

# Avaliação da Variabilidade da Frequência Cardíaca em Pacientes com Lesão Medular

*Assessment of Heart Rate Variability in Patients with Spinal Cord Injury*

*José Luis Rodrigues Barbosa<sup>1</sup>, Domingos Belasco Junior<sup>2</sup>*

## RESUMO

**Introdução.** A lesão da medula espinal é considerada grave síndrome neurológica incapacitante, ocorre principalmente em adultos jovens. A variabilidade da frequência cardíaca vem sendo utilizada como meio não-invasivo para avaliar o controle neural do coração analisando as flutuações. **Objetivo.** avaliar a variabilidade da frequência cardíaca em pacientes com trauma-raquimedular submetidos a um teste incremental de membros superiores. **Método.** Quatro indivíduos do sexo masculino com diagnóstico de trauma-raquimedular realizaram um teste incremental de esforço máximo no cicloergômetro de membros superiores. Todos os registros dos batimentos cardíacos foram feitos com o emprego de um cardiofrequencímetro (Polar® S810 Heart Rate Monitor). Esses batimentos registrados foram direcionados a um computador por meio de uma interface IR de emissão de sinais infravermelhos, para que se pudesse proceder a análise da variabilidade da frequência cardíaca pelo uso do software Polar Precision Performance. **Resultados.** Os valores da variabilidade da frequência cardíaca são maiores no indivíduo com trauma-raquimedular mais alta (T1) quando comparado com os indivíduos com trauma-raquimedular mais baixa (T3, T6, T10). **Conclusão.** A variabilidade da frequência cardíaca foi maior no indivíduo com TRM nível T1 quando comparado com os indivíduos com TRM mais baixo (T3, T6, T10).

**Unitermos.** Paraplegia, Frequência Cardíaca, Teste de Esforço.

**Citação.** Barbosa JLR, Belasco Junior D. Avaliação da Variabilidade da Frequência Cardíaca em Pacientes com Lesão Medular.

## ABSTRACT

**Introduction.** Spinal cord injury is considered serious disabling neurological syndrome, occurs mainly in young adults. The heart rate variability has been used as a noninvasive means to assess the neural control of heart analyzing fluctuations. **Objective.** To assess heart rate variability in patients with spinal cord injury underwent an incremental test of upper limbs. **Method.** Four male subjects with a diagnosis of spinal cord injury performed an incremental test to maximal effort on a cycle ergometer of upper extremities. All records of heartbeats were made with the use of a heart rate monitors (Polar® S810 Heart Rate Monitor). These recorded beats were directed to a computer through an interface IR emission of infrared signals, so that they could carry out analysis of heart rate variability by using the Polar Precision Performance software. **Results.** The values of heart rate variability are greater in individuals with spinal cord injury highest (T1) compared with individuals with spinal cord injury lowest (T3, T6, T10). **Conclusion.** The variability of heart rate was higher in individuals with SCI at T1 when compared with individuals with lower TRM (T3, T6, T10).

**Keywords.** Paraplegia, Heart Rate, Stress Test.

**Citation.** Barbosa JLR, Belasco Junior D. Assessment of Heart Rate Variability in Patients with Spinal Cord Injury.

### Endereço para correspondência:

José LR Barbosa  
Universidade Metodista de São Paulo  
Rua Planalto, 106, Rudge Ramos  
CEP 09640-060, São Bernardo do Campo-SP, Brasil.  
E-mail: jluis-fisio@hotmail.com

**Trabalho realizado na Clínica Escola de Fisioterapia da Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo-SP, Brasil.**

1. Pós-Graduando em Fisioterapia em Neurologia na Universidade Metodista de São Paulo – UMESP, São Bernardo do Campo-SP, Brasil.  
2. Fisioterapeuta, Doutor em Ciências pela Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP-EPM, Docente do curso de Fisioterapia da Universidade Metodista de São Paulo – UMESP, São Paulo-SP, Brasil.

Relato de Caso  
Recebido em: 28/08/09  
Aceito em: 02/06/10  
Conflito de interesses: não

## INTRODUÇÃO

O trauma raqui-medular (TRM) é uma síndrome que leva o paciente a complicações neurológicas graves e incapacitantes sob o ponto de vista sensitivo, motor e neuro-vegetativo abaixo do local comprometido, com maior frequência de acometimento em jovens do sexo masculino<sup>1-3</sup>.

Pacientes com TRM torácica alta e cervical apresentam um funcionamento inadequado do sistema nervoso autônomo (SNA) podendo repercutir clinicamente como: hipotensão ortostática, crise autonômica hipertensiva e na regulação térmica<sup>4</sup>.

A inervação do coração pelo SNA não é essencial para o seu funcionamento, mas é um mecanismo regulador importante nas condições fisiológicas e patológicas. Por sua ação sobre o nódulo sinusal, átrio-ventricular e demais tecidos específicos de condução, o sistema nervoso é capaz de regular a frequência dos impulsos, a velocidade de sua propagação, podendo influir sobre a contratilidade miocárdica<sup>5,6</sup>.

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) vem sendo utilizada como uma ferramenta simples, eficaz e não invasiva para avaliar o controle neural do coração analisando as flutuações que ocorrem em períodos curtos ou prolongados<sup>7,8</sup>.

O SNA regula a frequência cardíaca para manutenção da estabilidade do sistema cardiovascular, podendo estas alterações ser avaliadas através das variações nos intervalos RR, constituindo assim a VFC determinada pela integração entre a modulação simpática e parassimpática<sup>9-11</sup>.

As medidas no domínio do tempo são índices obtidos de um contínuo registro do eletrocardiograma (ECG), a partir do qual se determina a dispersão da duração dos intervalos entre complexos QRS normais, isto é, resultante da despolarização sinusal<sup>8</sup>.

O objetivo do estudo foi avaliar a variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo em pacientes com lesão medular submetidos a um teste incremental de membros superiores em um cicloergômetro de braço.

## MÉTODO

### Amostra

O estudo realizado foi prospectivo, transversal, na Clínica de Fisioterapia da Universidade Metodista de São Paulo (UMESP), com prévia aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa protocolo nº 228423 tendo como critérios de inclusão: indivíduos com diagnóstico médico de TRM, que obtivessem nota A na escala de Frankel<sup>12</sup>, não realizassem nenhuma atividade física específica para membros superiores, cognitivo preservado avaliado através do mini-exame do estado mental<sup>13</sup>, compreendessem e assinassem o termo para participar do estudo e como critérios de exclusão: presença de doenças cardíacas, respiratórias e ortopédicas que impedissem a prática de exercícios físicos, diagnóstico médico de TRM nível acima de T1.

### Procedimento

Os registros dos batimentos cardíacos foram feitos com a utilização de um cardiofrequencímetro (Polar® S810 Heart Rate Monitor), que por sua vez foram transferidos a um computador e gravados, para que se pudesse proceder a análise da VFC pelo uso do software Polar Precision Performance.

Durante todo o teste, os batimentos cardíacos foram registrados objetivando-se a futura análise interpretativa da VFC. Para isso, o cardiofrequencímetro foi colocado sobre a região do precórdio do voluntário e preso por um cinto com um sistema elástico às suas costas, para devida fixação.

O teste de esforço com ciclo-ergômetro de membros superiores foi precedido por 1min de repouso com o indivíduo sentado na própria cadeira de rodas com os ombros na mesma altura do eixo do pedal do ciclo-ergômetro de membros superiores. Em seguida iniciou-se o teste fazendo um aquecimento rodando para trás o ciclo-ergômetro de membros superiores com rotação livre por 2min. O desenvolvimento do teste iniciou-se somente com a resistência do suporte dos pesos (0,25kg) a 50 rpm, com incremento de cargas a cada minuto até o paciente apresentar dispnéia e/ou fadiga,

avaliado através da escala modificada de Borg<sup>14</sup>, para manter a velocidade do teste.

## RESULTADOS

A amostra foi constituída por 4 adultos jovens, do sexo masculino, com idade entre 22 e 26 anos média de 24,25 anos, peso 58 e 70kg média de 62,75kg, altura 170cm e 177cm média de 174,5cm, Tabela 1.

Tabela 1

*Perfil dos indivíduos da amostra, nível de lesão medular, idade, sexo, peso, altura*

Nível de lesão	Idade	Sexo	Peso	Altura
T1	22 anos	masc	63kg	177cm
T3	25 anos	masc	60kg	170cm
T6	26 anos	masc	70kg	176cm
T10	24 anos	masc	58kg	175cm
<b>Média</b>	<b>24,45 anos</b>	<b>100%</b>	<b>62,75kg</b>	<b>174,5cm</b>

Os valores dos dados de todos os indivíduos com TRM conforme avaliação da frequência cardíaca (FC) e da VFC durante o exercício físico progressivo máximo encontra-se na Figura 1. Quando analisado os valores de VFC individuais observa-se uma descrição de um gráfico progressivo muito parecido com uma curva senoidal. Os valores da VFC são maiores no indivíduo com TRM mais alta (T1) quando comparado com os indivíduos com TRM mais baixa (T3, T6, T10) Figura 2.

Os dados dos indivíduos com TRM conforme avaliação da frequência cardíaca inicial (FCi), frequência cardíaca final (FCf), variabilidade da frequência cardíaca inicial (VFCi) e variabilidade da frequência cardíaca final (VFCf) durante o exercício físico progressivo máximo encontram-se na Figura 3. O indivíduo com TRM mais alta (T1) diferencia-se dos indivíduos com TRM mais baixa (T3, T6 e T10). Os valores da FCi e FCf são menores no indivíduo com TRM mais alta (T1) 67bpm e 102bpm respectivamente quando comparado com os indivíduos com TRM mais baixa (T3) 135bpm e 180bpm, (T6) 101bpm e 199bpm, (T10) 86bpm e

182bpm respectivamente. Os valores da VFCi e VFCf são mais altos no indivíduo com TRM mais alta (T1) 857,0513ms e 614,9382ms respectivamente quando comparado com os indivíduos com TRM mais baixa (T3) 446,4082ms e 339,354ms, (T6) 586,5809ms e 309,644ms, (T10) 607,4722ms e 342,7176ms respectivamente.

## DISCUSSÃO

Neste estudo, analisamos a variabilidade da frequência cardíaca durante um teste de esforço físico máximo, caracterizando a resposta em indivíduos sedentários com lesão medular. Nesse sentido, pretendemos identificar parâmetros que possam auxiliar as inferências a respeito da aptidão do sistema cardiovascular de pessoas com TRM, de maneira rápida e simplificada. O exercício de endurance pode influenciar significativamente a atividade do SNA, assim como a sensibilidade do barorreflexo, e ser influenciado pelo nível e grau de lesão<sup>15,16</sup>.

A redução da VFC está associada ao aumento da morbidade e mortalidade cardiovascular, muito associado em situações patológicas<sup>17,18</sup>. No caso de indivíduos com TRM, apesar de ser uma situação clínica que leva o organismo a um impacto significativo de mudanças e constitui um estado de estresse, valores altos de VFC são encontrados tanto em repouso como em exercício máximo.

O exercício físico, além de alterações metabólicas, provoca importantes alterações autonômicas que influenciam no sistema cardiovascular<sup>19-21</sup>. Um estudo analisando a regulação autonômica da FC em diferentes estágios do exercício observou que a taquicardia inicial no exercício depende, principalmente, de uma retirada vagal, enquanto o adicional de incremento na FC numa dada carga absoluta depende de um incremento do sistema nervoso simpático. Valores mais altos de VFC encontrados no início do exercício indicam um estado preliminar mais alto de tono parassimpático<sup>19</sup>.

Nossos dados condizem com um estudo que utilizou animais mostrando que a atividade vagal diminuía progressivamente durante o exercício com cargas abso-

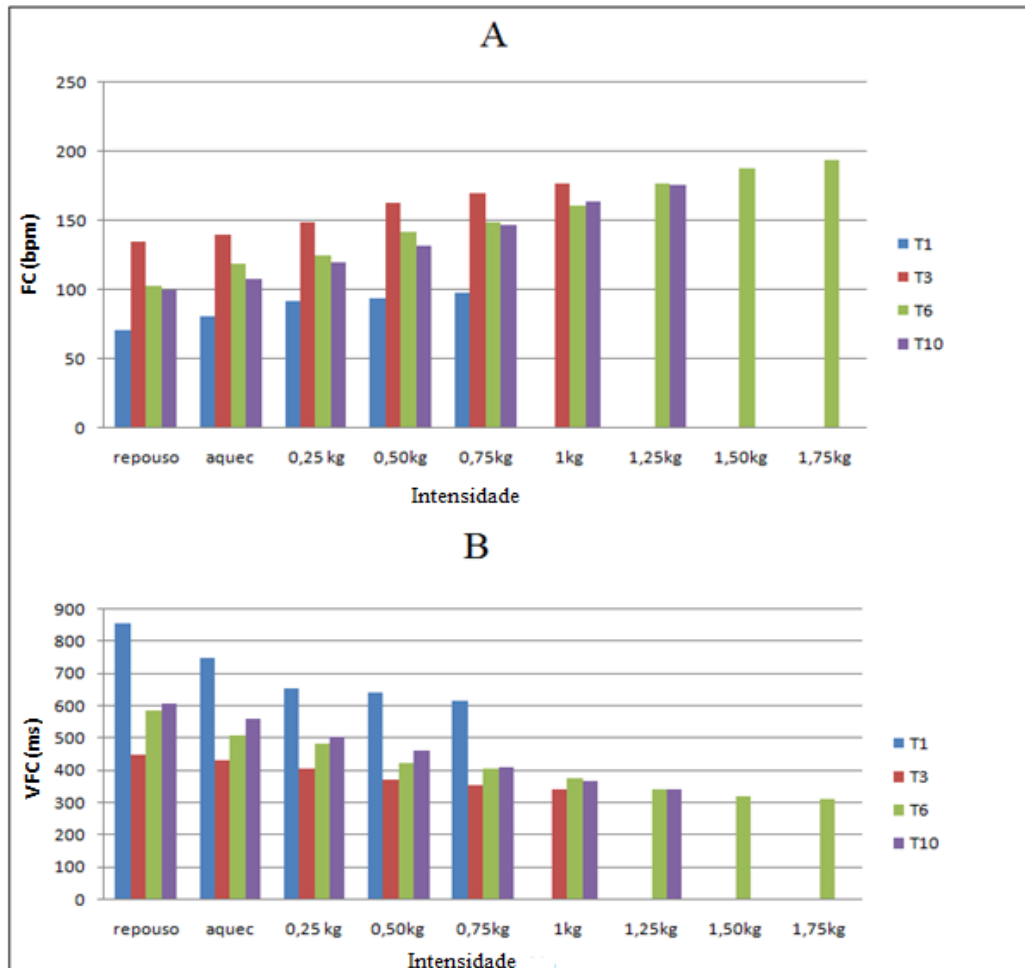


Figura 1. Comportamento da frequência cardíaca (FC) durante o exercício físico progressivo máximo nos indivíduos com TRM níveis T1, T3, T6 e T10 (painel A). Comportamento da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) durante o exercício físico progressivo máximo nos indivíduos com TRM níveis T1, T3, T6 e T10 (painel B).

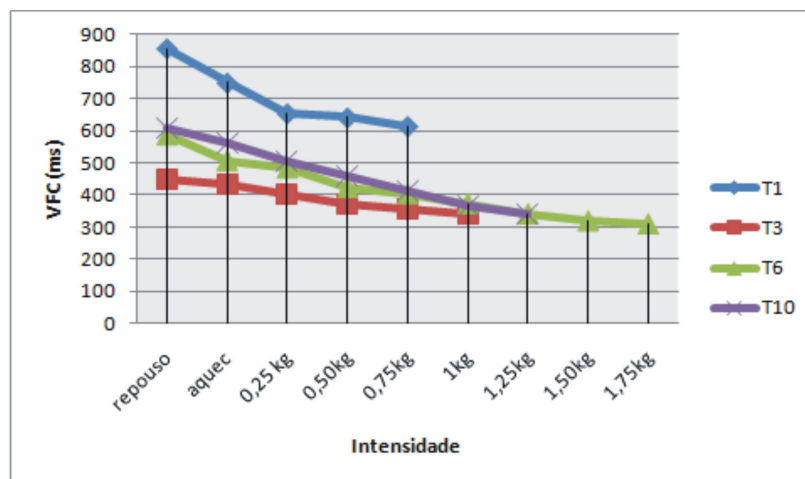


Figura 2. Comportamento da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) durante o exercício físico progressivo máximo nos indivíduos com lesão medular níveis T1, T3, T6 e T10.

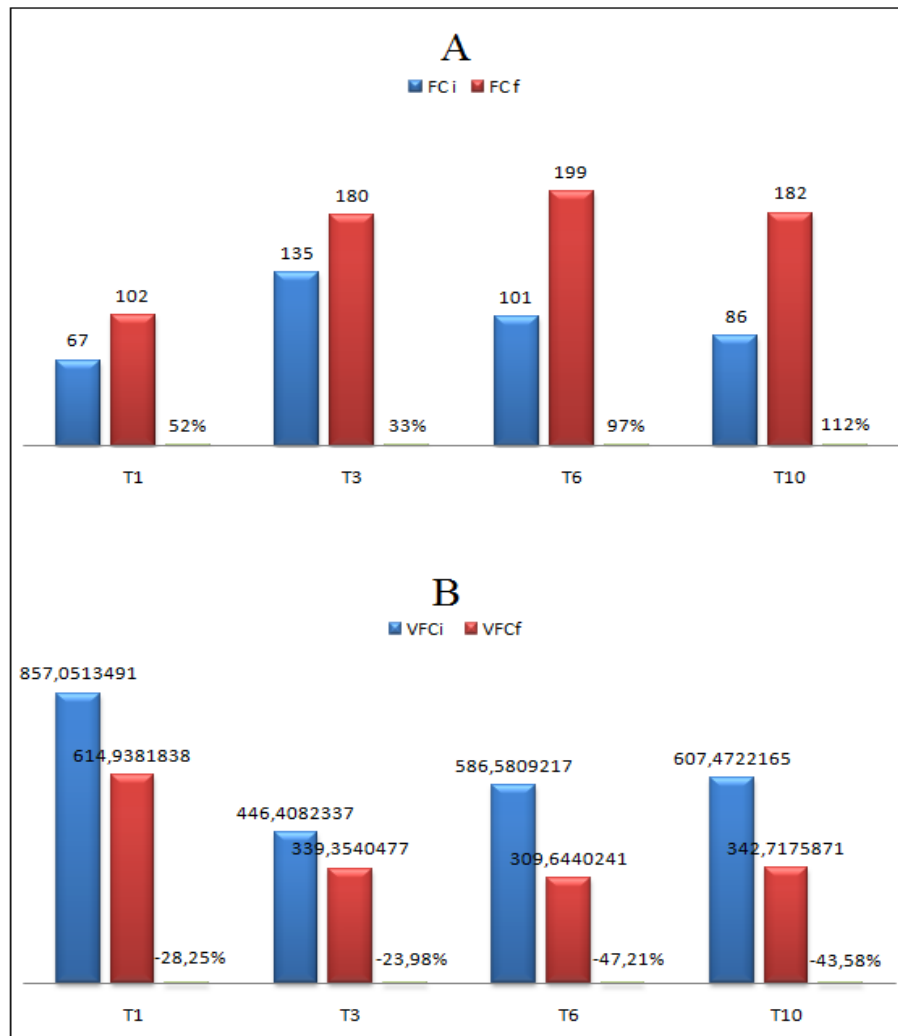


Figura 3. Comportamento da frequência cardíaca inicial (FCi) e frequência cardíaca final (FCf) durante o exercício físico progressivo máximo nos indivíduos com TRM níveis T1, T3, T6 e T10 (painel A). Comportamento da variabilidade da frequência cardíaca inicial (VFCi) e variabilidade da frequência cardíaca final (VFCf) durante o exercício físico progressivo máximo nos indivíduos com TRM níveis T1, T3, T6 e T10 (painel B).

lutas crescentes, enquanto a atividade nervosa simpática aumentava concomitantemente. Esses resultados sugerem que a taquicardia do exercício é vago-dependente nos primeiros instantes e simpático-dependente nos períodos finais<sup>22</sup>.

No indivíduo com lesão medular mais alta (T1) houve tanto uma maior VFCi quanto uma VFCf quando comparado com os níveis de lesão mais baixo (T3, T6, T10), podendo estar caracterizando um aumento da ação do SNA parassimpático. Esses resultados sugerem que indivíduos com lesão medular alta apresentam um déficit nos disparos espinais simpático, que

possuem uma emergência em grande parte da região cervical e torácica superior<sup>6</sup>.

Em um estudo de revisão de literatura mostrou-se que a atividade física melhora a capacidade cardiorrespiratória, porém, essa melhora foi maior nos indivíduos paraplégicos do que tetraplégicos, pois estes apresentam uma incapacidade de mobilizar o sistema cardiorrespiratório, devido ao comprometimento do sistema nervoso autônomo simpático<sup>23</sup>.

O Estudo em questão demonstra haver uma relação inversa entre a FC e a VFC durante o exercício físico progressivo até o seu pico, havendo, desta forma

um incremento progressivo da atividade simpática, em contra partida a uma diminuição da atividade parasimpática. De fato, estudos avaliando a VFC durante o exercício físico, observaram diminuição do controle nervoso parassimpático no coração até o limiar aeróbio (LA) e aumento do controle nervoso simpático em intensidades acima do LA<sup>24,25</sup>. Da mesma forma, um estudo observou através da análise dos componentes de baixa e alta frequência da análise espectral e da relação entre eles que, no início do exercício, o aumento da FC é vago-dependente, enquanto nas fases mais avançadas do exercício ele é simpático-dependente<sup>26</sup>.

## CONCLUSÃO

Neste estudo a VFC foi maior no indivíduo com TRM nível T1 quando comparado com os indivíduos com TRM mais baixa (T3, T6 e T10), em consequência de estímulos simpáticos menos acentuados ocasionados pela lesão medular.

## REFERÊNCIAS

1. Hebert S, Xavier R, Pardini AG, Barros Filho TEP. Ortopedia e traumatologia: Princípios e práticas. 3ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2003, 1631p.
2. Stiens SA, Bergman SB, Formal CS. Spinal cord injury rehabilitation. 4. Individual experience, personal adaptation and social perspectives. *Arc Phys Med Rehab* 1997;78:65-72.  
[doi:10.1016/S0003-9993\(97\)90412-3](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(97)90412-3)
3. Meyers AR. The epidemiology of traumatic spinal cord injury in the United States. In: Nesathurai S (Ed.). *The rehabilitation of people with spinal cord injury*. Boston: Boston Medical Center 2001, p.9-13.
4. Saraiva RA, Piva Júnior L, Paz Júnior AC, Pacheco MAR. The Pathophysiological Basis for Anesthesia to Patients with Spinal Cord Injury. *Rev Bras Anesthesiol* 1995;45:387-98.
5. Macardle WD, Katch FI, Katch VI. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. 5ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003, 1113p.
6. Guyton AC, Hall JE. *Tratado de Fisiologia Médica*. 9ª. ed. Rio de Janeiro: ed Guanabara koogan; 1997, 1014p.
7. Alonso DO, Forjaz CLM, Rezende LO, Braga AMFW, Barretto ACP, Negrão CE, et al. Comportamento da frequência cardíaca e da sua variabilidade durante as diferentes fases do exercício físico progressivo máximo. *Arq Bras Cardiol* 1998;71:787-92.
8. Reis AF, Bastos BG, Mesquita ET, Romão LJM, Nóbrega ACL. Disfunção parassimpática, variabilidade da frequência cardíaca e estimulação colinérgica após infarto agudo do miocárdico. *Arq Bras Cardiol* 1998;70:193-9.
9. Malik M. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Eur Heart J* 1996;17:354-81.
10. Malik M, Camm AJ. Components of heart rate variability - What they really mean and what we really measure. *Am J Cardiol* 1993;72:821-2.  
[doi:10.1016/0002-9149\(93\)91070-X](https://doi.org/10.1016/0002-9149(93)91070-X)
11. Furuland H, Linde T, Englund A, Wikström B. Heart rate variability is decreased in chronic kidney disease but may improve with hemoglobin normalization. *J Nephrol* 2008;21:45-52.
12. Frankel HL, Coll JR, Charlifue SW, Whiteneck GG. Long term survival in spinal cord injury: a fifty year investigation. *Spinal Cord*, 1998;36:266-74.  
[doi:10.1038/sj.sc.3100638](https://doi.org/10.1038/sj.sc.3100638)
13. Almeida OP. Mini-exame do estado mental e o diagnóstico de demência no Brasil. *Arq Neuropsiquiatr* 1998;56:605-12.  
[doi:10.1590/S0004-282X1998000400014](https://doi.org/10.1590/S0004-282X1998000400014)
14. Borg GAV. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Med* 1982;14:377-81.
15. Levy WC, Cerqueira MD, Harp GD, Johannessen KA, Abrass IB, Schwartz MS, et al. Effect of endurance exercise training on heart rate variability at rest in healthy young and older men. *Am J Cardiol* 1998;82:1236-41.  
[doi:10.1016/S0002-9149\(98\)00611-0](https://doi.org/10.1016/S0002-9149(98)00611-0)
16. Middleton N, De Vito G. Cardiovascular autonomic control in endurance-trained and sedentary young women. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2005;25:83-9.  
[doi:10.1111/j.1475-097X.2004.00594.x](https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2004.00594.x)
17. Wolf MM, Varigos GA, Hunt D, Sloman JG. Sinus arrhythmia in acute myocardial infarction. *Med J Aust*. 1978;2:52-3.
18. Kleiger RE, Stein PK, Bigger JT Jr. Heart rate variability: measurement and clinical utility. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2005;10:88-101.  
[doi:10.1111/j.1542-474X.2005.10101.x](https://doi.org/10.1111/j.1542-474X.2005.10101.x)
19. Gallo Jr L, Maciel BC, Marin Neto JA, Martins LEB. Sympathetic and parasympathetic changes in heart rate control during dynamic exercise induced by endurance training in man. *Brazilian J Med Biol Res* 1989;22:631-43.
20. Mitchell JH. Neural control of the circulation during exercise. *Med Sci Sports Exer* 1990;22:141-54.
21. Negrão CE, Moreira ED, Brum PC, Denadai ML, Krieger EM. Vagal and sympathetic control of heart rate during exercise by sedentary and exercise-trained rats. *Brazilian J Med Biol Res* 1992;25:1045-52.
22. Coumel P, Maison-Blanche P, Catuli D. Heart rate and heart rate variability. In: Malik M, Camm AJ, eds. *Heart Rate Variability*. New York: Futura Publishing 1995, p.207.
23. Nascimento LG, Silva SML. Benefícios da atividade física sobre o sistema cardiorrespiratório, como também, na qualidade de vida de portadores de lesão medular: uma revisão. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício* 2007;1:42-50.
24. Yamamoto Y, Hughson RL, Peterson JC. Autonomic control of heart rate during exercise studied by heart rate variability spectral analysis. *J Appl Physiol* 1991;71:1136-42.
25. Yamamoto Y, Hughson RL, Nakamura Y. Autonomic nervous system responses to exercise in relation to ventilatory threshold. *Chest* 1992;101(suppl):206-10.  
[doi:10.1378/chest.101.5.206S](https://doi.org/10.1378/chest.101.5.206S)  
[doi:10.1378/chest.101.5\\_Supplement.206S](https://doi.org/10.1378/chest.101.5_Supplement.206S)
26. Breuer H-W M, Skyschally A, Schulz R, Martin C, Wehr M, Heusch G. Heart rate variability and circulating catecholamine concentrations during steady state exercise in healthy volunteers. *Br Heart J* 1993;70:144-9.  
[doi:10.1136/hrt.70.2.144](https://doi.org/10.1136/hrt.70.2.144)