJR. Twelve minutes walking test for assessing disability in chronic bronchitis. *Br Med J* 1976; 1:822-3.
23. Mehlsen J, Pagh K, Nielsen JSD, *et al.* Heart rate response to breathing: dependency upon breathing pattern. *Clin Physiol* 1987; 7:115-24.
24. Molgaard H, Sorensen KE, Bjerregaard P. Circadian variation and influence of risk factors on heart rate variability in healthy subjects. *Am J Cardiol* 1991; 68:777-84.
25. Pagani M, Lucini D, Pizzinelli P, Sergi M, Bosisio E, Mela GS, *et al.* Effects of aging and of chronic obstructive pulmonary disease on RR interval variability. *J Auton Nerv Syst* 1996; 59(3):125-32.
26. Paschoal MA. *Variabilidade da frequência cardíaca: estudo das influências autonômicas sobre suas características temporal e espectral em halterofilistas e sedentários [tese]*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 1999.
27. Paschoal MA. *Avaliação cardiorrespiratória de esforço e programa de condicionamento aeróbio em cicloergômetro para pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica*. *Rev Bras Fisio* 2002; 6(3). (no prelo).
28. Puig J, Freitas M, Carvalho MJ, Puga N, Ramos J, Fernandes P, *et al.* Spectral analysis of heart rate variability in athletes. *J Sports Med Fitness* 1993; 33:44-8.
29. Sands KE, Appel ML, Lilly LS, *et al.* Power spectrum analysis of heart rate variability in human cardiac transplant recipients. *Circulation* 1989; 79:76-82.
30. Saul JP. Beat to beat variations of HR reflect modulation of cardiac autonomic outflow. *NIPS* 1990; 5:32-7.
31. Shin K, Minamitami H, Onishi S, Yamazaki H, Lee M. Autonomic differences between athletes and nonathletes: spectral analysis approach. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29(11):1482-90.

32. Singh N, Mironov D, Armstrong PW, Ross AM, Langer A. Heart rate variability assessment early after acute myocardial infarction. *Circulation* 1997; 93(7): 1388-95.
33. Tarantino AB. Doenças pulmonares 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1997. p.527.
34. Tasaki H, Serita T, Irita A, Hano O, Iliev I, Ueyama C, *et al.* A 15-year longitudinal follow-up study of heart rate and heart rate variability in healthy elderly persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000; 55(12):M744-9.
35. Task Force of 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; 93:1043-65.
36. Vallbona C, Cardus D, Spencer WA, Hoff HE. Patterns of sinus arrhythmia in patients with lesions of the central nervous system. *Am J Cardiol* 1965; 16:379-93.
37. Vanoli E, Adamson PB, Lin B, Pinna GD, Lazzara R, Or WC. Heart rate variability during specific sleep stages: a comparison of healthy subjects with patients after myocardial infarction. *Circulation* 1995; 91(7):1918-22.
38. Volterrani M, Scalvini S, Mazzuero G, Lanfranchi P, Colombo R, Clark MA, *et al.* Decreased heart rate variability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 1994; 106:1432-37.

Recebido para publicação em 19 de junho de 2001 e aceito em 11 de junho de 2002.

