



TESTE CARDIOPULMONAR NAS CARDIOPATIAS CONGÊNITAS NA ORIENTAÇÃO DO TREINAMENTO FÍSICO

CARDIOPULMONARY EXERCISE TESTING IN CONGENITAL HEART DISEASE IN PHYSICAL TRAINING GUIDANCE

Carlos Alberto Cordeiro Hossri^{1,2} e Elaine Cristina Gorobets Furquim³

1. Cardiologista e Médico do Exercício e Esporte do Hospital do Coração - HCor, Coordenador do Programa de Reabilitação Cardiopulmonar e Metabólica, São Paulo, SP - Brasil
2. Médico supervisor do Setor de Provas Funcionais do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, São Paulo, SP - Brasil
3. Cardiopediatra, Aprimoranda em Ergometria e Reabilitação do Hospital do Coração - HCor, São Paulo, SP - Brasil

Correspondência:

Carlos A C Hossri
Rua Afonso de Freitas, 550
CEP 040-06052, São Paulo, SP - Brasil
cahossri@gmail.com

Recebido em 27/10/2019

Aceito em 19/11/2019

DOI: 10.29327/22487.25.4-1

Os defeitos cardíacos congênitos são relevantes do ponto de vista médico, epidemiológico, social e econômico, com prevalência que varia entre 0,8% nos países mais desenvolvidos a 1,2% nos países subdesenvolvidos. A maior parcela dessa população no Brasil é atendida pelo Sistema Único de Saúde, a incidência na população brasileira é superior a 25.000 novos casos/ano ou 9,1 para cada 1.000 (mil) nascidos vivos.

Com o desenvolvimento da cardiologia fetal, neonatal e procedimentos invasivos terapêuticos complexos, híbridos e suporte de terapia intensiva, a sobrevida dessas crianças com cardiopatia congênita (CC) aumentou de modo significativo.

O teste cardiopulmonar de exercício (TCPE) ganha cada vez mais espaço dentro do cenário propedêutico médico e se destaca especialmente na cardiologia pediátrica ao contribuir para a tomada de decisão clínica. Assim, é fundamental ao possibilitar melhor resposta para questões chaves como: chegou a hora de intervenção cirúrgica? Qual o motivo para a limitação funcional? Apresenta resposta broncomotora frente ao exercício? As respostas metabólica e ventilatória estão adequadas?

As crianças e adolescentes com cardiopatias complexas apresentam reduzida qualidade de vida em relação a seus pares, principalmente aquelas com reduzida capacidade funcional. Orientar e prescrever treinamento físico para essa jovem população é um desafio mais facilmente enfrentado com a utilização do TCPE. Assim, ao mesmo tempo em que a reabilitação cardíaca infantil começa se tornar uma realidade promotora de qualidade de vida, o TCPE torna-se a ferramenta orientadora para o treinamento físico dentro dos programas de treinamento físico e reabilitação cardíaca (RC).

Nesse sentido, o entendimento em conjunto das análises clínicas, cardiovasculares, metabólicas, ventilatórias e de troca gasosa torna-se fundamental dentro da análise fisiopatológica no auxílio à tomada de decisão clínica. Nesse caso clínico, o TCPE auxiliou na prescrição do treinamento físico para realização das sessões de RC. Os ganhos na mobilidade, cognição e aspectos gerais de qualidade de vida foram extremamente evidentes após 24 sessões de RC.

Palavras-chave: Cardiopatia Congênita; Teste Cardiopulmonar de Exercício; Reabilitação Cardíaca.

Congenital heart defects are relevant from a medical, epidemiological, social and economic point of view, with prevalence ranging from 0.8% in more developed countries to 1.2% in underdeveloped countries. The largest portion of this population in Brazil is attended by the Unified Health System, the incidence in the Brazilian population is over 25,000 new cases / year or 9.1 per 1,000 (1,000) live births.

With the development of fetal, neonatal cardiology and complex invasive therapeutic procedures, hybrids and intensive care support, the survival of these children with congenital heart disease (CHD) has increased significantly.

The cardiopulmonary exercise test (CPET) is gaining more and more space within the medical propaedeutic setting and stands out especially in pediatric cardiology as it contributes to clinical decision making. Thus, it is essential to enable a better answer to key questions such as: Is the time for surgical intervention? What is the reason for the functional limitation? Does it have a bronchomotor response to exercise? Are metabolic and ventilatory responses adequate?

Children and adolescents with complex heart diseases have poor quality of life compared to their peers, especially those with reduced functional capacity. Guiding and prescribing physical training for this young population is a challenge most easily faced with the use of TCPE. Thus, as child cardiac rehabilitation begins to become a quality-of-life reality, CPET becomes the guiding tool for physical training within physical training and cardiac rehabilitation (CR) programs.

In this sense, the joint understanding of clinical, cardiovascular, metabolic, ventilatory and gas exchange analyzes becomes fundamental within the pathophysiological analysis to aid clinical decision making. In this clinical case, CPET assisted in the prescription of physical training to perform CR sessions. The gains in mobility, cognition and general aspects of quality of life were extremely evident after 24 CR sessions.

Keywords: Congenital Heart Disease; Cardiopulmonary Exercise Test; Cardiac Rehabilitation.

DESCRIÇÃO DO CASO

Caso Clínico: LSR, sexo feminino, 8 anos, com dupla via de saída de ventrículo direito (DVSVD), no pós-operatório de cirurgia de cavopulmonar total. Evolui no 1º ano de vida com internação prolongada (4 meses em UTI) e posteriormente cursou com inúmeros episódios de infecção respiratória (broncopneumonias (BCP) de repetição - 9 internações). Diagnosticada com quadro de deficiência imunológica (IGG1) associada à asma brônquica e também apresentando seqüela neurológica (crises convulsivas), além de atraso escolar (cerca de 3 anos). Em uso de sulfametoxazol + trimetropima (40 mg/ml / 8 ml/ml (2 x dia), salbutamol, ácido acetilsalicílico 100mg, carbamazepina 200mg (3 x dia).

Assim, foi encaminhada ao serviço de reabilitação cardíaca com intuito de incrementar sua capacidade funcional, estímulo motor e cognitivo. Para orientar seu programa de treinamento, foi submetida ao TCPE,^{1,2} com espirometria prévia para investigação da resposta dos fluxos e volumes pulmonares basais (Figura 1) que evidenciou padrão ventilatório obstrutivo

leve com redução da capacidade vital forçada (CVF). Após o esforço a alça evidenciou redução significativa no fluxo e volume com queda de 20% no volume expiratório forçado de 1º segundo (VEF1) compatível com broncoespasmo induzido pelo exercício.⁸

As respostas clínicas e eletrocardiográficas habitualmente analisadas durante a prova de esforço convencional foram normais, no entanto, o eletrocardiograma basal evidenciou a presença do padrão eletrocardiográfico compatível com bloqueio completo do ramo direito.

A resposta hemodinâmica evidenciou comportamento pressórico sistólico nos limites inferiores da normalidade com déficit cronotrópico de 21%, o que deve ter favorecido uma resposta “supranormalizada” na curva e nos valores “superestimados” do pulso de O₂ (Figura 2).

Foi possível realizar a identificação dos limiares ventilatórios pelo método do *V-slope* e método ventilatório (Figuras 3 e 4) para orientação da faixa de treinamento físico.

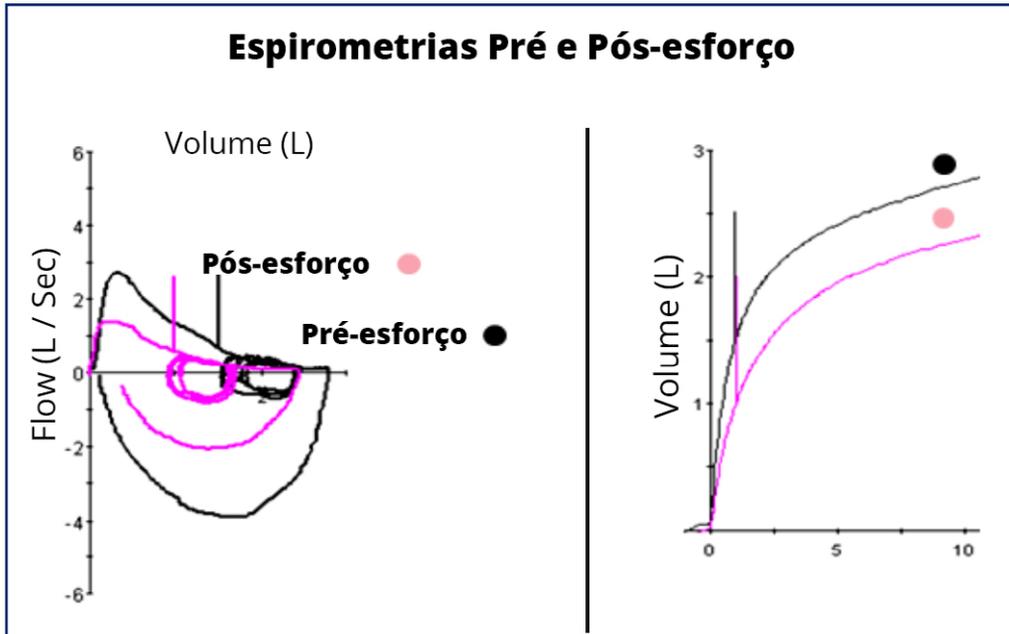


Figura 1 - Espirometria basal compatível com padrão obstrutivo leve e redução da CVF.

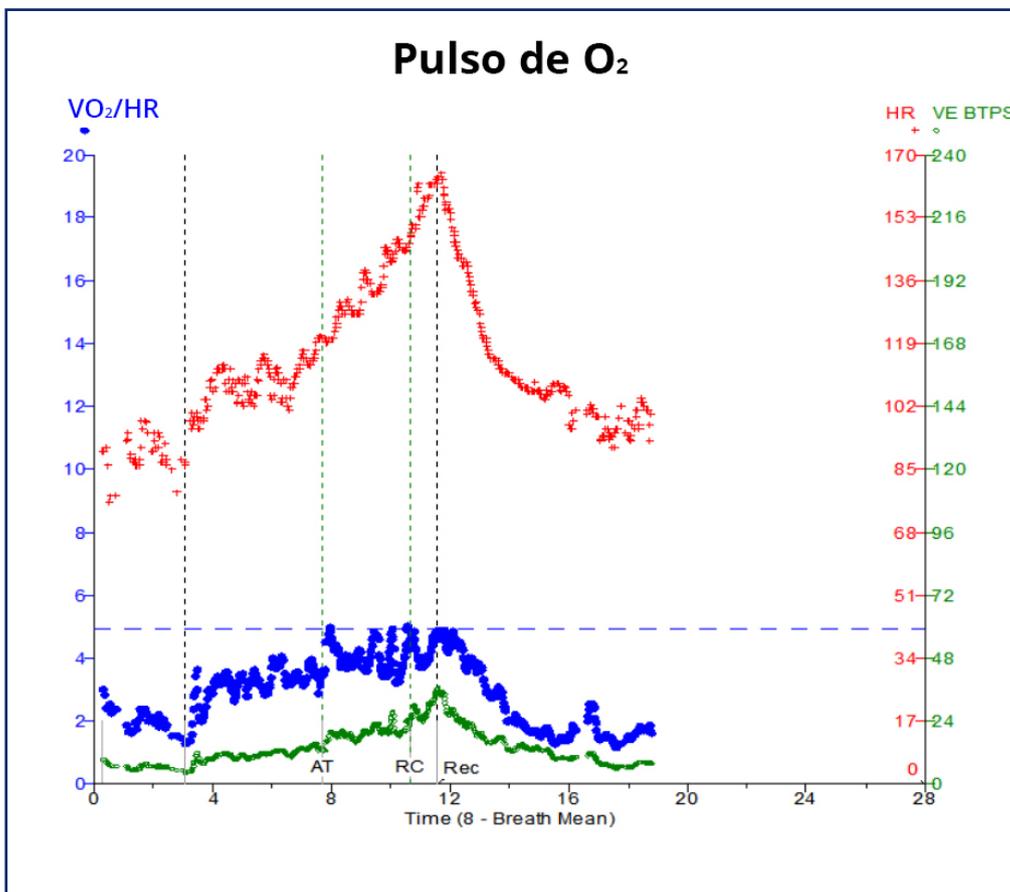


Figura 2

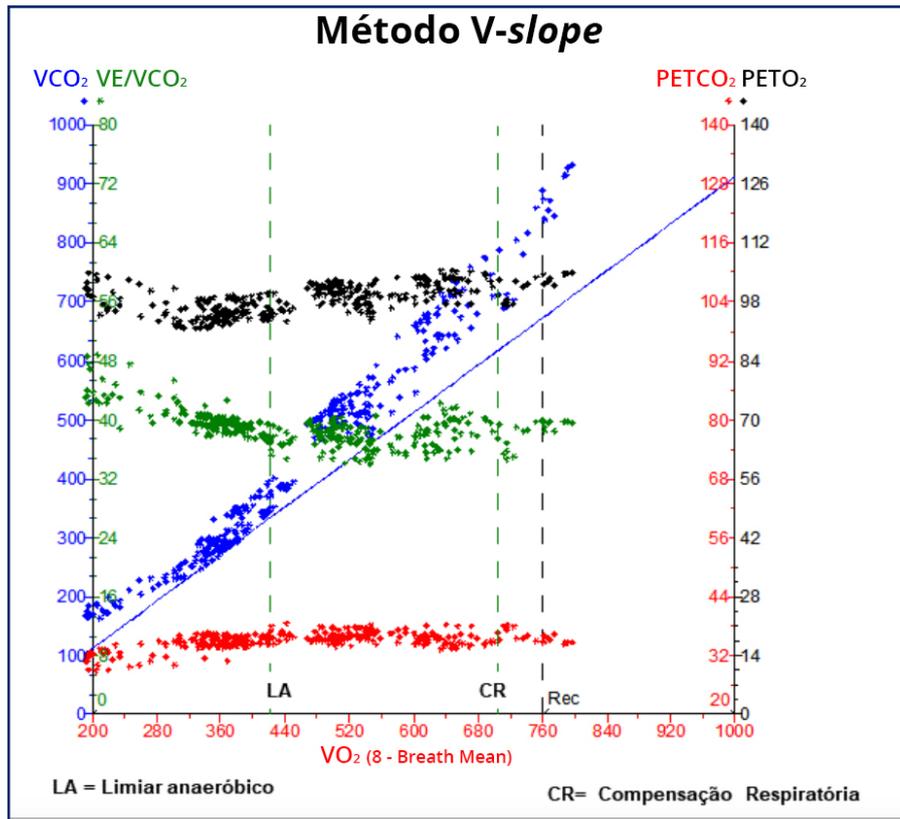


Figura 3

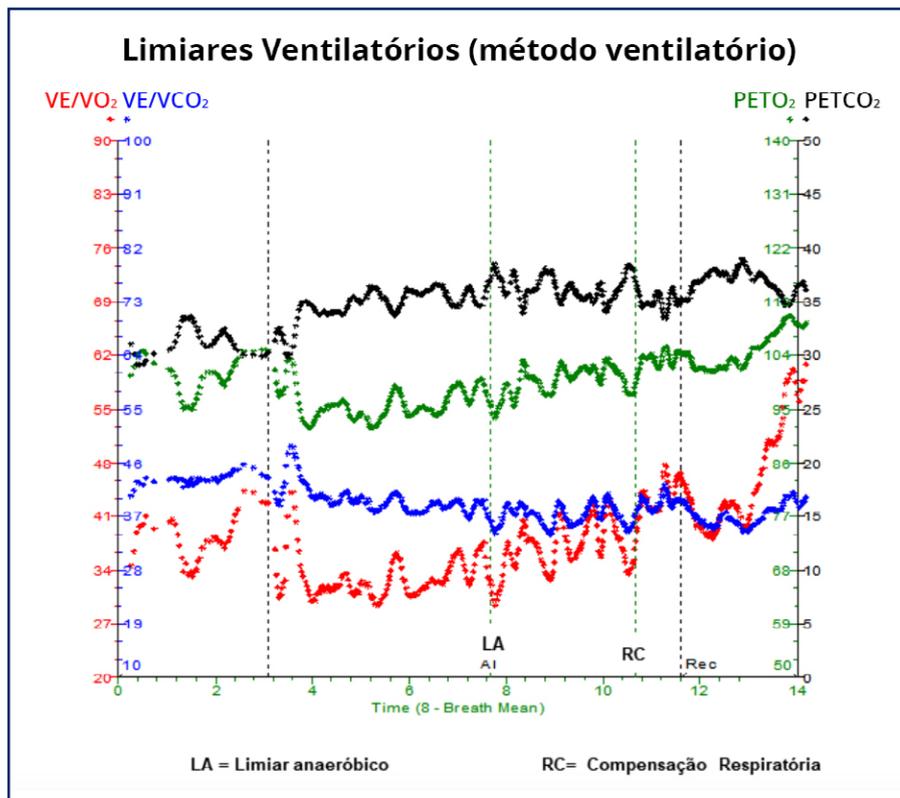
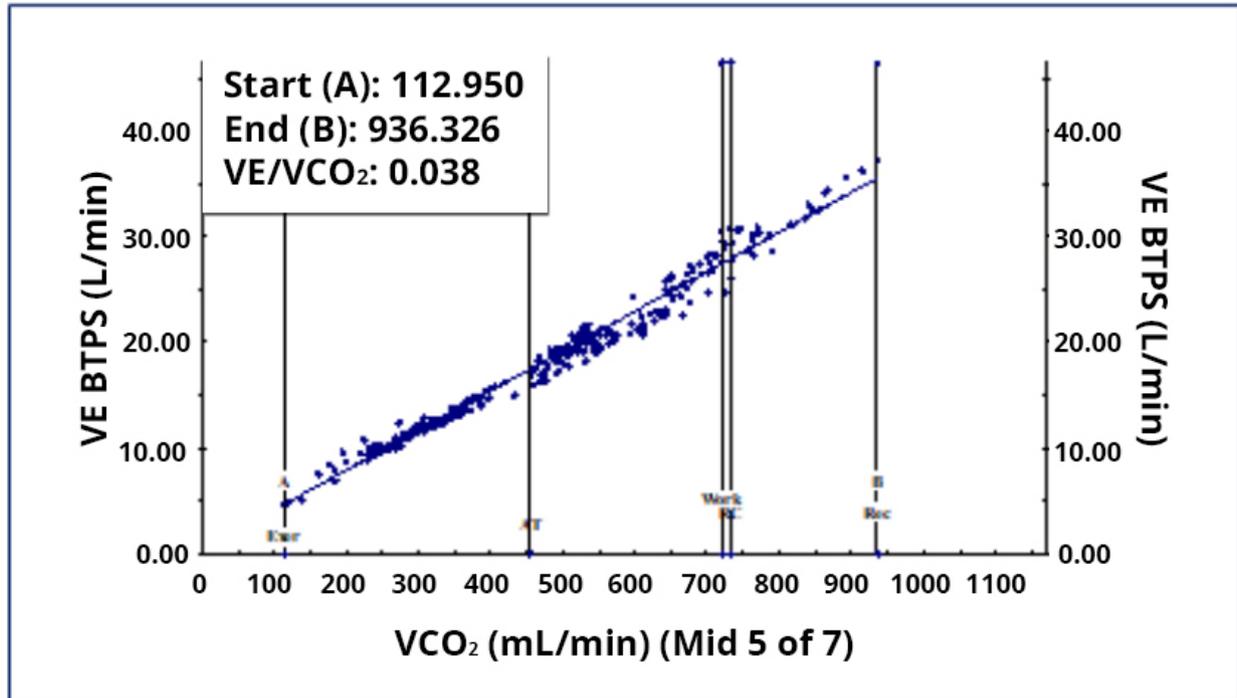


Figura 4

Eficiências Ventilatória (VE/VCO_2) e Metabólica (OUES/Kg)

Elevada relação $VE/VCO_2 = 38$ (VN < 30)



Reduzido OUES/ Kg = 32 (VN > 35)

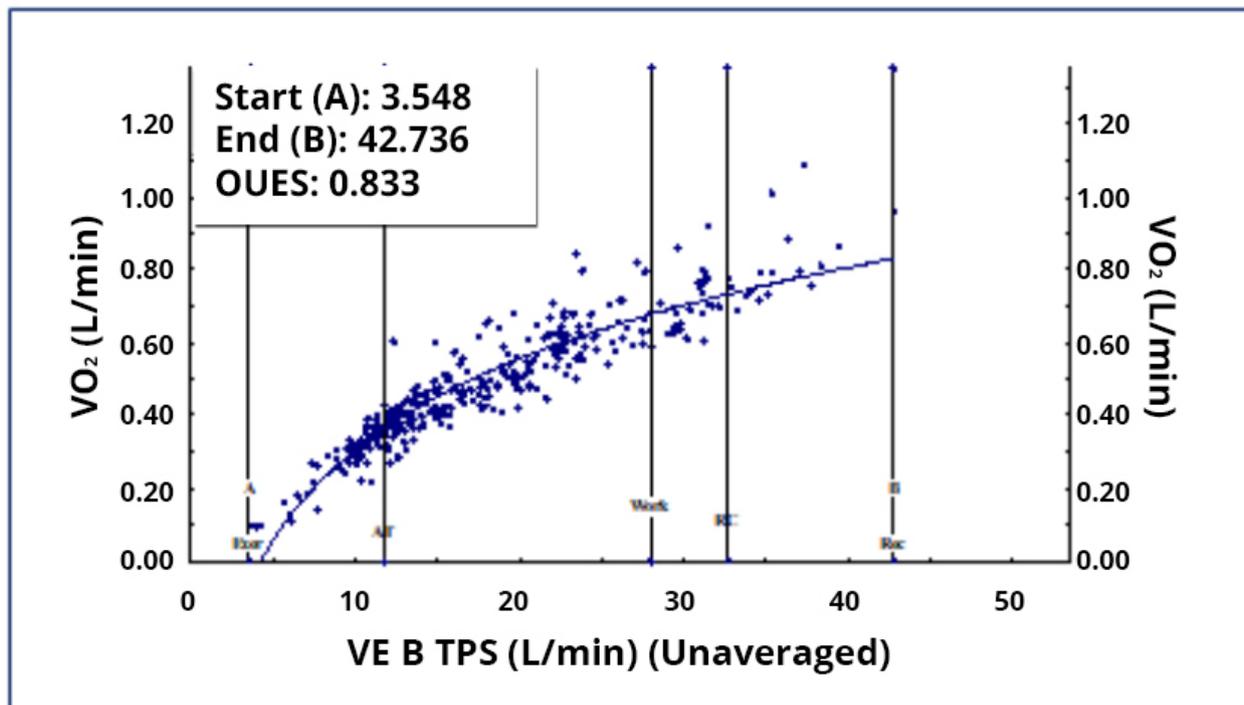


Figura 5

A eficiência metabólica traduzida pela variável OUES (*Oxygen uptake efficiency slope*)^{3,4,9,10} representa a capacidade de extração periférica de oxigênio e é uma variável que avalia a capacidade funcional, sendo útil especialmente em provas submáximas onde a criança ou adolescente não ultrapassa a razão de trocas gasosas (RER) de 1,0. No caso presente foi possível identificar que a disfunção na captação do VO₂ foi de pequena monta (Figura 5).

Outra variável ainda pouco analisada na provas ergoespirométricas é a cinética-*off* do VO₂, que está associada ao tempo de queda do VO₂ após o pico (T1/2 do VO₂ máx). Os valores para a população pediátrica ainda carecem de referências padronizadas, mas possivelmente valores superiores a 90 segundos representem alguma deficiência no retorno fisiológico homeostático (Figura 6).

A paciente de apenas 8 anos com esse defeito cardíaco congênito complexo mantinha sua saturação arterial basal de

oxigênio (SatO₂) em 88% e apresentou queda na SatO₂ no pico do esforço de 5% (SatO₂ pico: 83%), corroborando com a presença de “*shunt*” direito - esquerdo. Os valores de VO₂ pico corresponderam a 78% do VO₂ máximo predito de Cooper et al.^{5,10} As demais variáveis ergoespirométricas estão expostas na Tabela tabular do TCPE (Tabela 1).

Na análise dos dados ergoespirométricos em conjunto foi observada a ausência da reserva ventilatória, além da presença de sibilos expiratórios após o esforço, concluindo-se que embora apresentasse distúrbio cardiocirculatório basal frente ao exercício (discreta redução da OUES, da OUES/Kg e do VO₂ máx atingido, cinética-*off* e T1/2 discretamente prolongados), e de troca gasosa (dessaturação), a ausência de reserva ventilatória e a manifestação clínica, além do padrão espirométrico obstrutivo basal puderam definir o predomínio do componente respiratório (ventilatório) como limitante à continuidade do exercício.

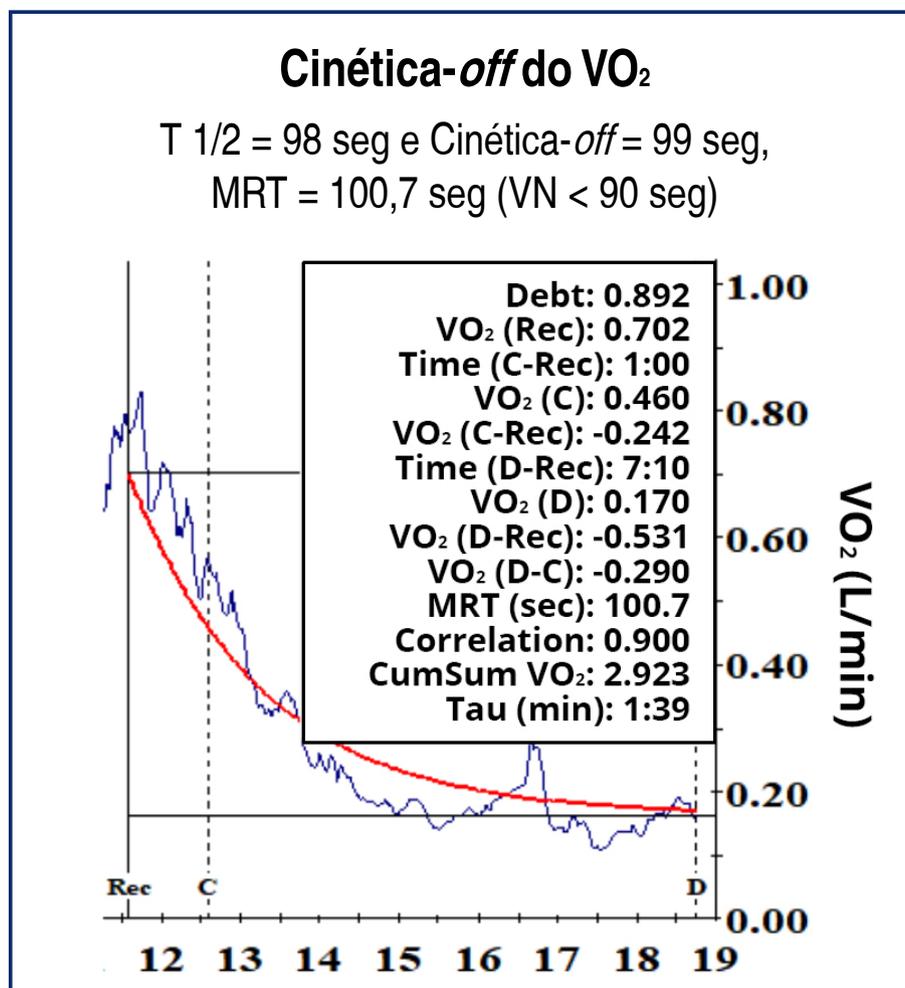


Figura 6

Tabela 1 - Dados tabulares do TCPE, no repouso, limiar anaeróbico (LA) e VO₂ máx, com os valores preditos.

	Repouso	LA	VO ₂ máx/ % inclinação	Predito	LA / VO ₂ máx (%)	VO ₂ máx/ Pred (%)
Tempo (exercício)	-	4:30	8:35	10:00	-	-
Velocidade (KPH)	-	4,9/ 0%	6,0 / 3%	-	-	-
DADOS VENTILATÓRIOS						
Vt BTPS (L)	0,30	0,45	0,62	73%	-	-
RR (br/min)	17	36	46	77%	-	-
VE (L/min)	5,0	16,0	28,7	24	-	120
VE/MVV (%)	21,0	66	119,0 (ausência de RV)	30%	56	-
DADOS CARDIOVASCULARES						
FC (BPM)	87	120	168	212	81	70
PA (mmHg)	107/65	110/65	123/69	-	-	-
DADOS METABÓLICOS						
RER	0,78	0,89	1,1	-	-	-
VO ₂	4,0	19,7	30,7	39,6	64	78
VO ₂ /HR (mL/bat)	1	4	5	5	79	110
VE/VO ₂	40	31	36	16	87	-
VE/VCO ₂	42	35	36	-	-	-
OUES/Kg	19	29	32	>35	-	91
TROCA GASOSA						
SatO ₂ (%)	88	85	83	(queda <4%)	-	-
PETO ₂ (mmHg)	104	96	99	-	98	-
PETCO ₂ (mmHg)	31	37	37	-	99	-

FC: frequência cardíaca, PA: pressão arterial, RER: razão de trocas respiratórias (VCO₂/VO₂), RV: reserva ventilatória (1-VE/MVV (%)), OUES: oxygen uptake efficiency slope, VO₂/HR (mL/batimento)= Pulso de O₂, SatO₂= saturação arterial de oxigênio.

RESULTADOS

Atualmente a paciente encontra-se na 20ª sessão da reabilitação e a evolução do treinamento já é bastante expressiva. A carga inicial de treinamento no limiar anaeróbico orientada pelo TCPE já apresentou incremento de 20%, os exercícios de força e de flexibilidade também evidenciaram progresso significativo. Adicionalmente, foram ajustadas medicações para seu quadro respiratório (uso inalatório de broncodilatador de longa duração associado à budesonida), bem como implementado treinamento muscular respiratório.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O teste cardiopulmonar de esforço é um método que vai além da análise gráfica, para realizar uma verdadeira jornada onde o oxigênio do ar ambiente ganha as vias respiratórias, realiza a hematose, chega ao coração e, de acordo com sua função de bomba cardíaca, chega à cada célula periférica do organismo para a respiração ao nível mitocondrial.^{4,6,10} Nesse raciocínio,

as variáveis expressam a efetividade de seu transporte, captação e utilização. Possibilita análise do grau da disfunção ventricular direita ou esquerda, do comportamento dinâmico do espaço morto e da relação ventilação-perfusão como na presença de hipertensão arterial pulmonar.^{10,11} Em suma, o TCPE permite mesmo em crianças e jovens com cardiopatias congênitas complexas fornecer dados diagnósticos, prognósticos e orientadores para realização do treinamento físico de reabilitação cardiopulmonar.

Potencial Conflito de Interesse

Os autores declaram não haver potenciais conflitos de interesse.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

REFERÊNCIAS:

1. Pavão TCA, Souza JCB, Frias LMP, Silva LDC. Early Diagnosis of Congenital Heart Disease: an Integrative Review. *J Manag Prim Health Care*. 2018; 9-10.
2. Pinto Jr VC, et al. Epidemiology of Congenital Heart Disease in Brazil. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2015; 30(2): 219-24.
3. Wasserman K, Whipp BJ, Koyal SN, Beaver WL. Anaerobic Threshold and Respiratory Gas Exchange during Exercise. *J Appl Physiol*. 1973; 33: 236-43.
4. Hossri CA, Souza IPA, de Oliveira JS, Mastrocola LE. Assessment of Oxygen-uptake Efficiency Slope in Healthy Children and Children with Heart Disease: Generation of Appropriate Reference Values for the OUES Variable. *Eur J Prev Cardiol*. 2019; 26(2): 177-84.
5. Cooper DM, Kaplan MR, Baumgarten L, Weiler-Ravell D, Whipp BJ, Wasserman K. Coupling of Ventilation and CO₂ Production during Exercise in Children. *Pediatr Res*. 1987; 21: 568-72.
6. Prado DM, Dias RG, Trombetta IC. Cardiovascular, Ventilatory, and Metabolic Parameters during Exercise: Differences Between Children and Adults. *Arq Bras Cardiol*. 2006; 87(4): e149-e155.
7. Cooper DM, Weiler-Ravell D, Whipp BJ, Wasserman K. Aerobic Parameters of Exercise as a Function of Body Size during Growth in Children. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*. 1984; 56: 628-34.
8. Herdy AH, Ritt LE, Stein R, Araujo CG, Milani M, Meneghelo RS, et al. Teste Cardiopulmonar de Exercício: Fundamentos, Aplicabilidade e Interpretação. *Arq Bras Cardiol*. 2016; 107(5): 467-81.
9. Takken T, Blank AC, Hulzebos EH et al. Cardiopulmonary Exercise Testing in Congenital Heart Disease: (Contra)indications and Interpretation. *NHJL*. 2009; 17: 385.
10. Ross RM. ATS/ACCP Statement on Cardiopulmonary Exercise Testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;167: 211-77.
11. Hossri CA, Almeida R L, Teixeira FRC, Osima GL, Mastrocola LE. Cardiopulmonary Exercise Testing in Pulmonary Hypertension. *Int J Cardiovasc Sci*. 2016; 29(5): 390-95.