
Avaliação funcional do doente respiratório crónico. Testes de Exercício.

XX Congresso Português de Pneumologia

Hermínia Brites Dias

Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa

Avaliação funcional do doente respiratório crónico.

Testes de Exercício

- Teste de marcha de 6 minutos
- Teste de exercício cardio-pulmonar
 - Indicações e contra-indicações
 - Protocolos
 - Interpretação

Teste de Marcha de 6 minutos (TM6M)

■ avaliação da eficácia terapêutica

- avaliação da capacidade funcional
- avaliação prognóstica

(ATS, 2002)

TM6M - Parâmetros avaliados

- **distância percorrida;**
- frequência cardíaca;
- tensão arterial;
- saturação do pulso de oxigénio;
- dispneia (escala de Borg)

(Zeballos e Weisman, 2002)

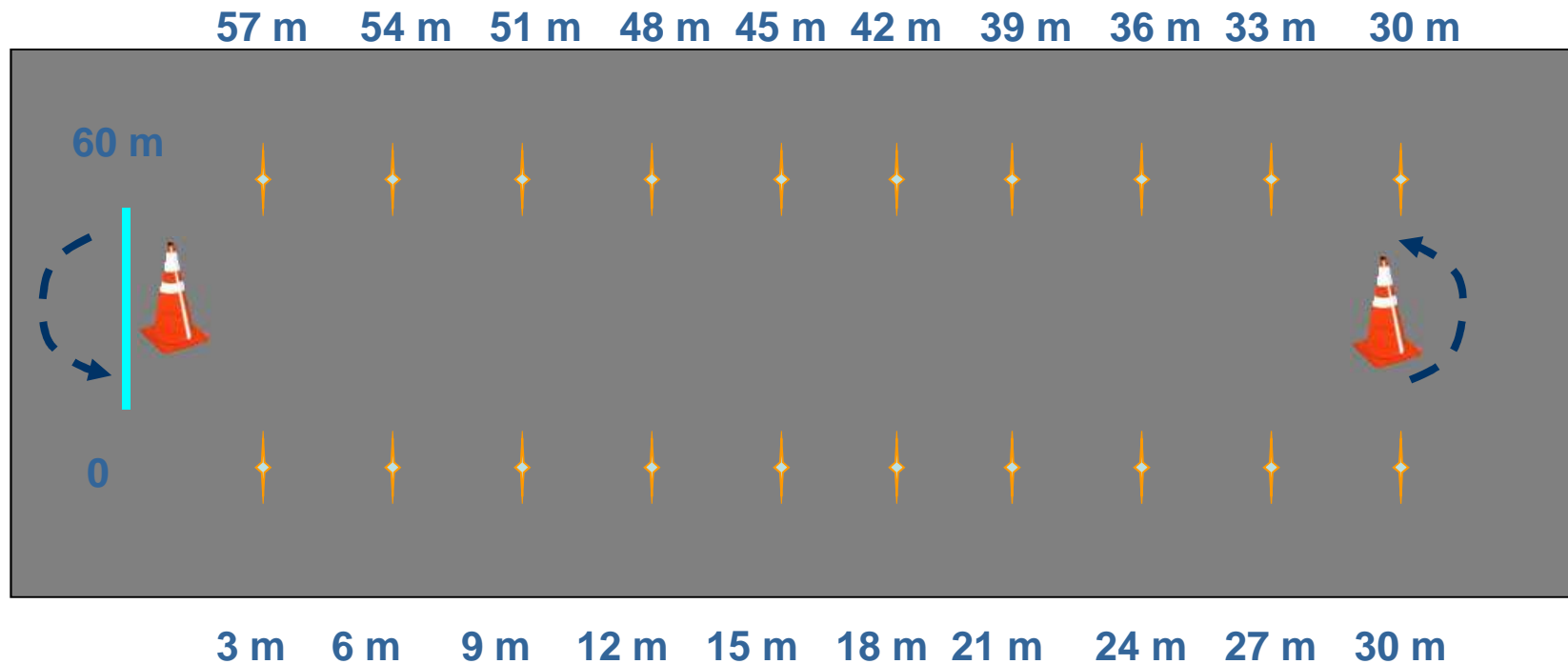
TM6M - Requisitos

- corredor (30 m) plano, sem obstáculos;
- cadeira;
- relógio ou cronómetro;
- contador de voltas mecânico;
- bloco de notas;
- esfigmomanómetro,
- oxímetro de pulso.

telefone,
fonte de oxigénio,
desfibrilhador externo automático.

(ATS, 2002)

TM6M - Percurso



TM6M - Procedimentos

■ Antes do teste

- período de repouso (avaliação de acordo com protocolo)
- explicar e demonstrar
- avaliar a sensação de dispneia e fadiga generalizada (escala de Borg)

TM6M - Procedimentos

■ Durante o teste

- incentivar com frases estandardizadas

■ Após o teste

- registar o nível de fadiga e dispneia (escala de Borg)
- repetir a avaliação basal
- calcular a distância percorrida

Escala de Borg (modificada)

- 0 nada
- 0.5 muito, muito leve
- 1 muito leve
- 2 leve
- 3 moderada
- 4 um pouco severa
- 5 severa
- 6
- 7 muito severa
- 8
- 9 muito, muito severa (quase máximo)
- 10 máximo

Escala Visual Analógica





Contra-indicações absolutas

- Angina instável há 1 mês
- Enfarte do miocárdio há 1 mês

Contra-indicações relativas

- FC basal > 120 bpm
- TA sist > 180 mm Hg e
- TA diast > 100 mm Hg

Crítérios de interrupção

- Angor
- Dispneia severa
- Craibras nas pernas
- Diaforese
- Palidez
- Descoordenação da marcha

Interpretação

■ Avaliação de programa terapêutico

- Melhoria clinicamente significativa, após programa terapêutico – aumento mínimo de 70 m (Redelmeier et al, 1997)

■ Avaliação de capacidade funcional

- Comparação com valores de referência

(ATS, 2002)

Teste de Exercício Cardio-Pulmonar (TECP)



TECP - Indicações

- avaliação da tolerância ao exercício
- avaliação de doenças do aparelho respiratório e/ou cardiovascular
- prescrição de programa de reabilitação pulmonar
- avaliação para transplante cardíaco e/ou pulmonar

(ATS, 2003)

TECP

■ Teste de exercício máximo limitado por sintomas

permite:

- **quantificar** a capacidade funcional do doente,
- identificar os factores limitantes da capacidade de exercício

monitorização simultânea de parâmetros:

- metabólicos
- electrocardiográficos
- ventilatórios
- de trocas gasosas

TECP - Parâmetros

- potência máxima

- $\dot{V}O_2$ máx

- $\dot{V}CO_2$

- limiar anaeróbio

- tensão arterial

- reserva cardíaca

- reserva ventilatória

- curvas débito-volume

- saturação de O_2

- P (A - a) O_2

- P (a - et) CO_2



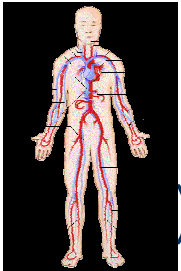
- VD / VT

- $\dot{V}E / \dot{V}O_2$ e $\dot{V}E / \dot{V}CO_2$

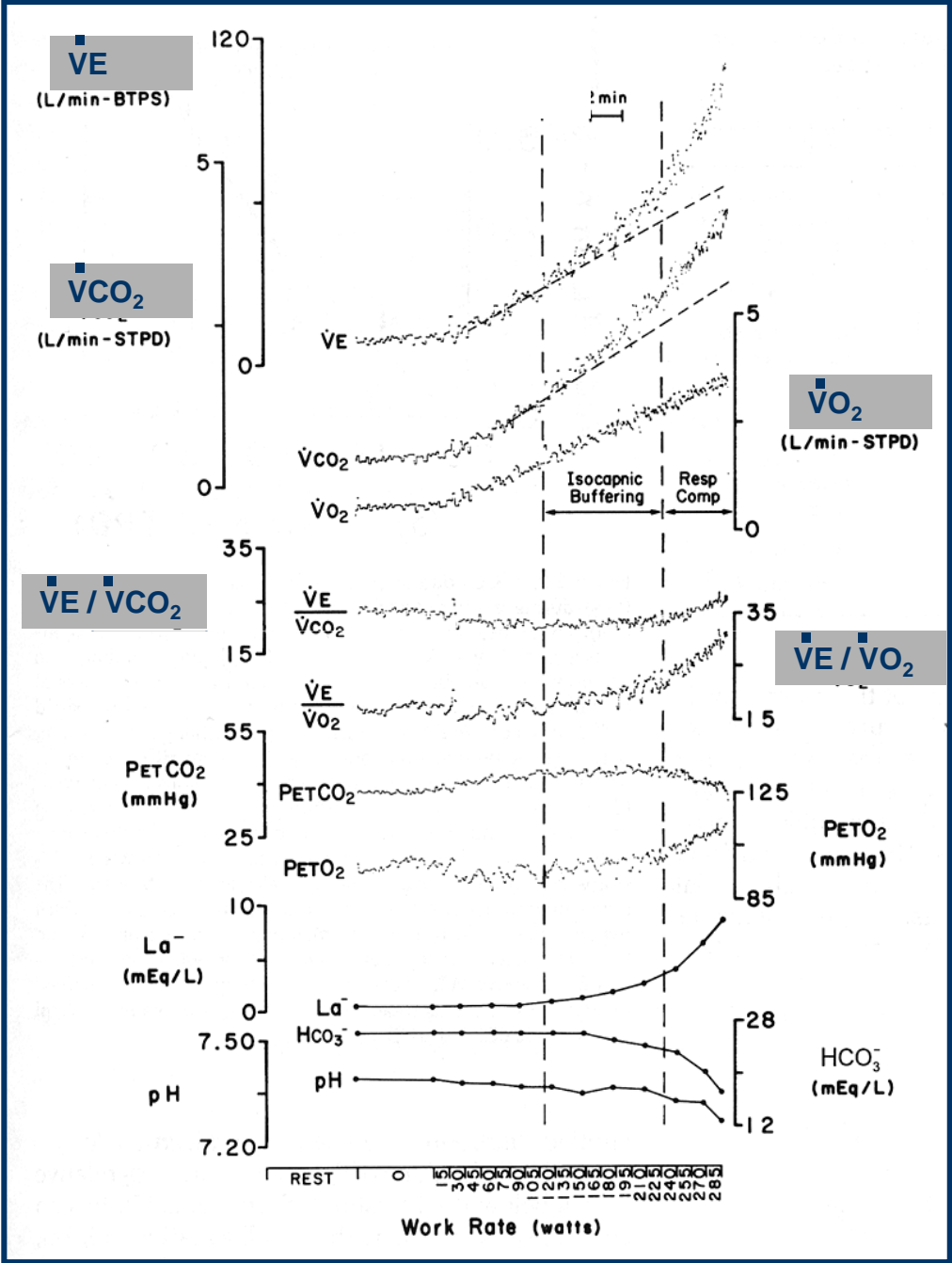
Consumo Máximo de O₂

$$\dot{V}O_2 = VS \times FC \times D(a - \bar{v})O_2$$

$\dot{V}O_{2\text{máx}}$ diminuído:

- alterações no aporte de O₂ ( ,  , )
- alterações na utilização periférica (músculos)
- falta de esforço (colaboração?)

TECP - LA



Chadid, 2003

Valores de referência

Variables	Equations*
$\dot{V}O_2$, ml/min, male	$W \times [50.75 - 0.372 (A)]$
$\dot{V}O_2$, ml/min, female	$(W + 43) \times [22.78 - 0.17 (A)]$
HR, beats/min	$210 \times 0.65 (A)^\dagger$
O ₂ pulse, ml/beat	Predicted $\dot{V}O_{2\max}$ /predicted HRmax
$\dot{V}_E/M\dot{V}V$, %	$\sim 72 \pm 15$
AT, L/min ($\dot{V}O_2$)	$> 40\% \dot{V}O_2 \text{ pred}$

Definition of abbreviations: AT = Anaerobic threshold; HR = heart rate; \dot{V}_E = minute ventilation; $\dot{V}O_2$ = oxygen uptake.

Data from References 235, 533, and 210.

* Age (A): years; height (H): centimeters; weight (W), kilograms.

Predicted weight men: $0.79 \times H - 60.7$. Predicted weight women: $0.65 \times H - 42.8$. When actual weight $>$ predicted, the predicted weight should be used in the equations.

Interpretação

Variables	Criteria of Normality
$\dot{V}O_2$ max or $\dot{V}O_2$ peak	> 84% predicted
Anaerobic threshold	> 40% $\dot{V}O_2$ max predicted; wide range of normal (40–80%)
Heart rate (HR)	HRmax > 90% age predicted
Heart rate reserve (HRR)	HRR < 15 beats/min
Blood pressure	< 220/90
O ₂ pulse ($\dot{V}O_2$ /HR)	> 80%
Ventilatory reserve (VR)	MVV – $\dot{V}E$ max: > 11 L or $\dot{V}E$ max/MVV × 100: < 85%. Wide normal range: 72 ± 15%
Respiratory frequency (fr)	< 60 breaths/min
$\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ (at AT)	< 34
V_D/V_T	< 0.28; < 0.30 for age > 40 years
P_{aO_2}	> 80 mm Hg
$P(A-a)O_2$	< 35 mm Hg

ATS / ACCP, 2003

TECP - Protocolo Incremental

- repouso

- 3 min

- sem carga

- 3 min

- incrementos progressivos até ao limite de tolerância

- 10 min

- recuperação

- 10 min (3 min de exercício sem carga)

(ATS/ACCP, 2003)

Incrementos de carga

● Indivíduo jovem, 75Kg



$\dot{V}O_2$ peak = 3000 ml / min

como: $\Delta \dot{V}O_2 / \Delta WR$ 9 -11 ml/min/W



$(3000-500) / 10 = 250 W$ logo 25 W/min

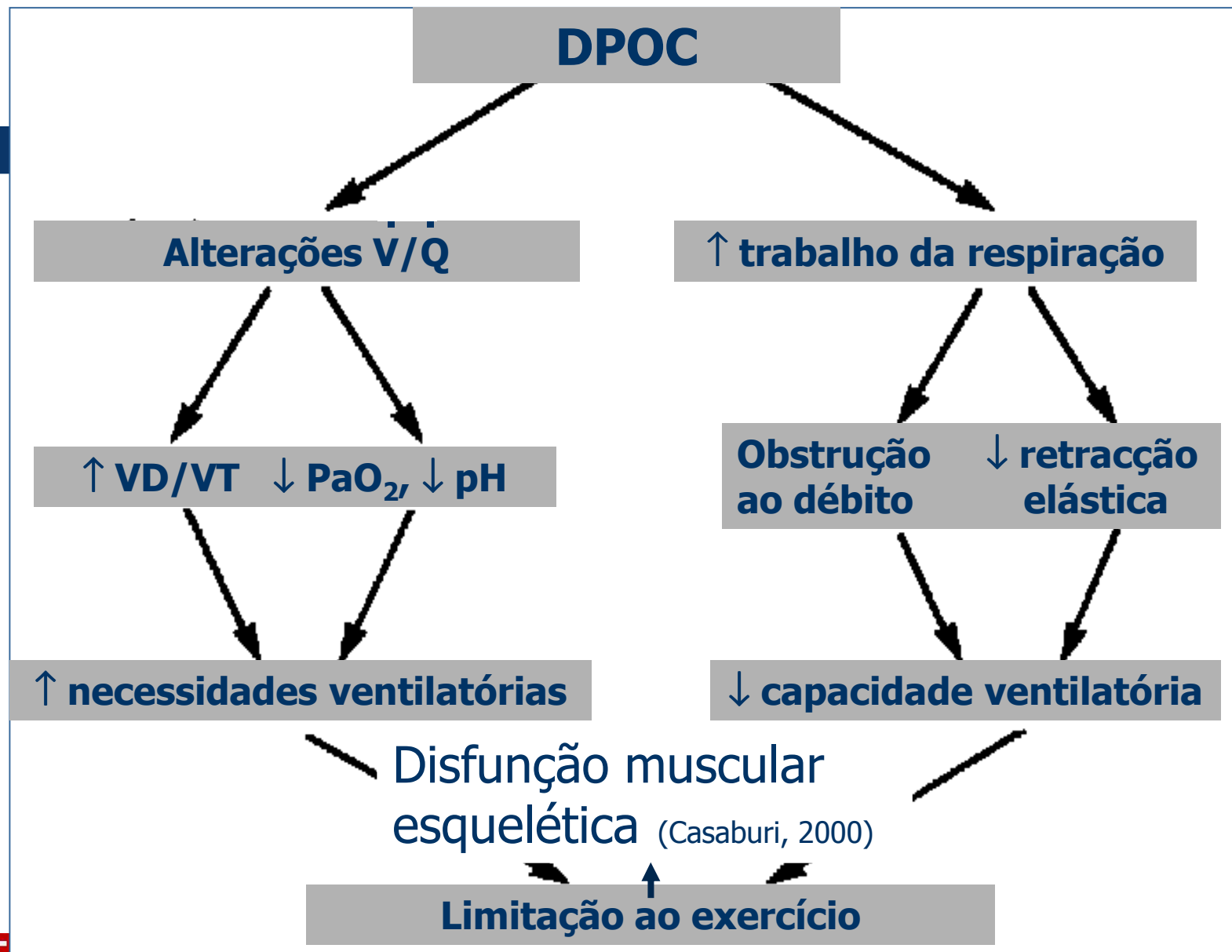
(Beck, Weisman, 2002)

Critérios de Interrupção

- Precordialgia
- Alterações ST
- Extrassistolia complexa
- Bloqueio de 2º ou 3º grau
- ↓ Ta sist de 20 mm Hg (do valor máx registado)
- HTA: ≥ 250 mm Hg sistólica; ≥ 120 mm Hg diastólica
- Dessaturação severa: SpO2 $\leq 80\%$

- Palidez súbita
- Perda de coordenação
- Confusão
- Tonturas

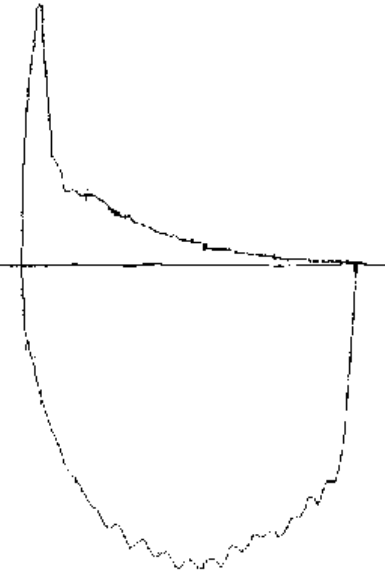
ATS / ACCP, 2003



DPOC - Resposta (padrão)

- $\dot{V}O_{2max}$ ou $\dot{V}O_{2peak}$ ————— ● Diminuído
- LA ————— ● Normal / diminuído / indeterminado
- HR máx ————— ● Diminuído, normal (d. moderada)
- Pulso O_2 ————— ● Normal ou diminuído
- $(\dot{V}E/MVV)$ 100 ————— ● Aumentado
- $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ (no LA) ————— ● Aumentado
- VD/VT ————— ● Aumentado
- PaO_2 ————— ● Variável
- $P(A-a)O_2$ ————— ● Variável, normalmente aumentado

DPOC



- Reserva ventilatória diminuída (MVV↓)

↓
limitação ventilatória

- Reserva ventilatória diminuída com outras alterações respiratórias

↓
limitação respiratória

Caso 1

Age, yr: 62
 Height, cm: 184
 FVC, L: 3.76 (75%)
 TLC, L: 9.35 (126%)
 Dco, mL/min/mm Hg: 34.7 (97%)

Race: white
 Weight, kg: 109
 FEV₁, L: 1.64 (42%)
 FRC, L: 6.73 (172%)

Sex: male
 FEV₁/FVC, %: 44
 MVV, L/min: 63

Protocol: Maximal symptom-limited incremental exercise (12 W/min)

Measurements	Max. Exercise	Predicted	Measurements	Rest	Max. Exercise
Power, W	120 (75%)	160	SaO ₂ , %	91	92
$\dot{V}O_2$, L/min	1.73 (74%)	2.33	PaO ₂ , mm Hg	60	70
AT ($\dot{V}O_2$), L/min	130 (N)	>0.93	Paco ₂ , mm Hg	30	30
HR, bpm	135 (79%)	170	pH	7.460	7.400
O ₂ pulse, mL/beat	12.8 (93%)	13.7	HCO ₃ ⁻ , mEq/L	21.7	18.7
$\dot{V}E$, L/min	63 (100%)	63	P(A-a)O ₂ , mm Hg	33	29
f, br	29 (N)	<60	P(a-ET)CO ₂ , mm Hg	1	-5
VE/ $\dot{V}CO_2$ (at AT)	35 (?)	<34	$\dot{V}D/\dot{V}T$	34	17
R	1.1				

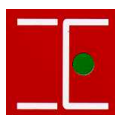
**Limitação ventilatória ao exercício
 (alterações da mecânica ventilatória)**

Caso 2

♂, 65 A, grande fumador; exposição a asbesto; HTA; oxigenoterapia domiciliária

Teste em cicloergómetro, incrementos de 10 W

Measurement	Predicted	Measured
Age, yr		65
Sex		Male
Height, cm		170
Weight, kg	74	99
VC, L	3.72	2.17
IC, L	2.48	1.31
TLC, L	5.85	8.22
FEV ₁ , L	2.89	0.58
FEV ₁ /VC, %	78	28
MVV, L/min	123	31
D _l CO, ml/mm Hg/min	25.1	13.2



Measurement	Predicted	Measured
Peak $\dot{V}O_2$, L/min	2.11	0.90
Maximum HR, beats/min	155	129
Maximum O_2 pulse, ml/beat	19.6	7.0
$\Delta\dot{V}O_2/\Delta VWR$, ml/min/W	10.3	8.9
AT, L/min	>0.93	not reached
Blood pressure, mmHg (rest, max)		175/94, 258/138
Maximum \dot{V}_E , L/min		28
Exercise breathing reserve, L/min	>15	3
P_{aO_2} , mmHg (rest, max ex)		56, 46
$P_{(A - a)O_2}$, mmHg (rest, max ex)		39, 48
$P_{(a - ET)CO_2}$, mmHg (rest, max ex)		4, 6
$\dot{V}O_2/\dot{V}_T$ (rest, heavy ex)		0.40, 0.41
HCO_3^- , mEq/L (rest, 2-min recov)		28, 27



- Boa correlação com o $\dot{V}O_2$ máx em indivíduos com patologia respiratória grave (Cahalin et al., cit Zeballos e Weisman, 2002).
- Mais sensível na avaliação da dessaturação, na DPOC, que o TECP (Poulain, et al, 2003)

- Fraca correlação do $\dot{V}O_2$ peak com severidade da alt. obstrutiva – TECP útil na avaliação da limitação e da capacidade funcional (Ong e Ong, 2000)
- TECP na avaliação do LA - definição da intensidade de treino sem excessiva acumulação de ácido láctico (aumento das necessidades ventilatórias e consequente dispneia) (Bingisser et al., 2001)