



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
MESTRADO EM MEDICINA INTERNA

TESTE ERGOMÉTRICO EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES -  
COMPARAÇÃO ENTRE OS PROTOCOLOS DE BRUCE E RAMPA

Odwaldo Barbosa e Silva

Recife/PE – 2003



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
MESTRADO EM MEDICINA INTERNA

TESTE ERGOMÉTRICO EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES -  
COMPARAÇÃO ENTRE OS PROTOCOLOS DE BRUCE E RAMPA

Dissertação apresentada pelo aluno Odwaldo Barbosa e Silva, ao Mestrado em Medicina Interna do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco como um dos requisitos à obtenção do grau de Mestre – área de concentração: Cardiologia.

Orientador Prof. Dr. Lurildo Cleano Ribeiro Saraiva, professor adjunto de Cardiologia do Departamento de Medicina Clínica do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco.

Recife/PE – 2003

Silva, Odwaldo Barbosa e  
Teste ergométrico em crianças e adolescentes :  
comparação entre os protocolos de Bruce e rampa /  
Odwaldo Barbosa e Silva. – Recife : O Autor, 2003.  
66 : il., tab.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de  
Pernambuco. CCS. Medicina Interna, 2003.

Inclui bibliografia e anexos.

1. Teste ergométrico (Cardiologia infantil) –  
Comparação entre protocolos. 2. Protocolos em rampa –  
Crianças e adolescentes – Teste ergométrico. 3.  
Cardiologia infantil – Teste ergométrico. I. Título.

616.12-071-053.6	CDU (2.ed.)	UFPE
618.9212075	CDD (21.ed.)	BC2003-292

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**

REITOR: Prof. Mozart Neves Ramos

VICE-REITOR: Prof. Geraldo José Marques Pereira

PRÓ-REITOR PARA ASSUNTOS DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

Prof. Paulo Roberto Freire da Cunha

**CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**

DIRETOR: Prof. Gílson Edmar Gonçalves Silva

DEPARTAMENTO DE MEDICINA INTERNA

CHEFE: Prof. Ênio Torreão Soares Castellar

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA INTERNA**

COORDENADOR: Prof. Edgar Guimarães Victor

VICE-COORD.: Prof<sup>a</sup>. Maria de Fátima Pessoa Militão de Albuquerque

**CORPO DOCENTE**

Prof<sup>a</sup>. Ana Lúcia Coutinho Domingues

Prof<sup>a</sup>. Ângela Luiza Pinto Duarte

Prof. Edgar Guimarães Victor

Prof. Edmundo Pessoa de Almeida Lopes Neto

Prof. Fernando Tarcísio Miranda Cordeiro

Prof. Frederico Castelo Branco Cavalcanti

Prof<sup>a</sup>. Heloísa Ramos Lacerda de Melo

Prof. Hilton de Castro Chaves Jr.

Prof. José Ricardo Barros Pernambuco

Prof. Luiz Bezerra de Carvalho Jr.

Prof. Lurildo Cleano Ribeiro Saraiva

Prof<sup>a</sup>. Magdala de Araújo Novaes

Prof<sup>a</sup>. Maria de Fátima Pessoa Militão de Albuquerque

Prof<sup>a</sup>. Marília de Carvalho Lima

Prof. Nelson Antônio Moura de Araújo

Prof<sup>a</sup>. Norma Lucena Licínio da Silva

Prof<sup>a</sup>. Sandra Tereza de Souza Neiva Coelho

Prof<sup>a</sup>. Vera Magalhães da Silveira

## **DEDICATÓRIA**

À

*minha esposa, Cecilia;*

*aos meus filhos, Bruno e Gustavo;*

*à minha mãe, Abdênia;*

*e às crianças e adolescentes,*

*que um dia estiveram*

*sob meus cuidados.*

## **AGRADECIMENTOS**

*Edgar Victor,*  
professor na graduação, chefe na residência,  
coordenador na especialização e no mestrado, pela  
confiança, apoio e participação em todas as etapas da minha formação.

*Lurildo Saraiva,*  
competente orientador na elaboração deste trabalho.

*Fátima Militão,*  
exigente, sempre disponível, alavanca do nosso mestrado.

*Augusto Bozza,*  
pela colaboração com seu artigo  
e inspiração no trabalho com as crianças e adolescentes.

*Cleusa Lapa, Nadja Arraes, Jane Osias,*  
*e todas as cardiologistas pediátricas,*  
que acreditaram no meu trabalho e me confiaram as “suas crianças”.

*Anne e Fabiana,*  
pelo árduo trabalho no levantamento das fichas dos arquivos.

*Cecilia e Gustavo,*  
pelo paciente e longo trabalho na digitação do banco de dados.

*Lucy, Rose e Solange,*  
amigas e competentes secretárias.

*Esmeralda e Viviyane,*  
dedicadas colaboradoras e nossos anjos da guarda no mestrado.

## LISTA DE ABREVIATURAS

ACC	American College of Cardiology
ACSM	American College of Sports Medicine
AHA	American Heart Association
bpm	batimentos por minuto
CIA	comunicação inter-atrial
CIV	comunicação interventricular
ECG	eletrocardiograma
FC	freqüência cardíaca
FC max	freqüência cardíaca máxima
MET's	equivalentes metabólicos (1 MET=3,5mL/kg/min)
mL/kg/min	mililitros de oxigênio consumidos por quilograma de peso corporal por minuto
PA	pressão arterial sistêmica
PB	protocolo de Bruce
PR	protocolo em rampa
PVM	prolapso da válvula mitral
TE	teste ergométrico
VO <sub>2</sub>	consumo de oxigênio corporal
VO <sub>2</sub> max	consumo máximo de oxigênio
VSAQ	veterans specific-activity questionnaire
WPW	Wolff-Parkinson-White

## LISTA DE TABELAS

TABELA I.	Freqüência e freqüência relativa por faixa etária, sexo e tipo de protocolo.	Pág 27
TABELA II.	Distribuição da idade, peso, altura e freqüência cardíaca de repouso, por sexo e tipo de protocolo.	28
TABELA III.	Peso por faixa etária e tipo de protocolo. Pacientes do sexo masculino.	29
TABELA IV.	Freqüência cardíaca de repouso por faixa etária e tipo de protocolo. Pacientes do sexo masculino.	29
TABELA V.	Freqüência cardíaca máxima e tempo de exercício por faixa etária e tipo de protocolo. Pacientes do sexo feminino.	30
TABELA VI.	Freqüência cardíaca máxima e tempo de exercício por faixa etária e tipo de protocolo. Pacientes do sexo masculino.	31
TABELA VII.	Velocidade e inclinação máxima por faixa etária e tipo de protocolo. Pacientes do sexo feminino.	32
TABELA VIII.	Velocidade e inclinação máxima por faixa etária e tipo de protocolo. Pacientes do sexo masculino.	32
TABELA IX.	VO <sub>2</sub> max (calculado pela fórmula do ACSM / corrida) por sexo, faixa etária e tipo de protocolo.	33
TABELA X.	Velocidade e inclinação sugeridas (inicial e aos 10 min) e VO <sub>2</sub> alcançado por faixa etária, para orientar a prescrição do exercício no protocolo em rampa nas pacientes do sexo feminino.	48
TABELA XI.	Velocidade e inclinação sugeridas (inicial e aos 10 min) e VO <sub>2</sub> alcançado por faixa etária, para orientar a prescrição do exercício no protocolo em rampa nos pacientes do sexo masculino.	48



## SUMÁRIO

Lista de abreviaturas	
Lista de tabelas	
Resumo	
Summary	
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1. Histórico	4
2.2. Protocolos de Bruce e rampa	6
2.3. Indicações do TE em crianças e adolescentes	9
3. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS	19
4. CASUÍSTICA, MATERIAL E MÉTODO	21
4.1. Desenho do estudo	21
4.2. Local	21
4.3 População	21
4.4 Definição das variáveis	22
4.5. Coleta dos dados	23
4.6. Descrição e análise dos resultados	24
4.7. Limitações metodológicas	25
4.8. Aspectos éticos	25
5. RESULTADOS	27
6. DISCUSSÃO	34
7. CONCLUSÃO	49
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
9. ANEXOS	60

## RESUMO

O teste ergométrico (TE) tem sido realizado nas crianças e adolescentes para avaliar a capacidade de exercício, antes do início de atividades físicas, na presença de doenças cardíacas ou para avaliar sintomas relacionados ao esforço. A esteira tem sido o ergômetro mais usado e o protocolo de Bruce aplicado na maioria dos pacientes. Tem havido maior interesse por protocolos individualizados, com duração entre 8 e 12 min, aumentos constantes e pequenos da velocidade e inclinação, de acordo com o  $VO_2$  max previsto, conhecidos pelo nome de "rampa". O objetivo foi comparar o tempo, FC, velocidade, inclinação e  $VO_2$  max nos protocolos de Bruce ou rampa, em crianças e adolescentes submetidos ao teste ergométrico (TE), e sugerir critérios para a utilização do protocolo em rampa. Foi realizado um estudo observacional, tipo série de casos, com controle histórico, de 1006 crianças e adolescentes entre 4 e 17 anos submetidos ao TE entre outubro de 1986 e fevereiro de 2003, que concluíram um dos dois protocolos. Foram excluídos os que tiveram o TE interrompido por outras causas que não cansaço físico, em uso de medicações que interferiam na FC e limitações físicas à realização do exercício habitual. A análise estatística dos dados foi realizada adotando significância para  $p < 0,05$  e intervalo de confiança de 95%. A FC max alcançada foi superior a 180 bpm nos dois protocolos, em todas as idades. O tempo de exercício próximo a 10:00 min, foi praticamente igual nas meninas; nos meninos foi significativamente maior no protocolo de Bruce, com valores superiores a 12:00 min a partir dos 12 anos. A inclinação foi maior nas meninas mais jovens com o protocolo de Bruce, e a velocidade e o  $VO_2$  max maior em todos que realizaram o protocolo em rampa. Com os dois protocolos a FC max ultrapassou a desejada, com menor tempo e maior  $VO_2$  max com o protocolo em rampa. O  $VO_2$  max, a velocidade e inclinação alcançadas, podem ser utilizados como referência, para auxiliar na prescrição do exercício do protocolo em rampa, no teste ergométrico realizado na esteira.

## SUMMARY

The exercise test (ET) has been performed in children and adolescents to assess exercise capacity, before the start of physical activities, in the presence of heart disease or to evaluate symptoms related to effort. The treadmill has been the most frequently used ergometer associated with the Bruce protocol. There has been increased interest in individualized protocols, lasting between 8 and 12 min, with small constant increases in speed and inclination, in accordance with the predicted  $VO_2$  max, known as the ramp protocol. The purpose of this study is to compare the duration of effort, heart rate (HR), speed, grade and  $VO_2$  max of the young people submitted to one of these protocols and to suggest approaches for the use of the ramp protocol. A series of cases type observational study was performed on 1006 children and adolescents aged between 4 and 17 years, who had been submitted to the ET from October 1986 to February 2003 and completed one of the two protocols. Those that were excluded had the ET interrupted for causes other than physical fatigue, use of medications that interfered with HR and physical limitations preventing regular exercise. The statistical analysis of the data was done adopting a significance level of  $p < 0.05$  and a confidence level of 95%. The duration of the exercise of around 10:00 min, was practically equal among the girls, while with the boys it was significantly longer with the Bruce protocol, with values over 12:00 min from the age of 12. The max HR achieved was over 180 bpm in the two protocols at all ages. The inclination was a little higher in the youngest girls with the Bruce protocol, and the speed and the  $VO_2$  max were greater in all individuals with whom the ramp protocol was used. The  $VO_2$  max, the speed and grade achieved can be used as baseline when the ramp protocol is chosen using the treadmill.