








## Pacientes com síndrome metabólica apresentam diminuição da aptidão cardiorrespiratória frente ao exercício progressivo máximo

### Patients with metabolic syndrome present decreased cardiorespiratory fitness facing maximum progressive exercise

Caroline Simões Teixeira<sup>1,2</sup> , Mariana Antonio Corrêa<sup>1</sup> , Débora Dias Ferraretto Moura Rocco<sup>1,4</sup> ,  
Giulliano Gardenghi<sup>3</sup> , Jefferson Cabral de Carvalho<sup>1</sup> , Alessandra Medeiros<sup>2</sup> ,  
Alexandre Galvão da Silva<sup>1,4</sup> 

1. Faculdade de Educação Física e Esporte (FEFESP) da Universidade Santa Cecília (UNISANTA), Santos, SP, Brasil

2. Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) – Campus Baixada Santista, Santos, SP, Brasil

3. Hospital ENCORE, Aparecida de Goiânia, GO, Brasil

4. Clínica de Reabilitação PROCárdio, São Paulo, SP, Brasil

#### RESUMO

**Fundamento:** A síndrome metabólica representa um conjunto de fatores predisponentes para desenvolvimento de doenças cardiovasculares e outras repercussões fisiopatológicas como diminuição da capacidade aeróbia, importante marcador de mortalidade. Devido a limitações na mensuração do  $VO_{2max}$ , estudos sobre o comportamento dos parâmetros ventilatórios em fases submáximas do exercício se fazem necessários para que possa reproduzir o desempenho geral do paciente durante esforço físico máximo. **Objetivo:** Comparar a capacidade cardiorrespiratória entre mulheres com SMet e mulheres eutróficas sedentárias. **Métodos:** Foram avaliados 277 indivíduos ( $42,1 \pm 5,5$  anos) do sexo feminino, divididos em dois grupos, Grupo 1 – Síndrome Metabólica (SMet= 210) e Grupo 2 – Controle Saudável (CS= 67), todos os pacientes realizaram o teste ergoespirométrico, que consiste na execução de exercício graduado com análise direta dos gases respiratórios. Os dados foram expressos em média e desvio-padrão e a análise inferencial realizada com o Teste T student. Para as correlações multivariadas, foi utilizado o modelo de regressão linear de stepwise. Para os testes, o nível de significância adotado foi de 5%. **Resultados:** O Grupo com SMet apresentou prejuízo comparado ao Grupo CS no peso, IMC e nos fatores de risco da SMet,  $P < 0,05$ . No TECP, apresentou menores valores de  $VO_{2peak}$  ( $21,2 \pm 4,6$ ; e  $27,5 \pm 9,3$  ml/kg/min, respectivamente,  $p < 0,05$ ) e menor valor para  $VO_{2LA}$  ( $14,3 \pm 7,1$ ; e  $12,1 \pm 4,0$ ; Interação;  $P < 0,05$ ), correlacionando-se diretamente com as IMC ( $R = -0,48$ ;  $P = 0,001$ ) e CA ( $r = -0,46$ ;  $P = 0,001$ ). **Conclusão:** Pacientes com SMet apresentam diminuição da eficiência cardiorrespiratória frente ao exercício progressivo máximo.

**Palavras-chave:** síndrome metabólica; eficiência cardiorrespiratória; mulheres sedentárias.

#### ABSTRACT

**Background:** Metabolic Syndrome represents a set of predisposing factors for the development of cardiovascular diseases and other pathophysiological repercussions such as decreased aerobic capacity, an important marker of mortality. Due to limitations in the measurement of  $VO_{2max}$ , studies on the behavior of ventilatory parameters in submaximal phases of exercise are necessary so that it can be reproduced the patient's general performance during maximum physical effort. **Objective:** Compare cardiorespiratory fitness between women with MetS and sedentary eutrophic women. **Methods:** 277 female individuals ( $42.1 \pm 5.5$  years) were evaluated, divided into two groups, Group 1 – Metabolic Syndrome (MetS =210) and Group 2 – Heath Control (HC = 67), all patients underwent the ergospirometric test, which consists of performing a graduated exercise with direct analysis of respiratory gases. The data were expressed as mean and standard deviation and the inferential analysis performed with the Test T student. For multivariate correlations, the linear regression model stepwise. For all tests, the level of significance adopted was 5%. **Results:** MetS Group showed loss when compared to the HC Group in weight, BMI and risk factors for MetS,  $P < 0.05$ . In the Cardiopulmonary exercise test, had lower values of  $VO_{2peak}$  ( $21.2 \pm 4.6$ ; and  $27.5 \pm 9.3$  ml/kg/min, respectively, Interaction;  $P < 0.05$ ) and a lower value for  $VO_2$  at the anaerobic threshold ( $14.3 \pm 7.1$ ; and  $12.1 \pm 4.0$ ;  $p < 0.05$ ), correlating directly with the BMI ( $R = -0.48$ ;  $P = 0.001$ ) and CA ( $R = -0.46$ ;  $P = 0.001$ ). **Conclusion:** Patients with MetS have decreased cardiorespiratory efficiency compared to maximum progressive exercise.

**Keywords:** metabolic syndrome; cardiorespiratory efficiency; sedentary women.

Recebido em: 9 de abril de 2021; Aceito em: 28 de maio de 2021.

Correspondência: Alexandre Galvão da Silva, Rua Oswaldo Cruz, 277, 11045-907 Santos SP. agalvao@unisanta.br

## Introdução

A Síndrome Metabólica (SMet) é considerada como uma complexa desordem metabólica para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares [1,2]. Independentemente da entidade ou grupo que define a SMet, os componentes/fatores de risco são sempre os mesmos, associados ao desenvolvimento de comorbidades com repercussões fisiopatológicas [1].

Estudos demonstram que além das alterações metabólicas, a SMet também repercute negativamente nos ajustes cardiorrespiratórios, como, por exemplo, a diminuição da capacidade aeróbia, importante marcador de mortalidade [3].

O consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2\text{máx}}$ ) está diretamente relacionado com o débito cardíaco, com o conteúdo arterial de oxigênio e com a troca gasosa em nível alvéolo-capilar, técnica padrão ouro para avaliação da relação dos sistemas cardiorrespiratórios e musculoesqueléticos [4,5].

Pacientes com SMet, de acordo com dados da literatura, apresentam diminuição da competência aeróbia, sendo uma das justificativas para tal alteração, a diminuição da força muscular nestes indivíduos [6-8].

De acordo com o estudo de Yokota T *et al.* [9], foi demonstrado que existe relação entre a diminuição da capacidade aeróbia com anormalidades no metabolismo muscular esquelético. A diminuição do  $VO_2$  frente ao exercício é muito presente nos indivíduos com SMet, no entanto, a literatura também tem mostrado que essa diminuição pode ser proveniente da influência da motivação do paciente e do profissional [10-12].

Devido a essas limitações na mensuração do  $VO_2$ , estão sendo utilizados pelos pesquisadores parâmetros ventilatórios em fases submáximas do exercício para que possa reproduzir o desempenho geral do paciente [13-15].

Até o presente momento, existem poucas investigações e estudos sobre o comportamento dos parâmetros cardiorrespiratórios frente ao esforço submáximo em pacientes com SMet, não evidenciando cientificamente se este conjunto de fatores de risco que classificam a SMet trazem prejuízo na eficiência cardiorrespiratória dos indivíduos durante a realização do exercício físico.

O objetivo do presente estudo foi comparar a capacidade cardiorrespiratória entre mulheres com SMet e mulheres eutróficas sedentárias durante exercício físico progressivo e sua relação com os fatores de risco que compõem.

## Métodos

Foram avaliados 277 indivíduos do sexo feminino, haja vista da alta frequência desse gênero na procura pelo nosso serviço de reabilitação ( $42,1 \pm 5.5$  anos), separados em Grupo SMet (SMet) ( $n = 210$ ) e Grupo Controle Saudável (CS) ( $n = 67$ ), seguidos pela Clínica de Reabilitação PROCárdio e pelo Laboratório de Treinamento Físico e Experimental da UNIFESP. Inicialmente, passaram por uma triagem e receberam in-

formações sobre o projeto para, então, serem convidadas a participar do estudo. Em seguida, passaram por avaliação clínica e laboratorial para determinação da condição de saúde. Aquelas que não apresentaram os fatores de caracterização da SMet, foram convidadas a participar do estudo como grupo controle saudável com o objetivo de comparação de parâmetros.

O presente estudo foi encaminhado à Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Santos/SP e aprovado sob número 3.036.417. Todas as voluntárias assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido autorizando sua participação no estudo.

Foram incluídas mulheres sedentárias, portadoras de Síndrome Metabólica de acordo com os critérios diagnósticos do *National Cholesterol Education Program, Adult Treatment Panel III* (NCEP III) e mulheres sedentárias, entre 18 e 50 anos, não portadoras de síndrome metabólica, para composição do grupo controle. Foram excluídas mulheres inseridas em programas de atividade ou treinamento físico, ou tratamento dietético, tabagistas, com histórico de consumo de álcool, doença cardiovascular ou qualquer outra patologia ou limitação física que impossibilitasse a realização do teste de esforço cardiopulmonar (TECP) e mulheres que não participaram de alguma das etapas do presente projeto.

### *Procedimentos*

Os indivíduos que aceitaram participar do estudo passaram por avaliação médica e realizaram todos os exames iniciais. Foram realizadas três medidas de pressão arterial antes do teste cardiopulmonar.

Foi feita a avaliação da composição corporal, aferindo a altura (m) e o peso corporal (kg) em balança Filizola. O índice de massa corporal (IMC) foi determinado através do cálculo do peso dividido pela altura ao quadrado [IMC = peso (kg)/altura<sup>2</sup>(m)];

A avaliação da circunferência abdominal foi medida no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca pelo fato de muitas pacientes obesas possuírem o umbigo direcionado para baixo devido à excessiva curvatura da parede abdominal. Foram realizadas três medidas consecutivas, sempre pelo mesmo avaliador, e registrado o valor que mais se repetiu.

Os exames laboratoriais foram realizados no período da manhã, com o indivíduo em jejum de 12 horas. Uma veia antecubital foi cateterizada para coleta de sangue venoso para avaliações laboratoriais: hemograma (foi realizado por contagem eletrônica automatizada e estudo morfológico em esfregaços corados com corantes panópticos), glicemia (foi realizada pelo método enzimático, automatizado - Roche), colesterol total e frações, triglicérides e HDL-colesterol (*high density lipoprotein* ou lipoproteína de alta densidade - foi feita pelo método enzimático colorimétrico) e o cálculo de LDL-colesterol (*Low Density Lipoproteins* ou Lipoproteínas de baixa densidade) conforme a *Lipid Research Clinics Program*. Seguindo a orientação das IV Diretrizes Brasileiras sobre Dislipidemias da Sociedade Brasileira de Cardiologia (2007),

foi feita a dosagem direta do LDL-colesterol (e não calculado pela equação) sempre que os resultados dos triglicérides forem maiores ou iguais a 400 mg/dL.

O teste de esforço cardiopulmonar foi realizado no equipamento Cortex da Meta Análise 3s. Os valores foram coletados a cada respiração e convertidos em média de 30 segundos. Os parâmetros analisados foram: consumo de oxigênio ( $\text{VO}_2$  L  $\text{min}^{-1}$  ou mL  $\text{kg}^{-1}$   $\text{min}^{-1}$  STPD); produção de dióxido de carbono ( $\text{VCO}_2$  mL/ $\text{min}^{-1}$ STPD); ventilação pulmonar (VE L/min BTPS); volume corrente (VCL/min BTPS); frequência respiratória (FR rpm); espaço morto funcional estimado (VD/VT); razão da troca respiratória (RER); equivalentes ventilatórios de oxigênio (VE/ $\text{VO}_2$ ) e dióxido de carbono (VE/ $\text{VCO}_2$ ) e pressões expiratórias finais de oxigênio e dióxido de carbono ( $\text{PetO}_2$  e  $\text{PetCO}_2$  mmHg). Antes de cada avaliação, o analisador metabólico foi calibrado utilizando gases com dióxido de carbono e oxigênio balanceado com nitrogênio, e o medidor de fluxo foi calibrado com uma seringa de 3 litros. O teste foi realizado em esteira ergométrica (Micromed), através do protocolo de rampa com aumento constante de velocidade e/ou inclinação a cada minuto até a exaustão, sendo os incrementos de carga calculados pela carga máxima predita até a exaustão.

Para a análise do comportamento da frequência cardíaca durante o exame, foi utilizado um eletrocardiograma com doze derivações padrão (D1, D2, D3, aVR, aVL, aVF, V1, V2, V3, V4, V5, V6 - ECG Marquette Medical Systems, InC. CardioSoft, Wisconsin, USA) e para avaliação da pressão arterial foi utilizado o método auscultatório. O teste foi considerado máximo quando o paciente atingiu valores de razão da troca respiratória  $\geq 1,10$  associado à exaustão referida pelo próprio paciente. A capacidade física foi determinada pelo consumo de oxigênio pico ( $\text{VO}_{2\text{pico}}$ ) no final do exame. Em repouso, durante e após a avaliação funcional cardiorrespiratória foi feito o registro eletrocardiográfico, além de mensurações periódicas da pressão arterial por um auxiliar. Periodicamente, foi perguntado ao paciente a respeito de seus sintomas ao esforço, como cansaço, peso nas pernas e tonturas.

O limiar anaeróbio ventilatório (LAV) foi mensurado pelo método *V-slope* (Beaver *et al.*, 1986), que consiste na perda de linearidade entre a produção de  $\text{VCO}_2$  e o consumo de  $\text{VO}_2$ .

Ao final, o grupo que apresenta SMet foi comparado com o grupo controle saudável para análise dos resultados.

### Diagnóstico da SMet

A SMet foi diagnosticada de acordo com o *National Cholesterol Education Program – Adult Treatment Panel III* (NCEP ATP III) onde o indivíduo é caracterizado como portador da síndrome na presença três dos cinco fatores de risco cardiovasculares, sendo eles:

- Circunferência abdominal  $\geq 102$  cm para homens e  $\geq 88$  cm para as mulheres;
- Triglicérides  $\geq 150$  mg/dL;
- HDL-colesterol  $< 40$  mg/dL para homens e  $< 50$  mg/dL para as mulheres;
- Pressão arterial sistólica  $\geq 130$  mmHg ou pressão arterial diastólica  $\geq 85$  mmHg;
- Glicemia de jejum  $\geq 110$  mg/dL.

### Análise estatística

Foi realizado o cálculo do tamanho da amostra e utilizado o programa estatístico *OpenEpi99*. Foi proposto um poder de 80%, com um intervalo de confiança de 95% (bicaudal) para admitir a probabilidade do erro tipo 1 em apenas 5%. Desse modo, constatou-se que deveriam ser recrutados no mínimo 23 pacientes por grupo.

As variáveis analisadas neste estudo foram submetidas ao teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar se apresentavam distribuição normal. As variáveis que não apresentaram esta distribuição foram analisadas após transformação logarítmica.

Os dados das características antropométricas, metabólicas e cardiorrespiratórias basais de ambos os grupos foram submetidos à análise estatística teste t de Student para medidas não repetidas. Para as correlações multivariadas, foi utilizado o modelo de regressão linear de stepwise. Para todos os testes, o nível de significância adotado foi de 5%.

## Resultados

### Avaliação basal e características de acordo com a SMet

Nas Tabelas I, II, III observam-se os dados basais referentes às características antropométricas, metabólicas e cardiorrespiratórias dos grupos estudados (Grupo SMet e Grupo CS). Foram observadas diferenças significativas entre os grupos estudados nos parâmetros antropométricos, metabólicos e cardiorrespiratórios.

### Parâmetros antropométricos

A avaliação dos parâmetros antropométricos, de acordo com a comparação dos grupos, conferiu às pacientes diferenças significantes quanto ao IMC, a composição corporal (cintura abdominal, massa magra, massa gorda) como era de se esperar para o grupo com SMet (Tabela I). Não observamos diferenças em relação à idade e estatura nos grupos estudados (Tabela I).

**Tabela I** - Características clínicas dos 277 indivíduos estudados de acordo com a separação dos grupos síndrome metabólica (SMET) e controle saudável (CS)

Parâmetros	SMet (n = 210)	CS (n = 67)	p
Idade (anos)	41,0 ± 5,3	42,0 ± 6,0	0,50
Altura (m)	1,60 ± 0,2	1,63 ± 0,7	0,59
Peso (kg)	86,3 ± 10,5	58,5 ± 4,8	P < 0,05
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	33,5 ± 1,8	22,9 ± 2,1	P < 0,05
CA (cm)	105,8 ± 6,7	76,9 ± 4,5	P < 0,05

Valores são expressos como média ± DP; Sem significância estatística p > 0,05. Significância Estatística p < 0,05. CA = Circunferência Abdominal; CS = Controle Saudável; IMC = Índice de Massa Corpórea; SMet = Síndrome Metabólica

### Parâmetros metabólicos

Seguindo o mesmo padrão de organização e comparação dos grupos, foi avaliada a influência da SMet nos parâmetros metabólicos.



Na Tabela II, pode ser observado que o grupo SMet conferiu às pacientes, diferenças significantes quanto às variáveis metabólicas.

**Tabela II** - Características laboratoriais dos 277 indivíduos estudados de acordo com a separação dos grupos síndrome metabólica (SMet) e controle saudável (CS)

Parâmetros	SMet (n = 210)	CS (n = 67)	P
Glicemia de jejum (mg/dL)	134,6 ± 14,4	81,0 ± 12,5	< 0,05
Colesterol (mg/dL)	181,2 ± 44,4	152,7 ± 21,0	< 0,05
TG (mg/dL)	196,6 ± 21,6	117,1 ± 66,4	< 0,05
LDL-C (mg/dL)	120,5 ± 42,0	108,4 ± 27,7	0,02
HDL-C (mg/dL)	40,9 ± 12,2	50,3 ± 8,9	< 0,05

Valores são expressos como média ± DP, Significância Estatística  $p < 0,05$ ; CS = Controle Saudável; HDL-c = Colesterol de Lipoproteína de Alta Densidade; LDL-c = Colesterol de Lipoproteína de Baixa Densidade; TG = triglicérides; SMet = Síndrome Metabólica

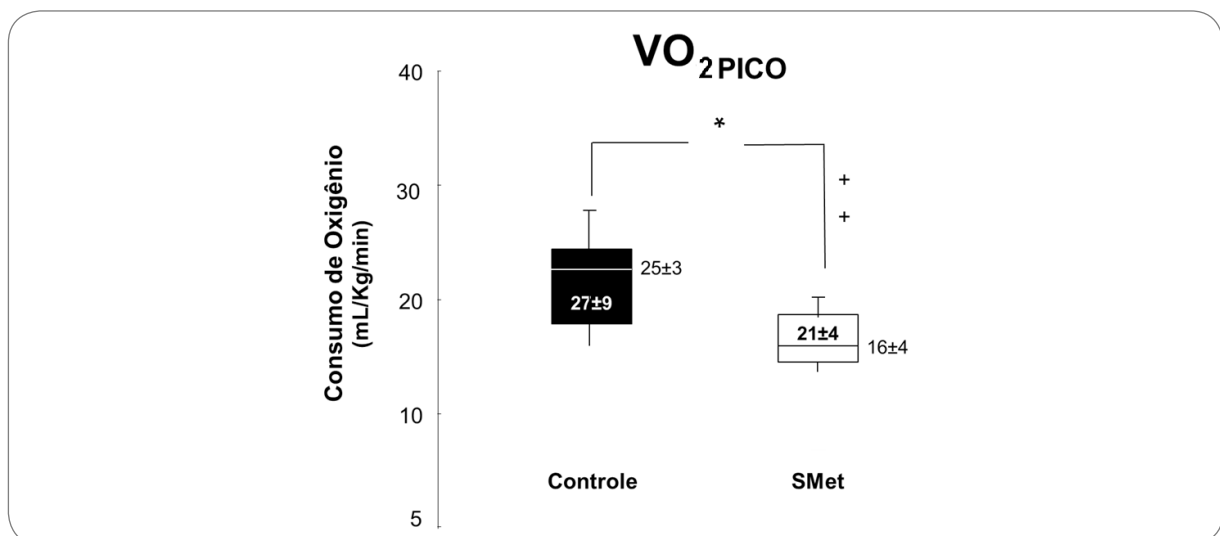
### Parâmetros hemodinâmicos e cardiorrespiratórios

Com relação aos dados basais cardiorrespiratórios, foram observadas diferenças significantes na pressão arterial sistólica (PAS) e na capacidade funcional máxima ( $VO_{2pico}$ ) entre os grupos SMet e o grupo controle saudável (Tabela III).

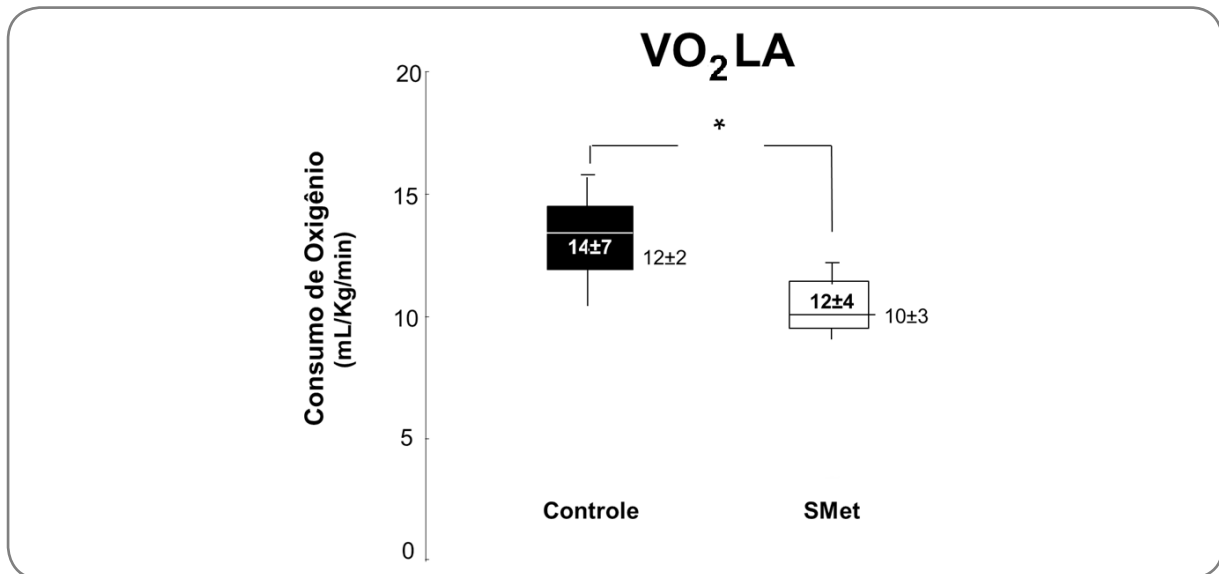
**Tabela III** - Características cardiorrespiratórias dos 277 indivíduos estudados de acordo com a separação dos grupos síndrome metabólica (SMet) e controle saudável (CS)

Parâmetros	SMet (n = 210)	CS (n = 67)	p
PAS (mmHg)	144 ± 13,2	128 ± 13,0	$p < 0,05$
PAD (mmHg)	80 ± 13,7	79 ± 7,6	0,77
FC (bpm)	72 ± 15,2	72 ± 8,4	0,64
$VO_{2pico}$ (mL/kg/min)	21,2 ± 4,6	27,5 ± 9,3	$p < 0,05$

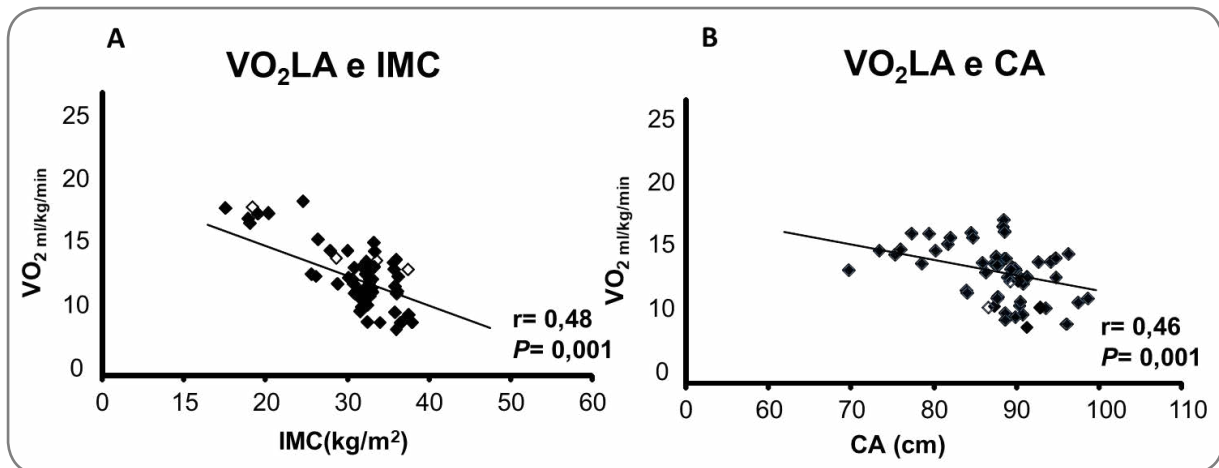
Valores são expressos como média ± DP; sem significância estatística  $p > 0,05$ . Significância Estatística  $p < 0,05$ . FC = Frequência Cardíaca; PAS = Pressão Arterial Sistólica; PAD = Pressão Arterial Diastólica



**Figura 1** - Comparação dos valores do  $VO_{2pico}$  entre os grupos síndrome metabólica (SMet) e controle. Os valores são expressos como média ± desvio-padrão, \*  $p < 0,05$ . mL/kg/min vs GC



**Figura 2** - Comparação dos valores do VO<sub>2</sub>LA entre os grupos síndrome metabólica (SMet) e controle. Os valores são expressos como média ± desvio-padrão, \*p < 0,05. mL/kg/min vs Grupo Controle



**Figura 3** - Na análise de correlação multivariada do limiar anaeróbio VO<sub>2</sub>LA entre os fatores de risco para a SMet, como esperado houve correlação inversa e significativa do índice de massa corpórea (IMC) (Figura 3A) e a Circunferência abdominal (CA) (Figura 3B)

## Discussão

O presente estudo expandiu o conhecimento atual sobre os fatores que influenciam os efeitos maléficos da SMet no comportamento do sistema cardiorrespiratório frente a uma situação de estresse físico em mulheres com SMet durante exercício físico progressivo. A hipótese aventada foi a de que o agrupamento de anormalidades e patologias que compõem os pacientes com SMet pudessem modular negativamente os ajustes cardiorrespiratórios durante uma situação de estresse físico. Constatou-se nesta investigação que o consumo de oxigênio relativo no pico do esforço (VO<sub>2</sub><sub>pico</sub>) e a eficiência aeróbia (VO<sub>2</sub>LA) foram reduzidos em pacientes com SMet quando comparados com indivíduos eutróficos e a influência direta do acúmulo de tecido adiposo na capacidade física dessa população.

Corroborando Miyatake N *et al.* [8] estudando a influência da SM na população Japonesa notaram que essa população apresentava diminuição no VO<sub>2</sub><sub>pico</sub> e no

$VO_2LA$ , quando comparados a indivíduos eutróficos [8]. Os autores evidenciaram a influência do aumento da massa de gordura e diminuição da porcentagem de massa magra refletindo na menor capacidade física de indivíduos com SMet [8].

Yokota *et al.* [9] observaram que as alterações metabólicas presentes em pacientes com SMet, principalmente à resistência à insulina, estão fortemente associadas com as alterações no metabolismo muscular esquelético. O estudo demonstrou existir uma diminuição no metabolismo mitocondrial para fosforilação oxidativa e produção de ATP prejudicando a capacidade aeróbia de indivíduos com SMet.

Nesse sentido, pesquisadores descreveram que a mortalidade aumenta no período de 14 anos conforme a diminuição do  $VO_{2pico}$ , tanto em indivíduos saudáveis como em indivíduos cardiopatas [3]. No entanto, a literatura tem mostrado que a mensuração do  $VO_{2pico}$  pode ter um viés por ser altamente influenciado pela motivação do paciente e do investigador [17,18]. Devido a essas limitações na mensuração do  $VO_{2pico}$ , vários investigadores têm utilizado parâmetros de exercício submáximo para reproduzir o desempenho geral do indivíduo [19-21].

Além da utilização do  $VO_{2pico}$  como um importante índice preditor importante de mortalidade, avaliações do consumo de oxigênio em cargas submáximas já foram descritas como marcador de mal prognóstico, como o  $VO_2$  no limiar anaeróbio ( $VO_2LA$ ) [19] e a relação consumo de oxigênio e carga de trabalho ( $\Delta VO_2 / \Delta W$ ) [8], que indicam a eficiência metabólica do indivíduo. Estudos têm observado que pacientes que atingem  $VO_2LA \leq 11$  ml/kg/min apresentam risco cardiovascular mais elevado [22].

Da mesma forma, demonstramos que a capacidade aeróbia ( $VO_{2pico}$ ), e o índice submáximo ( $VO_2LA$ ) foram reduzidos em pacientes com SMet. Assim, mostramos que, de fato, as alterações da SMet são os principais fatores para a diminuição dos índices do TECP.

Por fim, esta investigação apresentou forte correlação na influência direta do IMC e da CA no consumo de oxigênio avaliado em cargas submáximas ( $VO_2LA$ ) com o  $VO_{2pico}$ . Os dados desta investigação demonstram existir uma relação inversa entre o ganho de peso e a eficiência capacidade cardiopulmonar durante o teste ergoespirométrico. Portanto, o aumento do peso corporal interferiu negativamente na resposta do consumo de oxigênio ao exercício submáximo nos indivíduos com SMet.

O excesso na concentração da gordura corporal influencia profundamente na aptidão aeróbia, evidenciando que a adiposidade reduz a potência aeróbica máxima em relação ao peso ( $VO_{2máx}/kg$ ) [23,24] e que a aptidão funcional durante o exercício está negativamente relacionada ao grau de obesidade [24,25].

Nota-se relação negativa entre o aumento da cintura abdominal e o  $VO_2LA$  durante o exercício físico submáximo. Estes dados são consistentes com achados prévios que demonstraram que alterações na função ventilatória foram atribuídas à compressão mecânica extrínseca da adiposidade, que pode causar redução da complacência da parede torácica e conseqüentemente aumento do trabalho respiratório, sendo, assim, fatores determinantes para a diminuição da capacidade aeróbia [26,28].



Não foram verificadas relações diretas entre os outros fatores de risco para a SMet e as respostas ventilatórias durante o exame de ergoespirometria. Resultados de estudos anteriores [8] suportam a noção de que o  $VO_2$  no pico do esforço, assim como respostas hemodinâmicas ao exercício, sofre influência direta da obesidade durante avaliação cardiopulmonar [8]. Com isso, pode-se observar que a obesidade tem interferência direta com a eficiência cardiorrespiratória do paciente com SMet, levando a um maior risco de complicações cardiovasculares no futuro.

Vale ressaltar que uma nova perspectiva de saúde surge devido ao momento atual que vivemos, uma pandemia causada pelo Sars-CoV-2 onde a população mais vulnerável à gravidade e mortalidade é justamente a estudada nesta investigação. O conhecimento proporcionado por esta pesquisa pode auxiliar na maior compreensão sobre as relações existentes entre os fatores de risco para doenças cardiovasculares e o principal sistema atingido pelo Sars-CoV-2, o respiratório.

Dentro do mesmo contexto, indivíduos com SMet, por apresentarem alterações na eficiência cardiorrespiratória principalmente devido às limitações pulmonares, como anormalidades na relação ventilação-perfusão, tornam-se mais predispostos a depender de ventilação mecânica e outros cuidados intensivos caso contraíam a COVID-19 [29].

## Conclusão

Com base nos resultados, concluímos que as pacientes com SMet apresentaram diminuição do Consumo Máximo de Oxigênio frente ao exercício progressivo máximo e que dentre os variados fatores de risco para SMet, o IMC e a CA têm relação direta na capacidade física nessa população.

### Agradecimentos

A alta direção da instituição representados por Dra. Silvia Teixeira, Dra. Lucia Teixeira e Dr. Marcelo Teixeira da Universidade Santa Cecília pelo suporte e ao nosso Laboratório de Fisiologia do Exercício e Saúde (LAFES).

### Potencial conflito de interesse

Nenhum conflito de interesses com potencial relevante para este artigo foi reportado.

### Fontes de financiamento

Não houve fontes de financiamento externas para este estudo.

### Vinculação acadêmica

Este artigo representa a dissertação de mestrado da aluna Caroline Simões Teixeira, orientado pela Professora Doutora Alessandra Medeiros e co-orientado pelo Professor Doutor Alexandre Galvão da Silva na Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) – Campus Baixada Santista, Santos/SP – Brasil.

### Contribuição dos autores

**Concepção e desenho da pesquisa:** Teixeira CS, Rocco DDFM, Silva AG. **Obtenção de dados:** Teixeira CS, Corrêa MA, Carvalho JC, Rocco DDFM, Silva AG. **Análise e interpretação dos dados:** Medeiros A, Rocco DDFM, Silva AG. **Análise estatística:** Silva, AG. **Obtenção de financiamento:** não se aplica. **Redação do manuscrito:** Teixeira CS, Medeiros A, Rocco DDFM, Silva AG. **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Gardenghi G.

## Referências

1. Pesaro AEP, Serrano CV, Nicolau JC. Infarto agudo do miocárdio – síndrome coronariana aguda com supradesnível do segmento ST. *Rev Assoc Med Bras* 2004;50(2):214-20. doi: 10.1590/S0104-42302004000200041
2. Colombo RCR, Aguillar OM. Estilo de vida e fatores de risco de pacientes com primeiro episódio de infarto agudo do miocárdio. *Rev Latinoam Enferm* 1997;5(2):69-82. doi: 10.1590/S0104-11691997000200009
3. Ishitani LH, Franco GC, Perpétuo IHO, França E. Desigualdade social e mortalidade precoce por doenças cardiovasculares no Brasil. *Rev Saúde Pública* 2006;40(4):684-91. doi: 10.1590/S0034-89102006000500019
4. Palange P, Ward SA, Carlsen KH, Casaburi R, Gallagher CG, Gosselink R, et al. Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice. *Eur Respir J* 2007;29(1):185-209. doi: 10.1183/09031936.00046906
5. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med* 2002;346(11):793-801. doi: 10.1056/NEJMoa011858
6. Jurca R, Lamonte MJ, Barlow CE, Kampert JB, Church TS, Blair SN. Association of muscular strength with incidence of metabolic syndrome in men. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37(11):1849-55. doi: 10.1249/01.mss.0000175865.17614.74
7. Kosola J, Vaara JP, Ahotupa M, Kyrolainen H, Santtila M, Oksala N. Elevated concentration of oxidized LDL together with poor cardiorespiratory and abdominal muscle fitness predicts metabolic syndrome in young men. *Metabolism* 2013;62(7):992-9. doi: 10.1016/j.metabol.2013.01.013
8. Miyatake N, Saito T, Wada J, Nishikawa H, Matsumoto S, Miyachi M. Linkage between oxygen uptake at ventilatory threshold and muscle strength in subjects with and without metabolic syndrome. *Acta Med* 2007;61(5):255-9. doi: 10.18926/AMO/32895
9. Yokota T, Knugawa S, Okita K, Hirabayashi K, Suga T, Hatorri M, et al. Lower aerobic capacity was associated with abnormal intramuscular energetic in patients with metabolic syndrome. *Hypertens Res* 2011;34(9):1029-34. doi: 10.1038/hr.2011.78
10. Lakka TA, Laaksonen DE, Laaka HM, Männikö N, Niskanen LK, Raumamaa R, et al. Sedentary life style, poor cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35(8):1279-86. doi: 10.1249/01.MSS.0000079076.74931.9A
11. Clark AL, Poole-Wilson PA, Coats AJ. Effects of motivation of the patient on indices of exercise capacity in chronic heart failure. *Br Heart J* 1994;71(2) 162-5. doi: 10.1136/hrt.71.2.162
12. Yazbeck Junior P, Carvalho RT, Sabbag LMS, Battistella LR. Ergoespirometria. Teste de esforço cardiopulmonar, metodologia e interpretação. *Arq Bras Cardiol* 1998;71(5):719-24. doi: 10.1590/S0066-782X1998001100014
13. Weber KT, Kinasevitz GT, Janicki JS, Fishman AP. Oxygen utilization and ventilation during exercise in patients with chronic cardiac failure. *Circulation* 1982;65(6):1213-23. doi: 10.1161/01.cir.65.6.1213
14. Andreacci J, Le Mura LM, Cohen SL, Urbansky EA, Chelland SA, Duvillard V. The effects of frequency of encouragement on performance during maximal exercise testing. *J Sports Sci.* 2002;20(4):345-52. doi: 10.1080/026404102753576125
15. Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol* 1986;60(6):2020-7. doi: 10.1152/jap.1986.60.6.2020
16. Neto AS. Fatores de risco para aterosclerose relacionado ao nível de aptidão cardiorrespiratória em adolescentes [Dissertação]. Curitiba: Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, Curitiba; 2007. [http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos\\_teses/EDUCACAO\\_FISI-CA/dissertacao/STABELINI,NETO.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/EDUCACAO_FISI-CA/dissertacao/STABELINI,NETO.pdf)
17. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz brasileira de diagnóstico e tratamento da síndrome metabólica. *Arq Bras Cardiol* 2005;84(supl1):1-28. doi: 10.1590/S0066-782X2005000700001
18. Rennie KL, McCarthy N, Yazdgerdi S, Marmot M, Brunner E. Association of metabolic syndrome with both vigorous and moderate physical activity. *Int J Epidemiol* 2003;32(4):600-6. doi: 10.1093/ije/dyg179
19. Gustat J, Srinivasan SR, Elkasabany A, Berenson GS. Relation of self-rated measures of physical acti-

- vity to multiple risk factors of insulin resistance syndrome in young adults: the Bogalusa Heart study. *J Clin Epidemiol* 2002;55(10):997-1006. doi: 10.1016/s0895-4356(02)00427-4
20. Wareham NJ, Hennings SJ, Byrne CD, Hales CN, Prentice AM, Day NE. A quantitative analysis of the relationship between habitual energy expenditure, fitness and the metabolic cardiovascular syndrome. *Br J Nutr* 1998;80(3):235-41. doi: 10.1017/s0007114598001287
21. Ciolac EG, Guimarães GV. Exercício físico e síndrome metabólica. *Rev Bras Med Esporte* 2004;10(4):319-24.
22. Myers J, Arena R, Oliveira RB, Bensimhon D, Hsu L, Chase P, et al. The lowest VE/VCO<sub>2</sub> ratio during exercise as a predictor of outcomes in patients with heart failure. *J Cardiac Fail* 2009;15(9):756-62. doi: 10.1016/j.cardfail.2009.05.012
23. Marinov B, Kostianev S, Turnovska T. Ventilatory efficiency and rate of perceived exertion in obese and non-obese children performing standardized exercise. *Clin Physiol Funct Imaging* 2002;22(4):254-60. doi: 10.1046/j.1475-097x.2002.00427.x
24. Rowland TW. Effects of obesity on aerobic fitness in adolescent females. *Am J Dis Child* 2001;145(7):764-8.
25. Arena R, Cahalin LP. Evaluation of cardiorespiratory fitness and respiratory muscle function in the obese population. *Prog Cardiovasc Dis* 2014;56(4):457-64. doi: 10.1016/j.pcad.2013.08.001
26. Welch BE, Riendeau RP, Crisp CE, Isenstein RS. Relationship of maximal oxygen consumption to various components of body composition. *J Appl Physiol* 1958;12(3):395-8. doi: 10.1152/jappl.1958.12.3.395
27. Whipp BJ, Davis JA. The ventilatory stress of exercise in obesity. *Am Rev Respir Dis* 1984;129 (2 Pt 2):S90-2. doi: 10.1164/arrd.1984.129.2P2.S90
28. Delorey DS, Wyrick BL, Babb TG. Mild-to-moderate obesity: implications for respiratory mechanics at rest and during exercise in young men. *Int J Obes* 2005;29(9):1039-47. doi: 10.1038/sj.ijo.0803003
29. Sales-Peres SHC, Azevedo-Silva LJ, Bonato RCS, Sales-Peres MC, Pinto ACS, Junior JFS. Coronavirus (SARS-CoV-2) and the risk of obesity for critically illness and ICU admitted: Meta-analysis of the epidemiological evidence. *Obes Res Clin Pract* 2020;14(5):389-97. doi: 10.1016/j.orcp.2020.07.007