

LESLIE VIRMONDES DA SILVA

**COMPORTAMENTO CARDIORRESPIRATÓRIO DURANTE O
EXERCÍCIO EM ADOLESCENTES OBESOS**

SÃO PAULO, SP

2017

LESLIE VIRMONDES DA SILVA

**COMPORTAMENTO CARDIORRESPIRATÓRIO DURANTE O
EXERCÍCIO EM ADOLESCENTES OBESOS**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina da Universidade Nove de Julho para
obtenção do título de Mestre em Medicina.

Orientadora: Profa. Dra. Ivani Credidio Trombetta

SÃO PAULO,
2017

São Paulo, 21 de fevereiro de 2017.

TERMO DE APROVAÇÃO

Aluno (a): **LESLIE VIRMONDES DA SILVA**

Título da Dissertação: **COMPORTAMENTO CARDIORRESPIRATÓRIO DURANTE O EXERCÍCIO EM ADOLESCENTES OBESOS**

Presidente: PROFA. DRA. IVANI CREDIDIO TROMBETTA



Membro: PROFA. DRA. MARIA JANIEIRE DE NAZARÉ NUNES ALVES



Membro: PROFA. DRA. SIMONE DAL CORSO



DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho primeiramente a minha mãe, **Maria José de Oliveira**, pelo incentivo, pelo apoio, e sem a qual, certamente eu não teria chegado até aqui.*

*Dedico também ao meu falecido pai, **Wilson Virmondos da Silva**. Seu sonho era ver seus filhos com diploma de ensino superior e nós realizamos isso por você.*

Dedico aos meus avós que pouco sabem sobre este trabalho, mas que me incentivam a buscar sempre o que for melhor pra mim, seja com suas palavras ou com seus exemplos de vida.

Dedico aos amigos que me apoiaram ao longo dessa trajetória, que me deram forças quando eu precisei e que me fizeram acreditar na minha capacidade a cada momento em que eu fraquejei.

*Dedico especialmente a minha querida e amada orientadora, Doutora **Ivani Credidio Trombetta**. Pela pessoa que ela é, por sempre me incentivar a buscar o meu melhor, por me fazer acreditar na minha capacidade e por enxergar em mim o que eu mesma não enxergava.*

AGRADECIMENTOS

*À Profa. Dra. **Ivani Credidio Trombetta**, pela paciência, pelo carinho, pela persistência, pelas conversas, conselhos, dedicação e por todo o auxílio que foi fundamental em cada momento dessa etapa da minha vida, e das próximas que possam vir dentro do ambiente acadêmico. Agradeço acima de tudo por não ter desistido de mim. Por onde quer que eu vá, vou te levar em minhas lembranças com um enorme carinho.*

*Ao grupo de alunos que eu faço parte, em especial a **Wanda Rafaela Vicente** e ao **Felipe Xerez Cepêda Fonseca** por todo o suporte e aprendizado sobre exames e análises dos mesmos. Agradeço à **Maria Fernanda Hussid** pela triagem dos pacientes, pelas conversas, por toda a força e incentivo ao longo do caminho. Agradeço também a querida **Adriana Sarmento** pelas conversas, trocas de experiências e amizade. Vocês foram fundamentais.*

*Agradeço imensamente aos alunos do **Laboratório da Fisioterapia**, em especial aos alunos das professoras Simone e Fernanda, que além de me abrirem as portas de seu laboratório, me ensinaram técnicas fundamentais para as coletas dos meus dados.*

*Dentre todas as pessoas com as quais eu convivi durante este período de mestrado, preciso agradecer de forma imensurável ao **Anderson Camargo**, que mais que parceiro de pesquisa, mostrou ser um anjo no meu caminho. Certas coisas na vida não tem preço, e eu te agradeço por estar entre elas.*

Aos colegas de disciplinas que dividiram suas experiências, que deram e receberam conforto. Agradeço aos mesmos pelas conversas, desabafos e parceria. É importante ter com quem dividir a grande carga de estresse que acumulamos durante um mestrado, e nós soubemos ser parceiros e demos suporte uns dos outros.

Agradeço aos amigos que ouviram minhas histórias, que me aguentaram sobre grande carga de estresse e que souberam me acalmar quando eu precisei.

Agradeço a minha família de coração por ter me recebido em São Paulo quando eu ainda não tinha lugar pra morar. Agradeço por estarem entre os poucos que me

*querem bem em todos os momentos e que se alegram com o meu sucesso. **Fátima, Adair, Talita e Pamella**, vocês são minha família de alma.*

*Agradeço a **Universidade Nove de Julho – UNINOVE** por ter me recebido como aluna, pela estrutura e por poder concluir meu mestrado em uma instituição de alto padrão.*

*Agradeço também a **Fundação CAPES** pela bolsa de estudos que me permitiu morar em SP e concluir meu mestrado com hesito.*

*Para finalizar, quero deixar meus agradecimentos mais sinceros à minha família. Agradeço ao meu irmão **Wesley Virmondes** por sempre zelar por mim e pelos meus sonhos.*

*Agradeço ao meu padrasto **Eduardo Marcondes Brizola** por sempre e sempre me incentivar, por me estimular e por querer que eu esteja sempre entre os melhores; agradeço por acreditar que eu poderia ir além do que eu acreditava ser capaz.*

*Agradeço ao meu pai **Wilson Virmondes da Silva**, que mesmo não estando mais entre nós, me serve de inspiração e me faz querer ser melhor. Sei que você está orgulhoso de onde quer que esteja.*

*E por último e mais importante, agradeço à minha mãe **Maria José de Oliveira** que sempre me apoiou, que me incentiva diariamente e que faz tudo por um sorriso e um sonho meu. Muito da minha força vem de você. Obrigada por me ensinar a buscar mais, a respirar mais e persistir mais. Se não fosse você, provavelmente eu teria ficado pelo caminho vendo a vida passar ao invés de buscar a vida que eu quis.*

“Eu gostaria de lhe agradecer pelas inúmeras vezes que você me enxergou melhor do que eu sou. Pela sua capacidade de me olhar devagar, já que nessa vida muita gente já me olhou depressa demais”.

Padre Fábio de Melo

SUMÁRIO

Lista de Abreviaturas e Siglas	
Lista de Figuras	
Listas de Tabelas	
Resumo	
Summary	
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Obesidade: definição e prevalência	2
1.2 Resposta ventilatória e hemodinâmica no teste de esforço cardiopulmonar ...	4
1.2.1 Parâmetros avaliados no teste de esforço cardiopulmonar	5
1.3 Resposta hemodinâmica do teste de esforço cardiopulmonar	7
1.4 OUES (avaliação submáxima cardiorrespiratória)	9
2. OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo primário	11
2.2 Objetivos secundários	11
2.3 Hipótese	11
3. MÉTODOS	12
3.1 Material e métodos	13
3.1.1 Amostra	13
3.2 Métodos e procedimentos	14
3.2.1. Avaliação da composição corporal	15
3.2.2 Exames laboratoriais	16
3.2.3 Avaliação da bioimpedância elétrica	17
3.2.4 Teste de esforço cardiopulmonar	17
4. RESULTADOS	20
4.1 Características físicas	22
4.2 Respostas hemodinâmicas no teste de esforço cardiopulmonar	24
4.3 Respostas ventilatórias e metabólicas no teste de esforço cardiopulmonar	27
5. Discussão	35
6. Conclusões	39

7. Referências	41
8. Anexos	47

ABREVIATURAS E SIGLAS

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TA - Termo de Assentimento

BIA - Bioimpedância elétrica

TECP – Teste de Esforço Cardiopulmonar

AE – Adolescentes Eutróficos

AO – Adolescentes Obesos

PA – Pressão Arterial

PAS - Pressão Arterial Sistólica

PAD- Pressão Arterial Diastólica

FC – Frequência Cardíaca

DP – Duplo Produto

PP – Pressão de Pulso

QR – Quociente Respiratório

OUES - Oxygen uptake efficiency slope

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Gráfico de percentil do IMC para meninas (Painel A) e para meninos (painel B) entre 5 e 19 anos de idade baseado no Z-escore da Organização Mundial da Saúde

Figura 2. Fluxograma de captação dos voluntários e procedimentos experimentais.

Figura 3. Medidas antropométricas

Figura 4. Exame de composição corporal por meio da Bioimpedância Tetrapolar.

Figura 5. Coleta de sangue para análise.

Figura 6. Teste de esforço cardiopulmonar

Figura 7. Protocolo utilizado no teste de esforço cardiopulmonar.

Figura 8. Comportamento da Frequência Cardíaca durante e após o teste de esforço cardiopulmonar dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

Figura 9. Comportamento da Pressão Arterial Sistólica durante e após o teste de esforço cardiopulmonar dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

Figura 10. Comportamento da Pressão Arterial Diastólica durante e após o teste de esforço cardiopulmonar dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

Figura 11. Duplo Produto calculado a partir dos valores do VO₂ pico obtido no TECP dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos. (DP = PAS x FC)

Figura 12. Comparação do VO₂ pico atingido no TECP pelos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

Figura 13. Porcentagem do VO₂ pico atingido no TECP em relação ao VO₂ estimado de acordo com gênero e idade. (DrinkWater,, 1975; Morris, 1993).

Figura 14. Ventilação máxima atingida no pico do do TECP nos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

Figura 15. Tempo total de TECP realizado pelos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

Figura 16. Velocidade máxima atingida no TECP pelos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

Figura 17. Inclinação máxima atingida no TECP pelos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

Figura 18. OUES no TECP nos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Dados das características físicas, critérios do diagnóstico da SMet nos grupos de adolescentes Obesos e Eutróficos

TABELA 2 - Valores hemodinâmicos durante o teste de esforço cardiopulmonar máximo entre os grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

TABELA 3 – Respostas ventilatórias durante o TECP nos grupos Obesos e Eutróficos.

TABELA 4 - Dados da pressão de pulso (PAS – PAD) do TECP dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

TABELA 5 - Dados do delta da **PAS (pico – recuperação)** do TECP dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

TABELA 6 - Dados do delta da **PAS DELTA PAD (pico – recuperação)** do TECP dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

TABELA 7 - Dados do delta da **DELTA PAS (recuperação - repouso)** do TECP dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

TABELA 8 - Dados do delta da **DELTA PAD (recuperação - repouso)** do TECP dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

TABELA 9 - Sumário dos Resultados no repouso, aos 50% do VO₂ pico e no pico do esforço.

RESUMO

Introdução. No Brasil, 23% dos adolescentes com idade entre 13 a 17 anos estão com excesso de peso, sendo que 8% são obesos. Crianças e adolescentes obesos potencialmente serão adultos obesos e com maiores chances de desenvolverem doenças cardiometabólicas. O comportamento cardiorrespiratório durante o teste de esforço cardiopulmonar (TECP) fornece informações sobre a saúde cardiovascular, auxiliando em sua manutenção, que pode ser comprometida pela obesidade. **Objetivo:** Testar a hipótese que adolescentes obesos, aparentemente saudáveis, apresentam diminuição da capacidade funcional em cargas máximas (VO_2 pico) e submáximas (VO_2 aos 50% do tempo total do teste e *Oxygen Uptake Efficiency Slope*, OUES) e respostas prejudicadas da frequência cardíaca (FC) e da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) durante o exercício e na recuperação do TECP. **Métodos.** Foram estudados 18 adolescentes obesos (AO; +2 Z-Score da OMS; $14,2 \pm 0,3$ anos, $98,0 \pm 4,6$ kg) de 12 a 17 anos, pós púberes, sedentários, que não estavam engajados em tratamento dietético ou medicamentoso, comparados a 11 adolescentes eutróficos (AE; $14,9 \pm 0,9$ anos, $55,0 \pm 3,2$ kg) pareados por sexo. Foram avaliados a PA clínica, o perfil metabólico e o comportamento cardiorrespiratório durante o TECP. **Resultados.** O grupo AO apresentou maior circunferência abdominal e maior quantidade e proporção de gordura corporal que o grupo AE. Além disso, AO teve maior PAS e PAD e maiores níveis de triglicérides e LDL-c e menores níveis de HDL-c que AE. No TECP, o grupo AO apresentou valores diminuídos em relação ao grupo AE no VO_2 pico ($24,8 \pm 1,3$ vs. $30,3 \pm 2,8$ ml/kg/min; $P=0,05$) e na % do VO_2 pico atingido em relação ao VO_2 predito ($56,4 \pm 3,5$ vs. $70,3 \pm 4,9$; $P=0,04$). Não houve diferença no OUES entre os grupos. Durante o TECP houve diferenças na FC apenas em 50% do VO_2 pico, momento em que o grupo AO teve maior FC comparado com AE ($143 \pm 4,2$ vs. $129 \pm 5,4$ bpm, $P=0,04$). No grupo AO, foram encontrados valores mais altos de PAS no repouso, pico, 1º, 2º e 6º min de recuperação, enquanto que a PAD só se mostrou maior nos 2º e 4º minutos da recuperação comparado com o grupo AE. Adicionalmente, houve tendência a maior ventilação minuto (VEpico) no pico do esforço no AO ($78,1 \pm 4,1$ vs. $63,3 \pm 5,6$ L/min, $P=0,06$) e não houve diferença na VE aos 50% do VO_2 pico ($26,3 \pm 1,6$ vs. $22,7 \pm 3,1$ L/min, $P=0,374$). Não houve diferença entre os grupos no quociente respiratório (QR) máximo e na FC máxima. Quanto ao desempenho físico, o grupo AO apresentou menor tempo total de exercício ($8,0 \pm 0,3$ vs. $9,3 \pm 0,8$ min, $P=0,04$), menor velocidade ($7,3 \pm 0,1$ vs. $8,0 \pm 0,4$ km/h, $P=0,05$) e menor inclinação no pico de esforço ($6,2 \pm 0,5$ vs. $8,4 \pm 1,1$ %, $P=0,03$) comparado ao AE.

Conclusão. A obesidade na adolescência desencadeia alterações metabólicas, favorecendo o surgimento da síndrome metabólica, dentre essas alterações, vale ressaltar valores reduzidos de VO₂ pico, o aumento das respostas pressóricas no pico do exercício e menor queda da pressão arterial sistólica e diastólica na recuperação pós-esforço máximo, sugerindo assim uma possível disfunção no balanço simpato-vagal.

Palavras-chave: Teste de esforço cardiopulmonar; Síndrome metabólica; Capacidade funcional; Disfunção simpato-vagal

ABSTRACT

Introduction. In Brazil, 23% of adolescents aged 13 to 17 years are overweight, and 8% are obese. Obese children and adolescents will potentially be obese adults with a higher chance of developing cardiometabolic diseases. Cardiorespiratory behavior during the cardiopulmonary exercise test (CPT) provides a wealth of information about cardiovascular health. **Objective.** To test the hypothesis that apparently healthy obese adolescents present decreased functional capacity at maximal (VO_2 peak) and submaximal loads (VO_2 at 50% of the total time of the test and Oxygen Uptake Efficiency Slope, OUES) and impaired heart rate responses (HR) and systolic (SBP) and diastolic (DBP) blood pressure during exercise and ECP recovery. **Methods.** 18 obese adolescents (AO; +2 WHO Z-Score, 14.2 ± 0.3 years, 98.0 ± 4.6 kg) from 12 to 17 years old, pubertal, sedentary, who were not Dietary or drug treatment, compared to 11 eutrophic adolescents (EA, 14.9 ± 0.9 years, 55.0 ± 3.2 kg) matched by sex. Clinical BP, metabolic profile and cardiorespiratory behavior were evaluated during CPET. **Results.** The AO group had greater abdominal circumference and a greater amount and proportion of body fat than the AE group. In addition, AO had higher SBP and DBP and higher triglyceride and LDL-C levels and lower HDL-c levels than AE. In the TECP, the AO group had lower values than AE in the peak VO_2 (24.8 ± 1.3 vs. 30.3 ± 2.8 ml / kg / min, $P = 0.05$) and in the% of the peak VO_2 reached In relation to predicted VO_2 (56.4 ± 3.5 vs. $70.3 \pm 4.9\%$, $P = 0.04$). There was no difference in OUES between the groups. During the CPT there were differences in HR only at 50% of peak VO_2 , where the AO group had higher HR compared to AE (143 ± 4.2 vs. 129 ± 5.4 bpm, $P = 0.04$). In the AO group, higher SBP values were found at rest, peak, 1st, 2nd and 6th min of recovery, whereas DBP was only higher in the 2nd and 4th minutes of recovery compared to the AE group. In addition, there was a tendency for greater minute ventilation (VE_{pico}) at the peak of effort in the AO (78.1 ± 4.1 vs. 63.3 ± 5.6 L / min, $P = 0.06$) and there was no difference in VE To 50% of the peak VO_2 (26.3 ± 1.6 vs. 22.7 ± 3.1 L / min, $P = 0.374$). There was no difference between the groups in the maximum respiratory quotient (QR) and maximum HR. Regarding physical performance, the OA group presented lower total exercise time (8.0 ± 0.3 vs. 9.3 ± 0.8 min, $P = 0.04$), lower speed (7.3 ± 0.1 $P = 0.05$) and lower slope at peak exercise (6.2 ± 0.5 vs. $8.4 \pm 1.1\%$, $P = 0.03$) Compared to EC. **Conclusion.** Adolescent obesity triggers metabolic alterations, favoring the onset of the metabolic syndrome. Among these changes, it is

worth noting the increase in blood pressure responses at the peak of exercise and a lower decrease in systolic and diastolic blood pressure in the post-exertion recovery, thus suggesting a possible dysfunction in the sympatho-vagal balance.

Keywords: Cardiopulmonary exercise test; Metabolic syndrome; Functional capacity; Sympatho-vagal dysfunction

1. INTRODUÇÃO

A obesidade é uma doença metabólica que pode ser classificada como doença crônico-degenerativa não transmissível (DCNT) (MARIATH et al., 2007) cuja prevalência tem aumentado no mundo inteiro, tornando-se um importante problema de saúde pública (PORTO et al., 2007). Sua prevalência aumentou em proporções que atingiram tanto países desenvolvidos quanto países em desenvolvimento, países estes aonde a preocupação há alguns anos atrás era a desnutrição (WHO, 2004). A obesidade vem aumentando em todas as faixas etárias, e este aumento tem afetado pessoas cada vez mais jovens, este fato tem sido motivo de preocupação para pesquisadores e profissionais da área da saúde, em virtude dos danos causados à saúde das pessoas afetadas e as possíveis consequência desse excesso de peso, como hipertensão arterial e diabetes mellitus, entre outros. (LEE, 2009).

No Brasil, 23,7% dos adolescentes com idade de 13 a 17 anos estão com excesso de peso, totalizando três milhões de escolares da população nacional (PENSE, 2015). Para classificar a obesidade na adolescência, utiliza-se o Z-escore e as curvas de crescimento da Organização Mundial da Saúde, sendo que o indivíduo é considerado obeso quando tem uma classificação de +2 Z-escore (WHO, 2007). Crianças e adolescentes obesos tem potencial para se tornarem adultos obesos e com maiores chances de desenvolverem doenças cardiometabólicas, por isso é necessária atenção a esta fase da vida.

Vários estudos epidemiológicos constataram que a diminuição na capacidade física está associada a um aumento de risco cardiovascular (MYERS et al., 2002). Em pacientes com obesidade e síndrome metabólica a capacidade física encontra-se diminuída (KALETH et al., 2007). O exame padrão ouro para avaliar capacidade física é o teste de esforço cardiopulmonar (TECP). O TECP é uma ferramenta muito utilizada na prática clínica para avaliação do condicionamento físico e permite avaliar o comportamento hemodinâmico, ventilatório e metabólico através de uma série de variáveis que possibilitam verificar o risco cardiovascular em diversas condições de saúde (WHALEY et al., 2005). Entre os parâmetros obtidos em um TECP, podemos ressaltar alguns com potencial valor prognóstico para avaliação do controle autonômico, como o comportamento da frequência cardíaca (FC) (COLE, 1999), da pressão arterial (PA) em repouso, durante e a pós o esforço (SINGH JP, 1999), além do pulso de oxigênio (VO_2/FC) (COHEN-SOLAL A, 1997) e do duplo produto (MICHAELIDES AP, 2013).

1.1 OBESIDADE: DEFINIÇÃO E PREVALÊNCIA

A obesidade é um distúrbio metabólico antigo (BLUMENKRANTZ, 1997), que vem sendo definida como o acúmulo de gordura corporal, consequente de um balanço energético positivo, podendo causar malefícios à saúde dos indivíduos (WHO, 2000). Além do acúmulo de gordura corporal excessivo, pode se caracterizar a obesidade também pelo aumento do Índice de Massa Corpórea (IMC) (GREGG, 2005), condição que tende a comprometer o desempenho físico. O aumento da prevalência da obesidade mundial tem sido crescente nas últimas décadas, tornando-se um problema de saúde pública e uma epidemia global (PORTO EBS, 2007) que vem sendo evidenciada em dados de países desenvolvidos e mesmo em países em desenvolvimento (WHO, 1998).

Publicações do *Nutrition Examination Survey* (NHANES) mostraram um aumento do sobrepeso em crianças e adolescentes, e da obesidade em adultos dos Estados Unidos, desde 1980 (FLEGAL et al., 2002). Dados coletados entre 1988 e 1995 na Europa mostram que 10 a 20% da população masculina e 10 a 25% da população feminina estão com seu IMC acima de 29 kg/m² (SAITO, 2008). Este fenômeno também afetou o Brasil e pode ser evidenciado pelos dados da última Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar, 2015), que avaliou o estado nutricional de adolescentes escolares com idade entre 13 e 17 anos, mostrando que 23,7% dos meninos avaliados estavam com excesso de peso, dentre eles 8,3% com obesidade, enquanto 23,8% das meninas estavam com excesso de peso, dentre elas 7,3% estavam obesas.

Na adolescência o indivíduo atinge 50% de seu peso corporal e 25% de sua estatura definitiva. Um estudo feito por Feijó et al. (1997) mostra que é nessa fase que se estabelecem os hábitos que tendem a ser mantidos ao longo da vida, e que por isso, deve-se prestar atenção ao estilo de vida e hábitos alimentares adotados nesse período.

Crianças e adolescentes obesos tem potencial para se tornarem adultos obesos e com maiores chances de desenvolverem doenças cardiometabólicas. Nesta fase da vida, um indivíduo com um IMC de 25–29,9 kg/m² tem um risco aumentado de desenvolver as doenças associadas à obesidade, e quando o IMC é 30 kg/m² ou maior, considera-se um risco moderado a alto (WHO, 1995). O aumento de peso excessivo nesta fase é fator de risco para doenças crônicas não transmissíveis na fase adulta (Enes et al, 2010).

A classificação para obesidade utilizada na infância e adolescência é diferente da classificação utilizada para adultos. Tal avaliação norteia-se pelo Z-escore e pelas curvas de crescimento da Organização Mundial da Saúde, na qual o indivíduo é considerado obeso quando tem uma classificação de +2 Z-escore (**Figura 1**) (WHO, 2007)

Painel A



Figura 1. Gráfico de percentil do IMC para meninas (Painel A) entre 5 e 19 anos de idade baseado no Z-escore da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2007).

Painel B

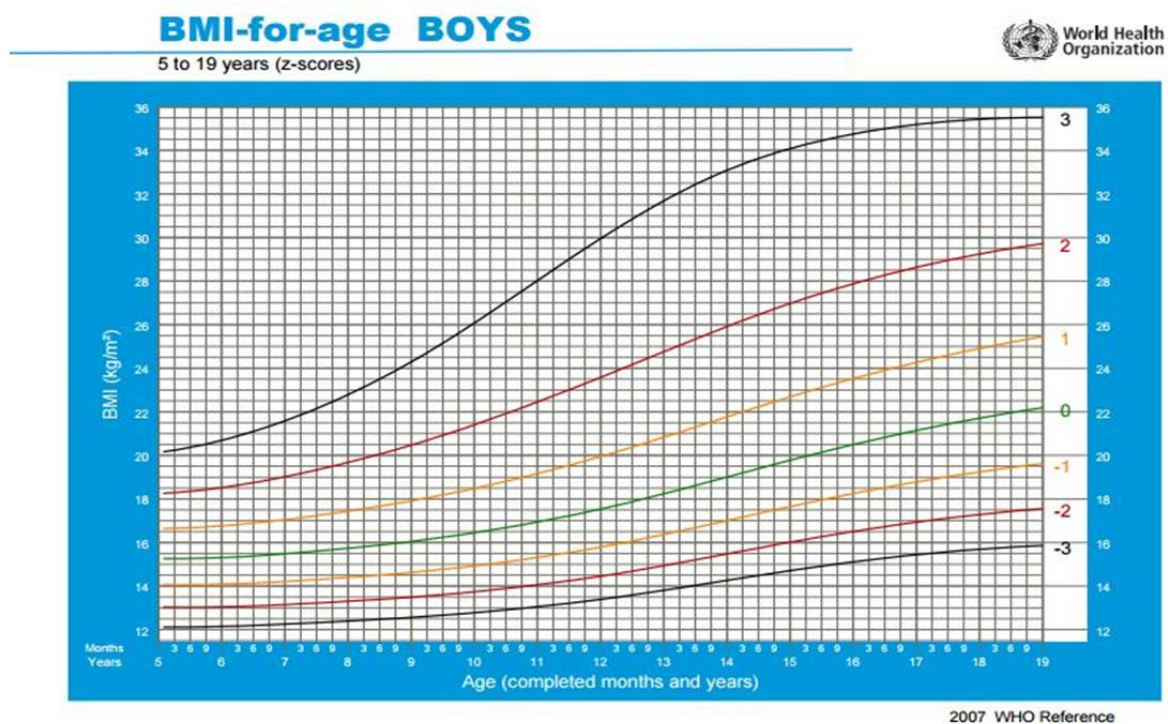


Figura 2. Gráfico de percentil do IMC para meninos (painel B) entre 5 e 19 anos de idade baseado no Z-escore da Organização Mundial da Saúde (*WHO*, 2007).

Apesar desses dados alarmantes, existe uma lacuna de estudos sobre a obesidade e suas consequências nessa fase da vida, a qual é negligenciada porque é uma fase de difícil caracterização por ser uma fase de transição maturacional. Enquanto alguns adolescentes apresentam aspectos fisiológicos e características de adultos, outros ainda estão com características de crianças, criando assim dificuldades para se estabelecer padrões nas avaliações dessa população. A dificuldade de realizar uma avaliação criteriosa do estágio maturacional, preferencialmente feita por um pediatra, leva a maioria dos estudos realizados com essa população a realizarem a seleção baseada no preenchimento de questionários auto referidos, o que ocasiona vieses pela possibilidade de que autoimagem sexual possa estar distorcida pelos jovens.

1.2 RESPOSTA VENTILATÓRIA NO TESTE DE ESFORÇO CARDIOPULMONAR (TECP)

O TECP é um importante exame na clínica médica pelo ser valor prognóstico no risco cardiovascular em diversas condições de saúde (WHALEY et al., 2005). Este teste é o padrão ouro para a avaliação da capacidade aeróbia, que é mensurada através da determinação do consumo máximo de oxigênio (VO_{2pico}) no pico do esforço (MESSINGER-RAPPORT et al., 2003). Este exame também permite avaliar a integridade autonômica através do comportamento hemodinâmico durante e após a realização do exercício. Durante o TECP, são captadas diversas variáveis que são utilizadas para prognóstico da avaliação do controle autonômico, dentre elas temos o comportamento da frequência cardíaca (FC) (COLE et al., 1999) e da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) em repouso (pré teste), durante e após o esforço (SINGH et al., 1999).

1.2.1. Parâmetros fisiológicos avaliados em um TECP

VO_{2pico} : É uma das principais variáveis a serem mensuradas no TECP. O consumo de oxigênio mensurado no pico do esforço representa a capacidade funcional do avaliado. Pode

ser apresentado em valores absolutos (VO_2 absoluto em L/min) ou relativo ao peso corporal, quando ajustado pelo peso corporal do indivíduo (VO_2 relativo em ml/kg/min), sendo que este último é mais utilizado, pois permite comparações entre indivíduos com peso corporal diferentes. O VO_2 é definido como a capacidade de captar, transportar e utilizar o O_2 inspirado em situações de repouso, exercício submáximo e máximo. A medida do VO_2 pico (presumivelmente VO_2 máximo, quando alguns critérios de teste máximo são atingidos) é comumente utilizado para verificar o condicionamento físico de qualquer indivíduo, seja ele saudável ou não, e é utilizado para definir a classificação funcional na Insuficiência Cardíaca (IC). Szlachcic e col (1985) mostraram em seu estudo que 77% das pessoas com IC que apresentaram um VO_2 max $<10\text{mL/kg/min}$ chegaram a óbito em um ano, e esse valor foi reduzido para 14% nos indivíduos com VO_2 max entre 10 e 18 mL/kg/min.

A capacidade funcional pode representar o ajuste do débito cardíaco para atender o aumento da demanda metabólica durante o exercício (WHALEY et al., 2005).

Myers et al. (2002) mostraram em um elegante estudo que para o acréscimo de uma unidade metabólica (MET) no VO_2 pico medido no TECP, existe um aumento na sobrevida de homens adultos em 12%.

Ventilação pulmonar (VE): A ventilação pulmonar ou ventilação-minuto (VE) é a quantidade de ar total novo movido para o interior das vias respiratórias a cada minuto. A VE é resultado da multiplicação da frequência respiratória (FR) pelo volume corrente (VC). Em repouso, seu valor oscila entre 6 a 9 L/min (em BTPS), podendo atingir até 180-200L de ar ventilado por minuto em indivíduos atletas (MacArdle, 2001).

Equivalente respiratório de oxigênio (VE/VO_2): Equivalente respiratório de dióxido de carbono (VE/VCO_2). O primeiro é definido como o equivalente ventilatório de oxigênio, sendo o resultado da razão de VE pelo VO_2 e o segundo é referente ao equivalente ventilatório de dióxido de carbono, resultante da razão de VE pelo VCO_2 . Estudo prévio observou que crianças obesas apresentam um aumento da relação VE/VCO_2 em cargas submáximas (PRADO et al., 2009). A relação (*slope*) do VE/VCO_2 tem valor prognóstico na IC. De fato, os pacientes com uma inclinação anormalmente elevada de VE/VCO_2 (tipicamente >34) estão em maior risco de um evento cardiovascular (ARENA et al., 2007).

Pressão expirada de oxigênio (PETO_2): Definida como a pressão expirada final de O_2 . A PETO_2 representa a pressão parcial de O_2 nos alvéolos. É mensurada em mmHg e é

bastante utilizada para a determinação do primeiro limiar ventilatório durante o TECP (YAZBEK JR et al., 1998).

Pressão expirada de dióxido de carbono (PETCO₂): Representa a pressão parcial de dióxido de carbono circulante no sangue arterial. É mensurada em mmHg e auxilia na determinação do segundo limiar ventilatório atingido durante o TECP (YAZBEK JR et al., 1998).

Quociente respiratório (QR) ou “respiratory exchange rate” (RER): É a razão de troca respiratória entre o CO₂ produzido e o O₂ consumido a cada respiração (VCO₂/VO₂). A razão de troca respiratória representa o substrato energético que está sendo predominantemente utilizado naquele momento. Quando o QR está com seu valor mais próximo de 0,70, representa utilização predominante de lipídeos como fonte de energia, e exercício realizado com predominância aeróbia. Quando o QR se aproxima de 1,00 (ou mais), representa maior consumo de carboidratos e exercício de característica mais anaeróbia (YAZBEK Jr, 1998).

1.3 RESPOSTA HEMODINÂMICA NO TESTE DE ESFORÇO CARDIOPULMONAR (TECP)

A resposta hemodinâmica durante o exercício é especialmente modulada pelo controle autonômico. A modulação dos sistemas nervoso simpático e parassimpático regulam a FC atuando sobre a FC intrínseca, que é a frequência automática de despolarização do nodo sinusal (Aires, 2008). Durante o repouso, quem predomina na modulação da atividade nervosa é o sistema nervoso parassimpático, liberando acetilcolina nas terminações pós-ganglionares, que agem nos receptores muscarínicos tipo M2 do nodo sinusal, no nodo atrioventricular e na musculatura atrial (IMAI K et al, 1994). Essa ação diminui a taxa de despolarização do coração e reduz a FC (Aires, 2008). Quando o exercício começa, ocorre uma inibição ou “retirada” vagal e um aumento progressivo da modulação simpática, quando a noradrenalina é liberada nas terminações nervosas e as supra-renais liberam adrenalina na circulação. Então, essas catecolaminas se ligam aos receptores adrenérgicos de todo o organismo. A ligação dessas catecolaminas com os receptores tipo β_1 das câmaras cardíacas, geram um aumento da FC, facilitando a condução elétrica atrioventricular e aumentando a força de contração átrio-ventricular (Aires, 2008). Já a ligação da noradrenalina com os

receptores α_1 e α_2 -adrenérgicos das paredes dos vasos sanguíneos geram vasoconstrição e venoconstrição, reduzindo a capacidade venosa e o aumentando o retorno venoso, aumentando conseqüentemente a PAS (Aires, 2008). Junto com o aumento da ativação simpática, também há um aumento do VO_2 (PERINI R et al., 1989) durante o esforço, que são reflexos da crescente necessidade metabólica do corpo em exercício progressivo, para atingir seu máximo no pico do esforço (ARAI Y et al., 1989).

Na fase de recuperação após exercício físico progressivo, há uma reentrada da atividade nervosa parassimpática, somada a inibição da atividade nervosa simpática, que reduzem a FC e a PA, fazendo com que as mesmas retornem aos seus valores de repouso após alguns minutos (FOX K et al., 2008). Mas há pessoas que tem esse balanço autonômico prejudicado, e tal desbalanço autonômico pode ser resultado da impossibilidade de utilizar o potencial cronotrópico durante o exercício (incompetência cronotrópica) (JOUVEN X et al., 2005) ou de uma incapacidade de reduzir rapidamente a FC, imediatamente após o exercício (anormalidade da FC de recuperação) (COLE CR et al., 1999). O aumento de risco cardiovascular tem se mostrado associado a alterações das variáveis FC e a PA, tanto em repouso, quanto em esforço e no período da recuperação do TECP (MCHAM SA et al., 1999; NISHIME EO et al., 2000; KALETH AS et al., 2007).

Alguns estudos já mostraram que crianças saudáveis tem respostas diferentes dos adultos durante o TECP, pois as mesmas variam conforme a evolução do estágio maturacional (BOISSEAU et al., 2000; PRADO et. Al., 2006).

Prado et al. (2009) compararam o comportamento cardiorrespiratório entre crianças saudáveis e adultos durante um teste de esforço máximo e encontraram respostas ventilatórias, metabólicas e cardiovasculares diferentes, como uma frequência respiratória aumentada e menor ventilação nas crianças. BOISSEAU et al. (2000) descreveram uma atividade glicolítica reduzida em crianças quando comparadas a adultos. Tal redução pode ser causada pelo metabolismo não maduro e pode estar associada a maior quantidade de fibras musculares do tipo I (fibras de contração lenta) no vasto lateral do quadríceps e a uma redução da re-fosforilação de ATP glicolítico anaeróbico durante exercícios intensos. Por fatores como esses, não podemos considerar que crianças e adolescentes são adultos em miniaturas.

Além do comportamento da FC e da PA, existem outras análises que trazem informações relevantes na prática clínica, entre elas o duplo produto ($DP=FC \times PAS$) e a pressão de pulso ($PP=PAS - PAD$) (MARCIA G et al, 2013), que são considerados fatores preditores do risco cardiovascular (YILDRIAN T, 2010).

Duplo produto (DP). É uma medição estimativa de esforço cardíaco e de consumo de oxigênio pelo miocárdio. Seu valor é obtido pela multiplicação da FC (em bpm) pela PAS (em mmHg) (MICHAELIDES AP et al., 2013). O DP alterado está associado com a presença de coronariopatia obstrutiva importante (GODOY et al.; 2006).

Pressão de Pulso. A pressão de pulso (PP) é calculada pela diferença entre a pressão arterial sistólica e a pressão arterial diastólica (PAS – PAD) e vem sendo utilizada como preditor independente do risco de doenças coronarianas (DAC) em indivíduos saudáveis, diabéticos, hipertensos de 30-50 anos de idade e idosos (AGABITI-ROSEI E et al., 2007; NILSSON PM, 2009). A pressão de pulso ilustra a contração cardíaca e as propriedades da circulação arterial, representando o componente pulsátil da pressão (FRANKLIN SS, 1997), e é influenciada pela frequência cardíaca, a fração de ejeção e a rigidez das artérias (FRANKLIN SS, 1997). Pessoas de meia idade tem um aumento natural da PP, e este aumento acelera após 50 anos de idade (FRANKLIN et al., 1997). Vos et al. (2003) mostraram em seu estudo que os indivíduos que mantiveram seus níveis de pressão arterial e pressão de pulso elevados, no período de transição da adolescência à vida adulta jovem, apresentaram um espessamento aumentado da íntima média da carótida, que é um fator de risco cardiovascular (VOS et al. 2003).

1.4 Oxigem Uptake Efficiency Slope (OUES)

O OUES é definido como a taxa de aumento no consumo de oxigênio em resposta ao aumento na ventilação pulmonar (BABA et al, 1996), indicando a eficiência na captação de oxigênio pelos pulmões e sua extração em nível periférico (LAETHEM et al, 2005).

O OUES é um cálculo do *slope* ou da inclinação da reta de regressão linear do comportamento do VO_2 e da VE na (base de log 10), que sugere a integração entre os sistemas respiratório e cardiovascular. Este *slope* não precisa de um teste de esforço máximo para ser calculado, visto que ele pode ser obtido a partir de um teste submáximo (BABA et al., 1996). Inicialmente os estudos com OUES eram realizados em crianças com doença cardiovascular (BABA et al, 1996), sendo atualmente mais utilizado em estudos para verificar a gravidade da IC (HOLLEMBERG et al, 2000), visto que ele é um importante

preditor de mortalidade em pacientes portadores de insuficiência cardíaca (HOLLEMBERG et al, 2000).

Existem poucos estudos realizados com adolescentes que levam em consideração o estágio maturacional dos mesmos, deixando assim uma lacuna no conhecimento sobre as possíveis alterações que a obesidade poderia causar precocemente nas respostas cardiopulmonares de adolescentes obesos. Sabendo disso, resolvemos avaliar através do TECP o comportamento hemodinâmico, ventilatório e metabólico.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo do presente estudo foi avaliar a capacidade aeróbia e o comportamento cardiorrespiratório durante o esforço progressivo máximo de adolescentes obesos.

2.2 Objetivos Específicos

Durante o TECP, avaliar, em adolescentes obesos comparados com adolescentes eutróficos:

1. A eficiência aeróbia/metabólica através da avaliação da capacidade funcional em cargas máximas (VO_2 pico) e submáximas (VO_2 aos 50% do VO_{2pico} , e eficiência da captação de oxigênio, pelo *Oxygen Uptake Efficiency Slope*, OUES);
2. O comportamento da frequência cardíaca em resposta ao exercício aeróbio progressivo (FC no repouso, aos 50% do VO_{2pico} , no pico e no 1º, 2º, 3º, 4º, 5º e 6º min de recuperação);
3. O comportamento da pressão arterial em resposta ao exercício aeróbio progressivo (PA sistólica e diastólica no repouso, aos 50% do VO_{2pico} , no pico e no 1º, 2º, 4º e 6º min de recuperação);
4. O comportamento respiratório (variáveis ventilatórias – em resposta ao exercício aeróbio progressivo).

2.3 HIPÓTESE

Testar a hipótese que adolescentes obesos, aparentemente saudáveis, apresentam diminuição da capacidade funcional em cargas máximas (VO_2 pico) e submáximas (VO_2 aos 50% do VO_{2pico} , e no *Oxygen Uptake Efficiency Slope*, OUES) e respostas diminuídas da frequência cardíaca (FC) e da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) durante o exercício e na recuperação do TECP.

3. MÉTODOS

3.1 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1.1 Amostra

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Nove de Julho (UNINOVE) sob o número 973.013. CAAE: 41899215.0.0000.5511.

Foram convidados para o presente estudo adolescentes obesos e eutróficos que participam da Liga do Adolescente Obeso, no Ambulatório da UNINOVE. Inicialmente, a triagem foi feita em uma consulta de rotina com uma médica pediatra, na qual foram aferidos peso, estatura, IMC, circunferência abdominal, circunferência do pescoço, PA e estadiamento puberal. Os adolescentes que foram classificados nos estágios pós-púberes segundo a classificação de Tanner (meninos G4 e meninas M4 ou que já tiveram a menarca) (**Anexos 1 e 2**) foram convidados a participar do estudo. Os responsáveis foram informados de todos os procedimentos experimentais e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE, **Anexo 3**) os adolescentes, por serem menores de idade, assinaram o termo de assentimento (TA, **Anexo 4**). Após isso, foram realizados exame de sangue, Finometer, Bioimpedância e o TECP.

Este é um estudo transversal, com amostra de conveniência.

Critérios de Inclusão

Foram incluídos na amostra:

- Adolescentes de ambos os sexos;
- Entre 12 e 17 anos;
- Que estivessem no estágio maturacional G4 e M4 segundo Tanner;
- Classificados obesos de acordo com a curva de índice de massa corporal em +2 Z-escore (aonde meninos tem uma tabela de classificação e meninas tem outra) da Organização Mundial da Saúde (WHO,2007);
- Sedentários (autorelato); e
- Que não estivessem fazendo nenhum tratamento para obesidade, fosse ele medicamentoso ou com dieta e/ou exercício físico.

Critérios de Exclusão

Foram excluídos da amostra:

- Pacientes com síndromes genéticas ou alterações neuroendocrinológicas;
- Pacientes com distúrbio de comportamento alimentar; e
- Pacientes com algum comprometimento físico que pudesse impedir a realização das avaliações.

Planejamento Experimental

O fluxograma da captação dos voluntários e procedimentos experimentais estão apresentados na Figura Inicialmente, os voluntários passaram por uma triagem para aferição de peso, estatura, IMC, medidas antropométricas, estadiamento puberal e classificação da obesidade. Em seguida, realizaram exame de sangue, bioimpedância e teste de esforço cardiopulmonar.

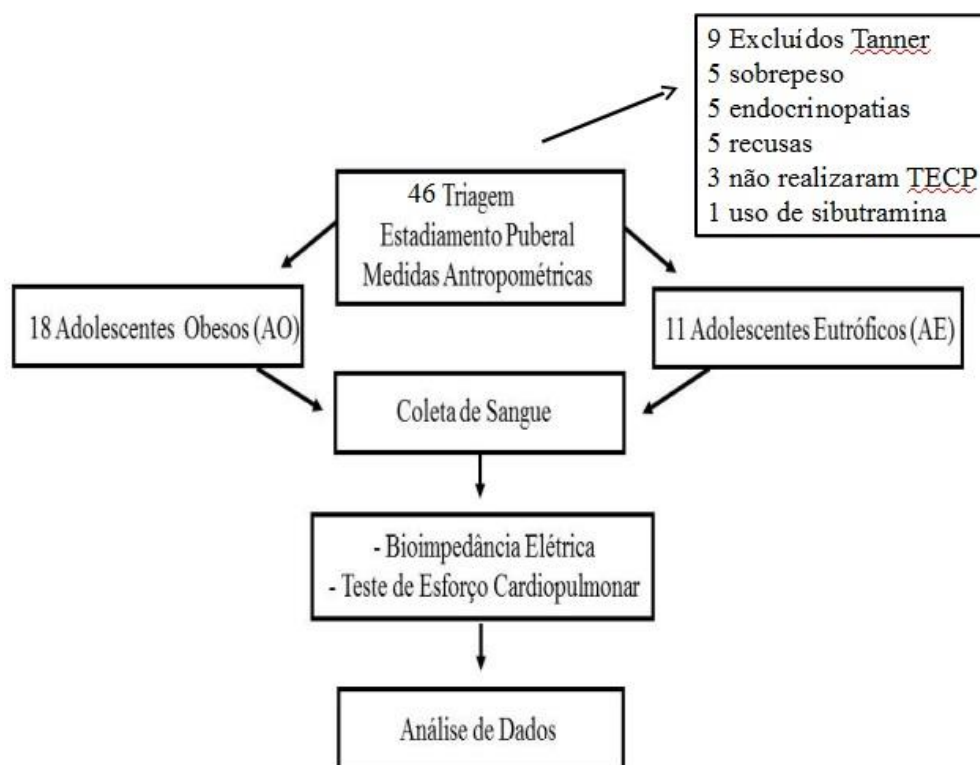


FIGURA 3. Fluxograma de captação dos voluntários e procedimentos experimentais.

3.1.2 Métodos e Procedimentos

Pressão arterial (PA)

Foi utilizada a técnica indicada nos protocolos medição da pressão arterial da VII Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial (MALACHIAS et al., 2016). Foi solicitado ao paciente que relaxasse, questionando-o se estava com a bexiga cheia e se certificando que o mesmo não tivesse fumado (caso fosse fumante), ingerido café ou bebida alcóolica 60 a 90 minutos anteriores à consulta. Foi solicitado ao paciente para descruzar as pernas. Utilizou-se manguito adequado (largura da bolsa de borracha de 40% da circunferência do braço e seu comprimento envolvendo ao menos 80%). Para a medida da PA, foi mantido o braço na altura do coração, com o paciente sentado e o braço apoiado na mesa em frente ao paciente, cotovelo levemente fletido e palma da mão voltada para cima. Inicialmente foi verificado a pressão sistólica pelo método palpatório do pulso radial, aguardado 1 minuto, insuflado o manguito novamente 20 a 30 mmHg acima da pressão sistólica obtida e mensurada a pressão arterial pelo método auscultatório. Caso a pressão obtida fosse aferida com níveis de pré-hipertensão ou hipertensão, mensurava-se a mesma mais duas vezes para confirmação diagnóstica. Foi utilizado aparelho aneroide.

Para a classificação da pressão arterial foi utilizada a diretriz da American Heart Association – 2008 e V Diretrizes Brasileiras de Hipertensão – 2007 (Urbina E et al., 2007; V Diretrizes brasileiras de hipertensão arterial, 2007).

Avaliação da Composição Corporal

Nesta avaliação serão aferidas medidas antropométricas, como altura (em m), peso (em kg), circunferência abdominal (cm), de quadril e de pescoço (em cm), e a bioimpedância elétrica (Bioelectric impedance analysis, BIA). Com exceção da BIA, as outras medidas estão sendo realizadas em duplicata, sendo a média calculada e considerada como medida final. No caso de haver diferença superior a um centímetro entre as duas medidas, uma terceira é realizada para a obtenção da média entre as duas mais próximas. O peso foi aferido com o auxílio de uma balança digital. A altura foi mensurada através de estadiômetro separado de parede, em escala de 0,1 cm. No momento da avaliação, o adolescente ficou posicionado na base do mesmo, mantendo uma postura ereta, sem calçados, braços pendentes ao lado do corpo e com os pés unidos. O cursor foi colocado na região apical do segmento cefálico, com a cabeça orientada no plano de Frankfurt paralelo ao solo, em momento de apneia inspiratória. As circunferências foram aferidas com o uso de fita métrica inextensível. Todas as medidas antropométricas foram realizadas obedecendo as normas para coleta de dados em serviços de saúde, contidas no Manual do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (Vigilância Alimentar)



Figura 4. Medidas antropométricas

Circunferência Abdominal

A circunferência abdominal foi aferida no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca. Foram realizadas três medidas consecutivas, sempre pelo mesmo observador, e registrado o valor que mais se repetir.

Bioimpedância Elétrica

A bioimpedância elétrica foi realizada por meio de um aparelho tetrapolar específico (RJL, modelo Quantum II, Clinton Twp, Mi, EUA). Para realização da avaliação o paciente permanecia deitado em decúbito dorsal, com dois eletrodos posicionados na mão direita e dois no pé do mesmo lado do corpo. O aparelho utiliza uma condutividade elétrica para realizar a estimativa dos compartimentos corpóreos. O mesmo disparou uma carga elétrica mínima e indolor que, em segundos mensurou a proporção de água, massa magra e massa gorda corporal.



Figura 5. Exame de composição corporal por meio da Bioimpedância Tetrapolar.

3.2.2 Exames Laboratoriais

Com os pacientes em jejum de 12 horas, foi coletada uma amostra de sangue venoso pela manhã para avaliações laboratoriais.

Hemograma. Foi realizado por contagem eletrônica automatizada e estudo morfológico em esfregaços corados com corantes panópticos.

Glicemia. Foi analisada pelo método enzimático, automatizado (Roche).

Insulina. Foi avaliada pelo método enzimático por imunoenensaio quimioluminescente (imunofluorimétrico).

TSH. Foi avaliado em equipamento automatizado pelo método de imunoenensaio por quimioluminescência, em 0,5 ml de soro refrigerado entre 2-8°C.

Colesterol, triglicérides e HDL-colesterol. Foi medido pelo método enzimático colorimétrico, e o cálculo de LDL-colesterol conforme a “Lipid Research Clinics Programa”. 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 de Friedewald) sempre que o resultado dos triglicérides for maior ou igual a 400 mg/dL.

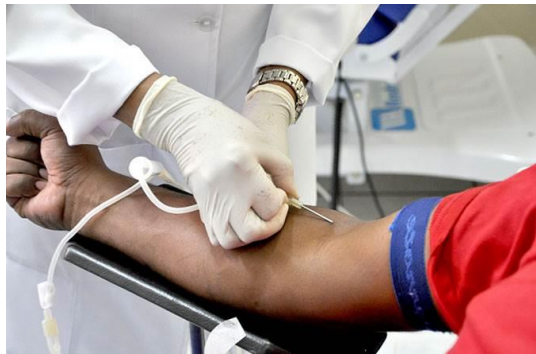


Figura 6. Coleta de sangue para análise.

Teste de Esforço Cardiopulmonar

O teste de esforço cardiopulmonar (TECP) foi realizado em esteira rolante da marca Inbramed Millenium Classic CI, conectada a um sistema composto por módulo de análise de gases, acoplado a um módulo de fluxo/analizador de ondas e um microcomputador BreezeCardiO2 System (Medical Graphics Corporation-MGC, St. Paul, Mo, USA).

O incremento de carga (0,3 MPH/min) foi definido após a avaliação clínica do paciente pelo médico, levando-se em consideração o nível de atividade física regular e a familiaridade com a esteira rolante, e o protocolo foi ajustado de tal forma que o teste seja limitado por

sintomas num tempo entre 8 e 12 minutos. Foram obtidos, respiração por respiração: consumo de oxigênio absoluto (VO_2 , ml/min) e o consumo de oxigênio ajustado para o peso corporal (VO_2 , ml/kg/min), produção de dióxido de carbono (VCO_2 , ml/min), ventilação minuto (VE, L/min), volume corrente (ml), frequência respiratória (rpm) e equivalentes ventilatórios para O_2 e CO_2 . O traçado eletrocardiográfico e a frequência cardíaca (FC) foram registrados continuamente e a pressão arterial a cada 2 minutos.

O paciente foi estimulado a realizar exercício máximo e orientado a interrompê-lo na presença de mal-estar, lipotimias, náuseas, dispnéia importante, fadiga extrema ou precordialgia. A critério do médico que acompanhou o teste, o mesmo foi interrompido na presença de arritmias cardíacas ou resposta anormal da pressão arterial.

Os dados de VO_2 e foram expressos em valores absolutos, relativos ao peso corporal e em porcentagem do predito (Neder JA NL., 2002; Neder JA NL, 1999).



Figura 7. Teste de esforço cardiopulmonar

CAMINHADA		VELOC.	VELOC.	VELOC.	KM		
Minuto	INCLINAÇÃO	MPH	km/h	m/min	VO2	INCREMENTO	
Repouso					3,5		
1	0	2,5	4,0	66,7	10,2	6,7	Caminhada
2	2	2,8	4,5	75,0	13,7	3,5	
3	4	3,1	5,0	83,3	17,8	4,1	
4	5	3,4	5,5	91,7	20,9	3,1	
5	6	3,7	6,0	100,0	24,3	3,4	
6	3	4,0	6,5	108,3	28,1	3,8	Corrida
7	5	4,4	7,0	116,7	32,1	4,0	
8	7	4,7	7,5	125,0	36,4	4,3	
9	8,5	5,0	8,0	133,3	40,4	4,0	
10	10	5,3	8,5	141,7	44,6	4,2	

Figura 8. Protocolo utilizado no teste de esforço cardiopulmonar.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

O cálculo amostral foi realizado através do site <http://www.openepi.com>, onde os dados utilizados para o cálculo amostral foram retirados dos valores da FC e PA de pico e seu Desvio Padrão, obtidos em uma amostra inicial dos nossos pacientes. No cálculo levou-se em consideração um poder de 80%, com um intervalo de confiança de 95% (bicaudal), de modo a admitir a probabilidade de que um erro de tipo 1 venha ocorrer seja de 5%, de modo a não concluir a existência de algum efeito quando, na verdade ocorreu ao acaso. O resultado encontrado a partir dos dados piloto (mais 30% para as possíveis perdas) foi de um total de 16 indivíduos.

A análise estatística foi realizada utilizando o programa IBM SPSS 22 Statistics. A normalidade da amostra foi testada pelo teste de Kolmogorov – Smirnov. As variáveis que corresponderam a distribuição normal (paramétricas) foram expressas em média e \pm erro padrão (EP). Foram comparadas as variáveis paramétricas do grupo “Obesos” com “Eutróficos” através do teste *t* não pareado.

4. RESULTADOS

Foram avaliados 18 adolescentes Obesos (8 do sexo masculino e 10 do sexo feminino) e 11 Adolescentes Eutróficos (7 do sexo masculino e 4 do sexo feminino).

As características físicas e antropométricas dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos são apresentadas na **Tabela 1**. Ambos os grupos foram similares na distribuição de sexo. Os Obesos eram discretamente mais jovens. No entanto, apresentaram o mesmo estadiamento puberal, evitando interferência nos resultados.

Houve diferença estatística em relação ao peso, ao IMC, sendo encontrados maiores valores no grupo Obesos. Com relação aos fatores de risco da Síndrome Metabólica (SMet), o grupo de adolescentes Obesos apresentou valores mais altos na circunferência abdominal (CA) no triglicérides (TG), na PAS e PAD clínicas, e valores mais baixos de glicose plasmática quando comparado ao grupo de adolescentes Eutróficos. Em relação à composição corporal, o grupo Obesos apresentou maior porcentagem de massa gorda (MG) e menores porcentagens de massa magra (MM) e no conteúdo de água corporal (AC) que o grupo Eutróficos.

TABELA 1 – Dados das características físicas, critérios do diagnóstico da SMet nos grupos de adolescentes Obesos e Eutróficos.

	Obesos (n=18)	Eutróficos (n=11)	P
Gênero (m/f)	8/10	4/7	1,000
Idade (anos)	14,4 ± 0,3	14,9 ± 0,6	0,090
Peso (kg)	98,0±4,62	55,0±3,28	<0,001
IMC (kg/m²)	34,73 ± 1,2	20,07 ± 0,6	<0,001
<i>Fatores de risco da SMet</i>			
CA (cm)	103,3 ± 3,5	70,3 ± 1,7	<0,001
Glicose (mg/dL)	84,5 ± 1,7	90,4 ± 2,6	0,037
TG (MG/dL)	118,7 ± 15,58	75,44 ± 10,5	0,029
HDL-c (mg/dL)	41,38 ± 2,2	46,56 ± 3,6	0,220
PAS (mmHg)	116,87 ± 2,6	105,45 ± 2,6	<0,001
PAD (mmHg)	74,00 ± 2,5	65,91 ± 2,1	0,011
<i>Composição corporal</i>			
MG (%)	38,3 ± 1,2	24,1 ± 2,3	<0,001
MM(%)	61,6 ± 1,2	75,8 ± 2,3	<0,001
AC (%)	45,2 ± 0,9	55,4 ± 1,7	<0,001

Dados expressos em média ± EP. SMet, síndrome metabólica; IMC, índice de massa corporal; CA, circunferência abdominal; TG, triglicérides; PAS, pressão arterial sistólica; PAD, pressão arterial diastólica; MG, massa gorda; MM, massa magra; AC, água corporal.

Na tabela **Tabela 2** estão apresentados os valores hemodinâmicos mensurados durante e após o TECP. Comparado ao grupo Eutróficos, o Grupo Obesos apresentou maior FC apenas aos 50% do VO₂pico e teve FC semelhante no repouso, no Pico e no 1º, 2º, 4º e 6º minutos de recuperação. Grupo Obesos teve maior PAS no repouso, no pico, no 1º, 2º e 6º min de recuperação, não havendo diferença apenas aos 50% do VO₂ pico e no 4º min de recuperação. Só foi encontrada maior PAD no 2º e 4º minutos da recuperação nos obesos comparados aos Eutróficos. Os Obesos apresentaram maior Duplo Produto (DP) no repouso e durante o exercício (50% do VO₂pico e no pico) comparado aos Eutróficos, não havendo diferenças nos minutos de recuperação estudados (1º, 2º, 4º e 6º minutos).

As variáveis hemodinâmicas durante o TECP no período de repouso, aos 50% do VO_2 pico, no pico do exercício e no 1º, 2º, 4º e 6º min do período de recuperação são apresentadas na **Tabela 3**. O comportamento da FC, da PAS e da PADrepouso, aos 50% do VO_2 pico, no pico do exercício e no 1º, 2º, 4º e 6º min do período de recuperação está representada na **Figura 8, 9 e 10**, respectivamente. O grupo AO apresentou maiores valores na PAS, PAD e DP no repouso; FC e DP aos 50% do VO_2 pico; PAS e DP no pico do exercício, e PAS no 1º, 2º e 6º minutos de recuperação, PAD no 2º e 4º min de recuperação, comparados com os do grupo AE. No grupo AO, o DP variou de 25.440 a 38.000 mmHg, com média de 33.576 ± 749 no pico do esforço, e no grupo AE, o DP variou de 24.640 a 37.000 mmHg, com média de 30.013 ± 1477 no pico do esforço.

TABELA 2 - Valores hemodinâmicos durante o teste de esforço cardiopulmonar máximo entre os grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

		Repouso	50%VO₂ pico	Pico	1°min rec	2°min rec	4°min rec	6°min rec
FC	Obesos	82±4,01	143±4,25*	187± 3,34	141±6,5	118±4,8	106±4,0	104±3,6
	Eutróficos	70±4,46	129±5,44	189±3,11	154±7,4	128±6,3	106±4,5	104±4,9
PAS	Obesos	114±2,72*	141 ± 4,95	179 ± 3,47*	179 ± 5,1*	165 ± 4,9*	141 ± 7,2	126 ± 4,2*
	Eutróficos	102±2,63	131 ± 6,94	158 ± 7,90	146 ± 6,1	140 ± 5,4	116 ± 5,5	107 ± 5,3
PAD	Obesos	75±1,90	76 ± 1,69	76 ± 2,11	75 ± 2,4	73 ± 1,9*	72 ± 2,5*	71 ± 2,3
	Eutróficos	69±2,90	72 ± 3,53	75 ± 5,98	67 ± 1,4	62 ± 0,7	61 ± 2,0	64 ± 4,6
DP	Obesos	9459±620*	20449±1064*	33576±749*	25205±1315	19749±950	15576±937	13139±677
	Eutróficos	7288±546	16915±730	30013±1477	22492±1248	17919±1248	12500±1039	11195±948

Dados expressos em média ± EP. REC recuperação; FC, frequência cardíaca; PAS, pressão arterial sistólica; PAD, Pressão arterial diastólica; DP, duplo produto (FC x P.A.S.). * P < 0,05 Obesos vs. Eutróficos.

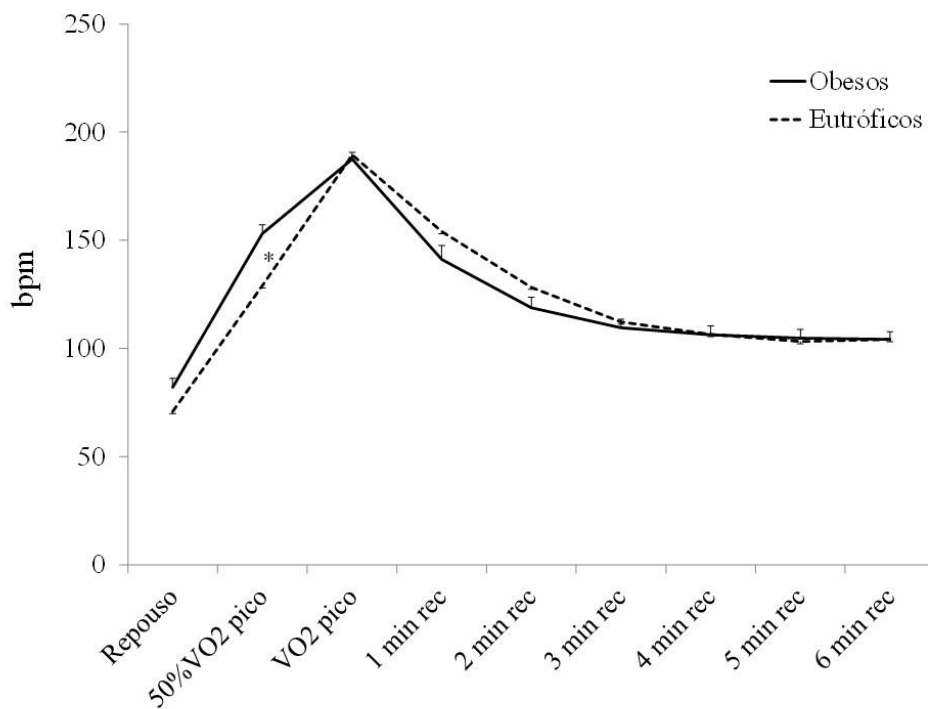


Figura 8. Comportamento da Frequência Cardíaca durante e após o teste de esforço cardiopulmonar dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

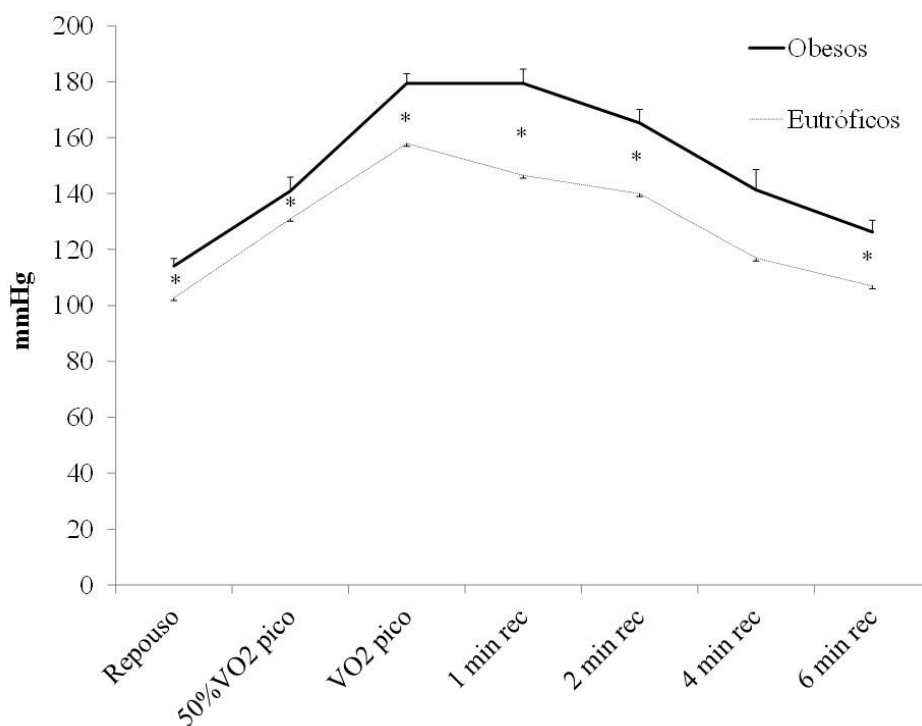


Figura 9. Comportamento da Pressão Arterial Sistólica durante e após o teste de esforço cardiopulmonar dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

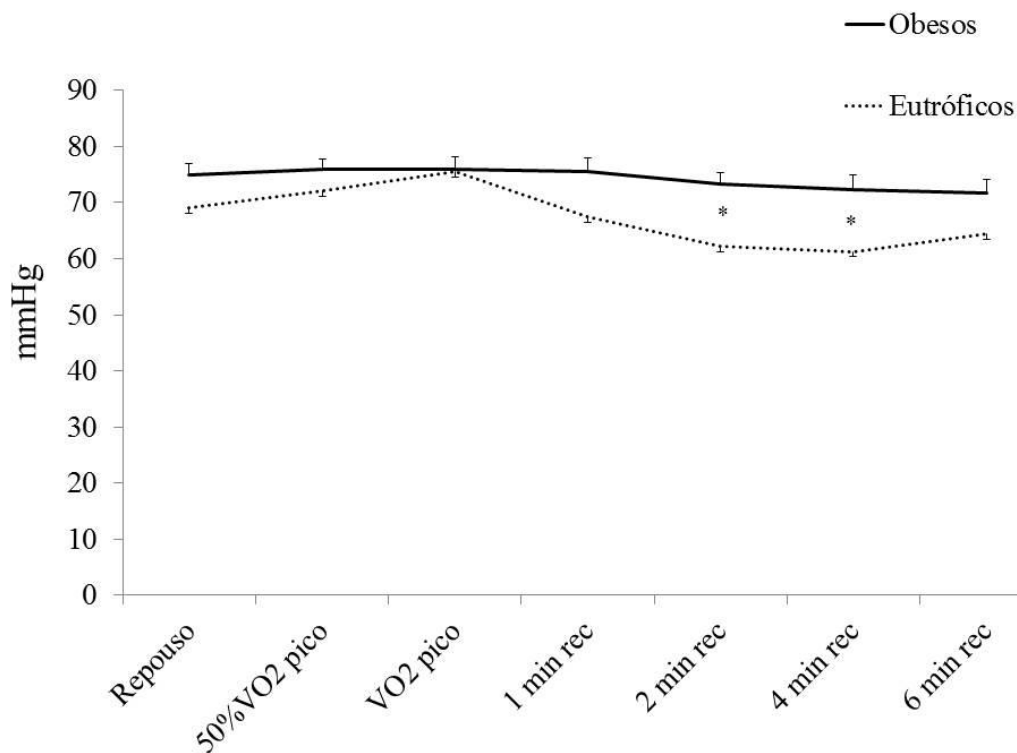


Figura 10. Comportamento da Pressão Arterial Diastólica durante e após o teste de esforço cardiopulmonar dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

O Duplo Produto ($DP = PAS \times FC$) calculado a partir dos valores do VO_2 pico obtido no TECP foi maior no grupo de adolescentes Obesos comparado com o grupo de adolescentes Eutróficos (**Figura 11**).

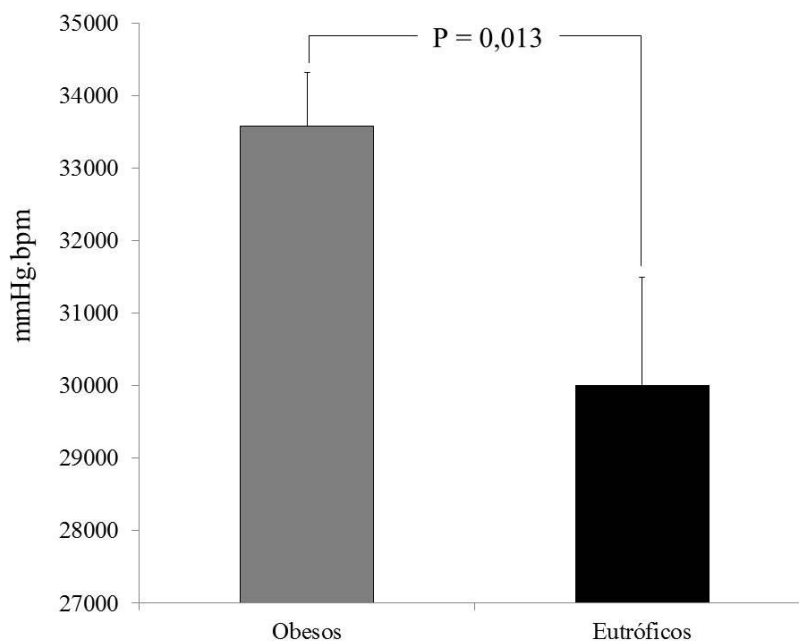


Figura 11. Duplo Produto calculado a partir dos valores do VO₂ pico obtido no TECP dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos. (DP = PAS x FC)

As variáveis ventilatórias no TECP são apresentadas na **Tabela 3**. Os valores estão expostos em três momentos distintos: no período de repouso, aos 50% do VO₂pico e no pico do exercício.

O grupo adolescentes Obesos apresentou valores significativamente menores do quociente respiratório aos 50% do VO₂ pico, do consumo de oxigênio no repouso, do consumo máximo de oxigênio relativo ao peso corporal (VO₂pico), do consumo absoluto de oxigênio aos 50% do VO₂ pico e VO₂pico, assim como do equivalente ventilatório de oxigênio no repouso, aos 50% do VO₂ pico e no pico do esforço, do equivalente ventilatório de dióxido de carbono (VE/VCO₂) no repouso e no pico do esforço e da pressão expirada de oxigênio (PetO₂) no repouso quando comparado ao grupo Eutróficos. Além disso, o grupo adolescentes Obesos apresentou valores significativamente maiores da produção de dióxido de carbono aos 50% do VO₂ pico. Não houve diferenças entre os grupos na pressão expirada de dióxido de carbono (PetCO₂).

TABELA 3 – Respostas ventilatórias durante o TECP nos grupos Obesos e Eutróficos.

		Repouso	50% VO₂pico	Pico
QR	Obesos	0,86±0,02	0,81±0,02*	1,26±0,06
	Eutróficos	0,88±0,02	0,92±0,04	1,37±0,14
VO₂ (mL/kg/min)	Obesos	3,1±0,3*	13,6±1,0	24,8±1,4*
	Eutróficos	4,7±0,8	15,6±1,6	30,3±2,8
VO₂ (mL/min)	Obesos	298±34,9	1210±66,0*	2272±131,5*
	Eutróficos	254±38,9	852±101,3	1693±189,5
VCO₂ (L/min)	Obesos	0,67±0,18	0,92±0,08*	2,75±0,2
	Eutróficos	0,24±0,03	0,66±0,09	2,27±0,3
VE (L/min)	Obesos	7,8±0,8	26,3±1,6	78,1±4,1
	Eutróficos	6,6±0,8	22,7±3,1	63,3±5,6
VE/VO₂	Obesos	28±1,2*	21±0,6*	35±1,8*
	Eutróficos	34±1,9	26±1,1	42±3,8
VE/VCO₂	Obesos	31±1,3*	27±0,7	28,2±0,8*
	Eutróficos	34±1,5	29±1,6	30±1,2
PetO₂ (mmHg)	Obesos	96±1,8*	89±1,5	104±1,3
	Eutróficos	104±3,0	96±2,1	108±1,9
PetCO₂ (mmHg)	Obesos	40±1,4	42±1,0	42±1,3
	Eutróficos	38±2,0	37±2,6	40±2,6

Dados expressos em média ± EP. QR, coeficiente respiratório; VO₂, consumo de oxigênio; VCO₂, produção de dióxido de carbono; VE/VO₂, equivalentes ventilatórios de oxigênio; VE/VCO₂, equivalentes ventilatórios de dióxido de carbono; PetO₂, pressão expirada de oxigênio; PetCO₂, pressão expirada dióxido de carbono; *P < 0,05 vs. Eutróficos.

A seguir podemos observar na **Figura 12** o consumo máximo de oxigênio (VO_2 pico) atingido no esforço máximo pelos grupos de adolescentes Obesos e Eutróficos.

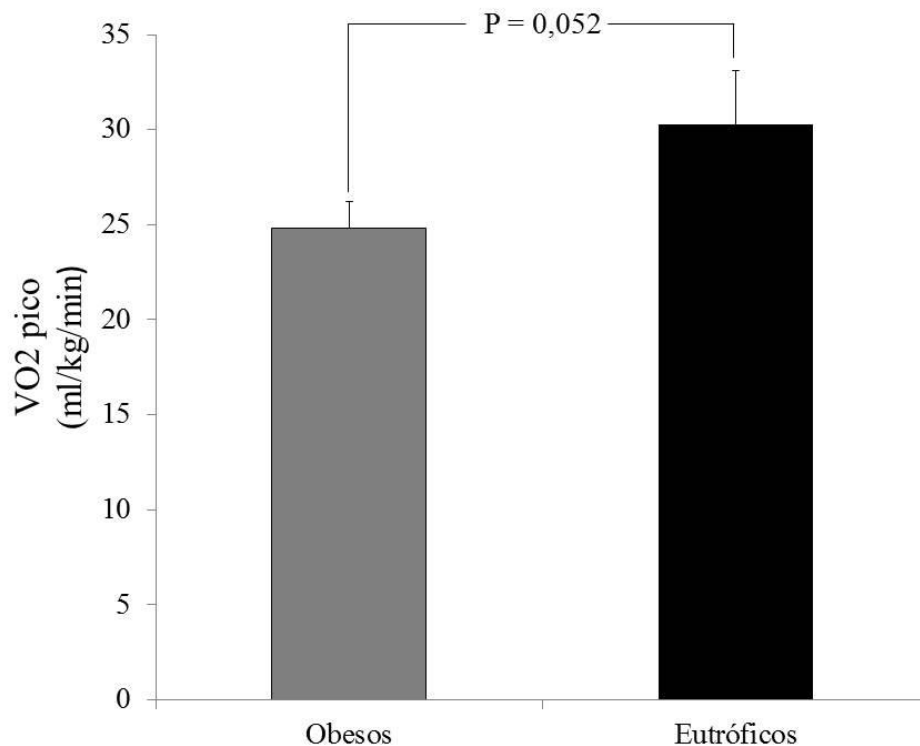


Figura 12. Comparação do VO_2 pico atingido no TECP pelos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

Na **Figura 13** demonstramos a proporção do VO_2 pico atingido pelos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos em relação ao VO_2 pico estimado de acordo com gênero e idade.

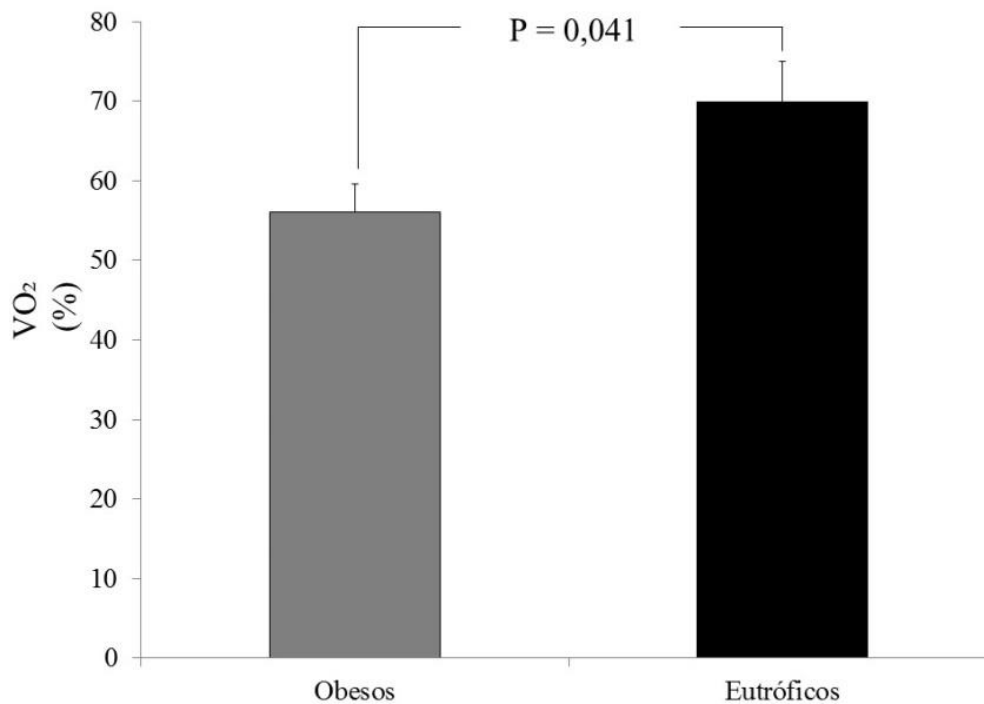


Figura 13. Porcentagem do VO₂ pico atingido no TECP em relação ao VO₂ estimado de acordo com gênero e idade. (DrinkWater,, 1975; Morris, 1993).

Houve uma tendência de maior ventilação (VE) no grupo de adolescentes Obesos em comparação com Eutróficos no pico do esforço (**Figura 14**).

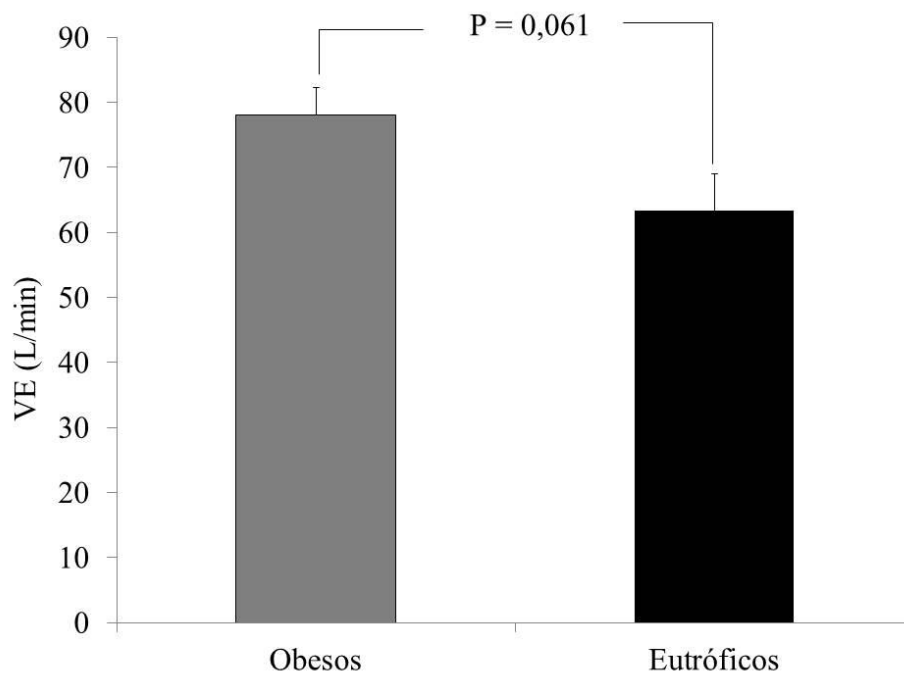


Figura 14. Ventilação máxima atingida no pico do do TECP nos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

Analisando a tolerância ao esforço físico, podemos observar nas **Figuras 15, 16 e 17** que o grupo de adolescentes Obesos realizou menor tempo total de teste, menor velocidade e menor inclinação no pico do TECP quando comparado ao grupo Eutróficos.

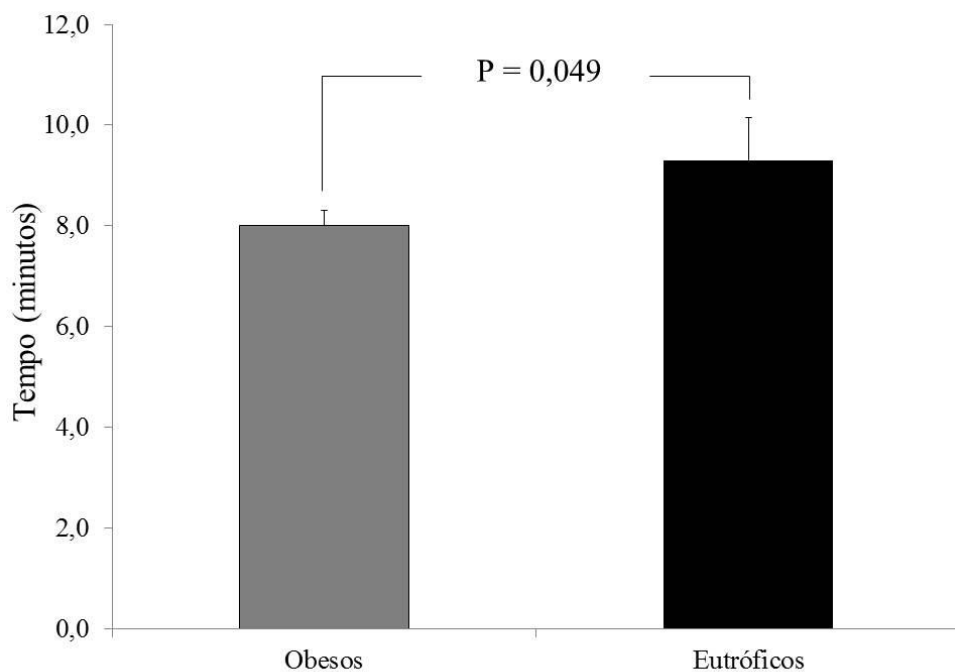


Figura 15. Tempo total de TECP realizado pelos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

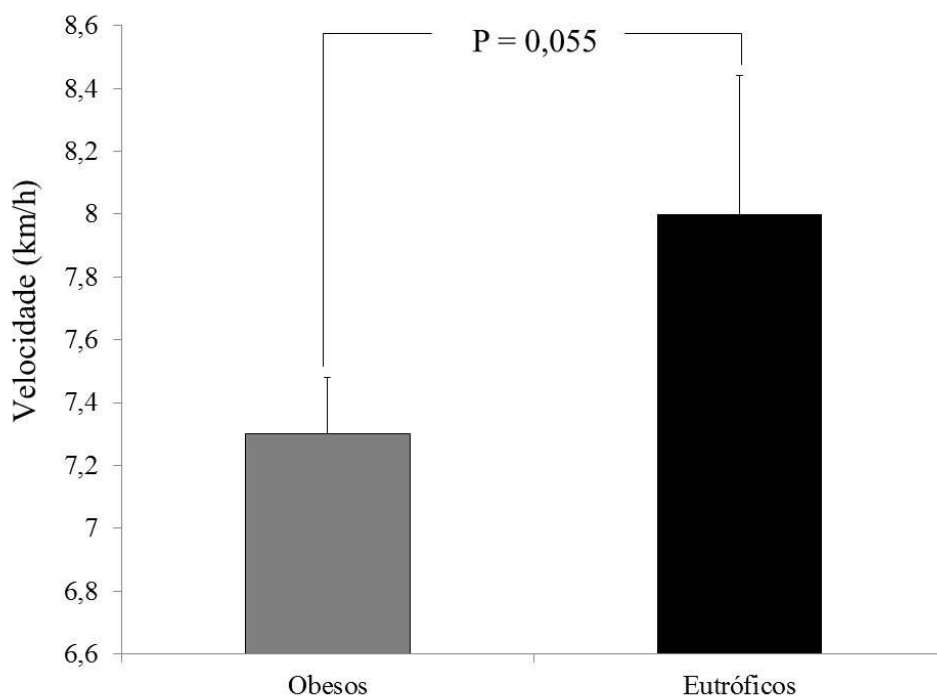


Figura 16. Velocidade máxima atingida no TECP pelos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

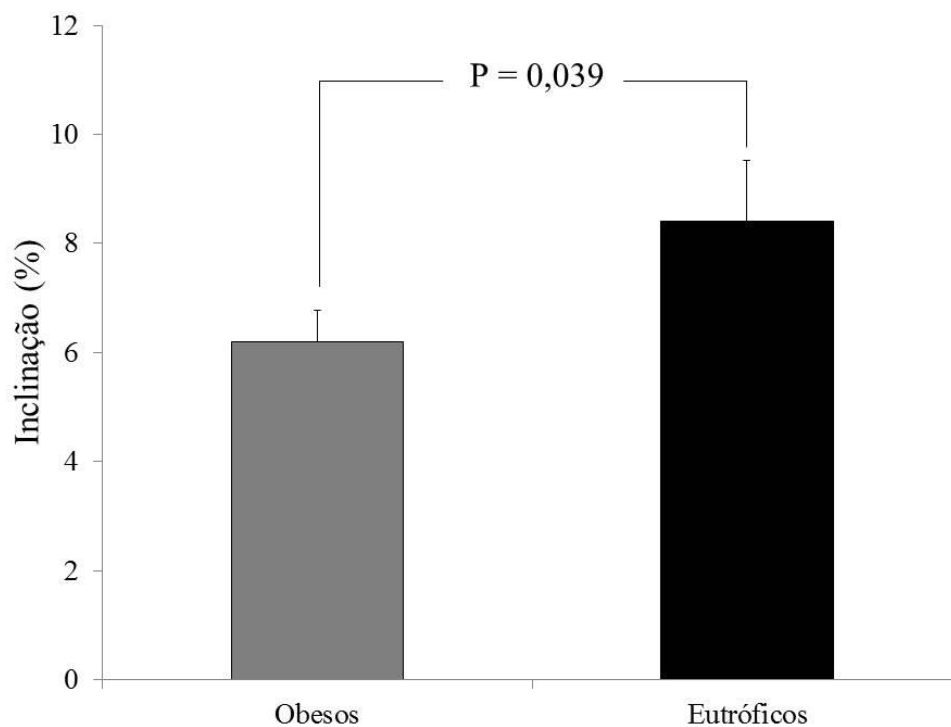


Figura 17. Inclinação máxima atingida no TECP pelos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

Na **Figura 18** apresentamos os dados do OUES. Notem que não houve diferença entre os grupos nessa variável de eficiência aeróbia submáxima.

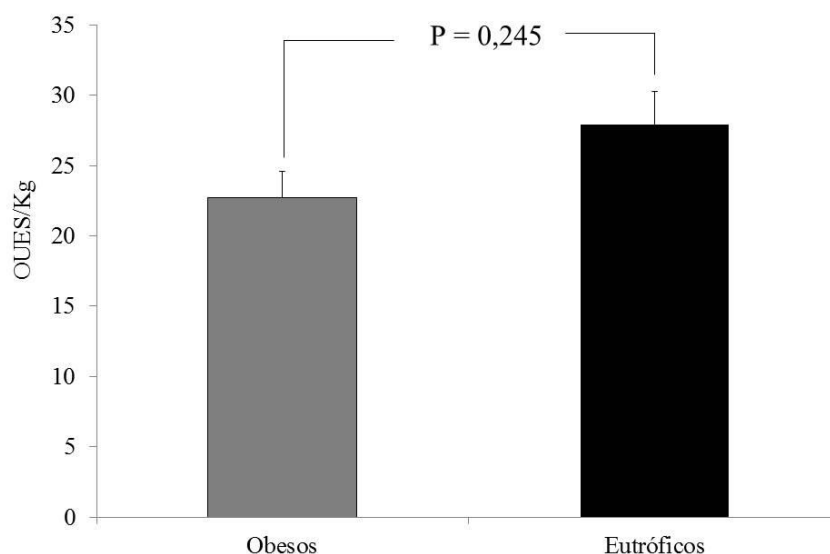


Figura 18. OUES no TECP nos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

Os dados da pressão de pulso (PP = PAS–PAD) do TECP dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos está apresentado na **Tabela 4**. O grupo Obesos apresentou maiores valores do PP no pico do esforço e no 1º, 2º e 4º minutos de recuperação. Os grupos foram semelhantes no repouso e no 6º min de recuperação.

TABELA 4 - Dados da pressão de pulso (PAS – PAD) do TECP dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

	Obesos	Eutróficos	P
Repouso	39,1±3,2	33,1±2,3	0,144
Pico	102,5±3,8	83,1±6,1	<0,001
1 min rec	98,0±7,6	71,8±11,2	0,029
2 min rec	91,9±4,0	70,6±10,9	0,010
4 min rec	73,0±4,2	50,5±9,6	0,033
6 min rec	51,3±3,9	38,6±8,5	0,140

Dados expressos em Média ± EP. Pico, pico do VO₂ (ml/kg/min); Min, minutos; Rec, recuperação pós TECP.

Os dados do comportamento da PAS na recuperação no TECP dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos são apresentados na **Tabela 5**. Os grupos foram semelhantes no comportamento do pico com o 1º, 2º, 4º e 6º minutos de recuperação.

TABELA 5 - Dados do delta da PAS (**pico – recuperação**) do TECP dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

	Obesos	Eutróficos	P
Pico – 1 min rec	10±9,1	14±7,1	0,734
Pico – 2 min rec	14±4,8	20±7,5	0,414
Pico – 4 min rec	38±5,9	43±8,8	0,985
Pico – 6 min rec	54±4,2	53±4,5	0,469

Dados expressos em média ± EP. P.A.S., pressão arterial sistólica; PICO, ponto máximo do esforço físico; MIN, minuto; REC, recuperação * P < 0,05 vs. Eutróficos.

Os dados do comportamento da PAD na recuperação no TECP dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos são apresentados na **Tabela 6**. O grupo Obesos apresentou menor recuperação da PAD no 2º minuto de recuperação comparado com Eutróficos. Os grupos foram semelhantes no comportamento do pico com o 1º, 4º e 6º minutos de recuperação.

TABELA 6 - Dados do delta da PAS (**pico – recuperação**) do TECP dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

	Obesos	Eutróficos	P
Pico – 1 min rec	5± 4,0	14 ± 11,5	0,314
Pico – 2 min rec	3 ± 1,7	18 ± 11,3	0,034
Pico – 4 min rec	8 ± 4,4	19 ± 11,8	0,224
Pico – 6 min rec	9 ± 4,3	16 ± 12,9	0,434

Dados expressos em média ± EP. P.A.D., pressão arterial diastólica; PICO, ponto máximo do esforço físico; MIN, minuto; REC, recuperação * P < 0,05 vs. Eutróficos.

Os dados do comportamento da PAS da recuperação em relação ao repouso no TECP dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos são apresentados na **Tabela 7**. O grupo Obesos apresentou menor recuperação da PAS no 2º minuto de recuperação comparado com Eutróficos. Os grupos foram semelhantes no comportamento da recuperação da PAS em relação ao repouso no 1º, 4º e 6º minutos.

TABELA 7 - Dados do delta da **DELTA PAS (recuperação - repouso)** do TECP dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

	Obesos	Eutróficos	P
1 min rec - rep	55±10,3	30±19,9	0,134
2 min rec - rep	51±4,1	24±18,9	0,028
4 min rec - rep	27±5,9	3±16,8	0,114
6 min rec - rep	5±6,7	-5±0,4	0,489

Dados expressos em média ± EP. PAS, pressão arterial sistólica; rec, recuperação; rep, repouso.

Os dados do comportamento da PAD da recuperação em relação ao repouso no TECP dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos são apresentados na **Tabela 8**. O grupo Obesos apresentou menor recuperação da PAD no 2º minuto de recuperação comparado com Eutróficos. Os grupos foram semelhantes no comportamento da recuperação da PAD em relação ao repouso no 1º, 4º e 6º minutos.

TABELA 8 - Dados do delta da **DELTA PAD (recuperação - repouso)** do TECP dos grupos adolescentes Obesos e Eutróficos.

	Obesos	Eutróficos	P
1 min rec - rep	-3 ±4,3	-8 ± 9,8	0,473
2 min rec - rep	-1 ± 1,7	-12 ± 9,4	0,042
4 min rec - rep	-3 ± 2,6	-13 ± 9,4	0,088
6 min rec - rep	-7 ± 4,3	-7 ± 4,3	0,575

Dados expressos em média ± EP. P.A.D., pressão arterial diastólica; rec, recuperação; rep, repouso.

Para melhor compreensão dos resultados obtidos no presente estudo sobre as diferenças do grupo de adolescentes Obesos em relação ao grupo de adolescentes Eutróficos, os principais achados foram sumarizados no quadro abaixo.

TABELA 9 - Sumário dos Resultados no repouso, aos 50% do VO₂ pico e no pico do esforço.

	Repouso	50% VO₂pico	pico
FC	=	↑	=
P.A.S.	↑	=	↑
P.A.D.	=	=	=
Duplo Produto	↑	↑	↑
Pressão de Pulso	=	-	↑
Pulso de O₂	=	=	↑
RQ	=	↓	=
VO₂ (ml/kg/min)	↑	=	↑
VO₂(ml/min)	=	↑	↑
VCO₂ (L/min)	=	↑	=
VE (L/min)	=	=	=
VE/VO₂	↓	↓	↓
VE/VCO₂	↓	=	↓
PetO₂ (mmHg)	↓	=	=
PetCO₂ (mmHg)	=	=	=
Velocidade	=	↓	↓
Tempo Total	=	↓	↓
Inclinação	=	=	↓

7. DISCUSSÃO

Os principais achados do presente estudo são que os adolescentes obesos, aparentemente saudáveis, já apresentam diversos fatores de risco da síndrome metabólica. Adicionalmente, os adolescentes obesos apresentaram respostas hemodinâmicas prejudicadas comparados aos adolescentes eutróficos frente a um mesmo estímulo de esforço físico. Os adolescentes obesos mostraram maiores valores pressóricos no pico do exercício e menor queda da pressão arterial na recuperação do TECP, sugerindo assim uma possível disfunção no balanço simpato-vagal. Uma possível explicação para esse acontecimento foi descrita em um estudo realizado por Tonacio AC et al. (2006), no qual os autores observaram que o ganho de peso corporal em pessoas obesas gera um aumento na atividade nervosa simpática. Este aumento de peso corporal atua aumentando os ácidos graxos circulantes, principalmente os produzidos no tecido adiposo visceral. Tal substrato sensibiliza as fibras nervosas aferentes do fígado, interferindo na modulação simpática. (LAMBERT EA et al, 2014).

Um marcador de eventos cardíacos muito utilizado na prática clínica é o consumo de oxigênio no pico do exercício (MYERS et al., 2002). Um estudo realizado por PETRELLUZZI et al. (2004) mostrou que adolescentes obesos sedentários atingiram menor VO_{2pico} quando comparados a adolescentes obesos não-sedentários. Além disso, os adolescentes obesos sedentários também toleraram menor tempo de exercício, mostrando assim piores condições cardiorrespiratórias que seus pares. Este resultado também foi encontrado em nosso estudo, aonde os adolescentes obesos também toleraram menor tempo total de teste, menor velocidade e inclinação, e seu VO_{2pico} máximo atingido também estava diminuído quando comparados com seus pares eutróficos.

Vale lembrar que valores baixos do VO_{2pico} estão relacionados diretamente com o excesso de peso (KATZMARZYK PT, 2003) e com o estilo de vida sedentário (LAAKSONEN DE et al., 2002). Isso porque o excesso de peso causa alterações respiratórias crônicas, redução da capacidade aeróbica, da força e resistência dos músculos respiratórios e hipoventilação. Corroborando esses resultados, no presente estudo encontramos diminuição da capacidade aeróbica e uma tendência a maior ventilação no pico do esforço. Essas alterações acontecem por causa de um acúmulo excessivo de tecido adiposo nas regiões do tórax e da cavidade abdominal, gerando uma compressão do tórax, do diafragma e do pulmão, e isso acaba limitando a complacência dos órgãos, resultando em uma redução dos volumes pulmonares e alterações musculares (COSTA D. et al, 2008; OGUNNAIKE BO, et al., 2002). O acúmulo de gordura visceral também reduz a mobilidade da parede do tórax e do músculo diafragma, diminuindo assim a complacência torácica, e consequentemente, aumentando o trabalho respiratório, causando redução do volume

pulmonar e aumentando o recuo elástico do tecido pulmonar (DEANE S, 2006; JONES RL et al., 2006).

Um trabalho realizado por Miyai et al. (2000) demonstrou que homens de meia idade, obesos e pré-hipertensos, apresentaram alterações na resposta da PA durante o TECP e pressão arterial sistólica exagerada, que é um importante preditor de eventos cardiovasculares. Essas alterações são responsáveis por um aumento de 2,13 no risco relativo de incidência de hipertensão arterial. Tal aumento da pressão arterial pode estar relacionado com o aumento da gordura visceral corporal, que quando elevado, pode se relacionar com a disfunção autonômica, elevando a resposta da pressão arterial durante um teste de esforço cardiopulmonar máximo (TECP) (MIYAI et al., 2000). A elevação dos níveis pressóricos vem sendo bastante relacionada com a obesidade (TARVAINEN et al., 2002), e alterações hemodinâmicas em indivíduos obesos são explicadas principalmente pela hiperatividade do sistema nervoso simpático. Já está bem estabelecido na literatura que a gordura visceral, a hipertensão arterial e as alterações metabólicas estão relacionadas com a baixa resposta cardiovagal barorreflexa e hiperativação simpática (BORTOLOTTO LA, 2007, LAROVERE MT et al, 1998, TROMBETTA IC et al, 2010).

Um estudo realizado por RIVA et al (2001) mostrou que adolescentes obesos apresentaram modulação vagal significativamente reduzida além do balanço simpato-vagal comprometido. Freitas et al. (2014) em seu estudo compararam a função autonômica cardíaca de adolescentes obesos e adolescentes eutróficos, e encontraram um comprometimento da modulação autonômica cardíaca nas crianças e adolescentes obesos normotensos.

Um trabalho que apresentou um resultado semelhante ao nosso, porém realizado com uma população de homens normotensos, mostrou que os pacientes que apresentaram nível exacerbado de PA no final do esforço no TECP, mantiveram a PA elevada no 2º e 4º min de recuperação (DLIN RA, 1983). Outro trabalho realizado com homens portadores de síndrome metabólica também demonstrou que os indivíduos avaliados apresentaram valores aumentados de PAS e PAD no 2º e 4º min de recuperação, assim como os indivíduos obesos do nosso estudo (GAUDREAULT V et al., 2013). Outro ponto relevante deste estudo é que o prejuízo na PAS durante o exercício e na recuperação foi causa preditora de hipertensão (GAUDREAULT V V et al., 2013).

Nosso estudo também avaliou a PP desses adolescentes, que pode ser um preditor de índice cardíaco diminuído e redução da função ventricular esquerda reduzida (FERREIRA AR et al., 2016), e não encontramos diferença entre os grupos no período de repouso pré

TECP. Quando comparamos os resultados obtidos em nossa amostra com outros dois estudos que utilizam $>50\text{mmHg}$ de aumento em relação ao basal como ponto de corte para aumento de risco cardiovascular (FANG J et al., 2000; CELESTANO A. et al, 2002), podemos dizer que de acordo com esta avaliação, os adolescentes estudados ainda não apresentam aumento no risco cardiovascular.

Outra variável interessante em relação às respostas hemodinâmicas que avaliamos é o Duplo Produto (DP). Um estudo realizado por Costa e Sichieri (1998) com adolescentes do Rio de Janeiro demonstrou um valor médio de PAS de $107,4\text{ mmHg}$ e PAD $66,6\text{ mmHg}$ no momento de repouso. Quanto ao duplo produto, Hui et al. (2000) normatizaram um valor no repouso de 7524 (bpm X mmHg) , valor este estabelecido a partir de sexo, IMC e nível de atividade física. Quando comparamos este valor ao nosso resultado, podemos notar que os adolescentes obesos apresentam um valor um pouco aumentado. Um outro estudo que correlacionou o valor do DP acima de 30.000 no pico do esforço com a ausência de coronariopatia obstrutiva em indivíduos adultos. Os adolescentes obesos do presente estudo, mesmo mostrando valor de DP aumentado em repouso quando comparado aos eutróficos, não tiveram o DP acima desses valores. Porém esses dados de literatura referem-se a adultos, que não pode ser extrapolado para crianças e adolescentes. Além do DP aumentado, esses adolescentes obesos tiveram resposta aumentada da pressão arterial, fato este que já aponta para aumento de risco cardiovascular.

Com base nos resultados encontrados neste trabalho, acredita-se que adolescentes obesos aparentemente saudáveis, já apresentam um comportamento cardiorrespiratório diferente de seus pares eutróficos em exercício progressivo máximo e durante a recuperação do mesmo, tornando relevante a prevenção e tratamento da obesidade na adolescência afim de evitar comprometimentos na saúde desses indivíduos.

8.CONCLUSÕES

A obesidade na adolescência desencadeia alterações metabólicas, favorecendo o surgimento da síndrome metabólica. Adicionalmente, a obesidade nessa faixa etária causa alterações hemodinâmicas durante o teste de esforço físico e na recuperação pós-esforço. Dentre estas alterações, vale evidenciar o aumento das respostas pressóricas no pico do exercício e menor queda da pressão arterial sistólica e diastólica na recuperação pós-esforço máximo.

9.REFERÊNCIAS

- V Diretrizes brasileiras de hipertensão arterial. *Arq Bras Cardiol.* 2007;89(3):e24–79. Refs p.a.
- Johnson WD, Kroon JJ, Greenway FL, Bouchard C, Ryan D, Katzmarzyk PT. Prevalence of Risk Factors for Metabolic Syndrome in Adolescents: National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), 2001-2006.
- Agabiti-Rosei E, Mancia G, O'Rourke MF, Roman MJ, Safar ME, Smulyan H, et al. Central blood pressure measurements and antihypertensive therapy: a consensus document. *Hypertension.* 2007;50(1):154-60.
- Aires MM. Fisiologia. In: Michellni LC, Fisiologia Cardiovascular – Contratilidade Miocárdica. São Paulo, 3ª edição. São Paulo: Editora Guanabara Koogan, pag: 435-68, 2008.
- Arai Y, Saul JP, Albrecht P, Hartley LH, Lilly LS, Cohen RJ, Colucci WS. Modulation of cardiac autonomic activity during and immediately after exercise. *Am J Physiol.* 1989;256:132-41.
- Arena R, Myers J, Abella J, et al. Development of a ventilator classification system in patients with heart failure. *Circulation* 2007;115(18):2410–7.
- Baba R, Nagashima M, Goto M, Nagano Y, Yokota M, Tauchi N. Oxygen uptake efficiency slope: a new index of cardiopulmonary functional reserve derived from the relation between oxygen uptake and minute ventilation during incremental exercise. *JACC.* 1996; 28:1567-72
- Belardinelli R, Lacalaprice F, Carle F, et al. Exercise-induced myocardial ischaemia detected by cardiopulmonary exercise testing. *Eur Heart J* 2003;24:1304–1313
- BLUMENKRANTZ, M. Obesity: the world's metabolic disorder [online]. Beverly Hills, 1997. [citado em 28/8/97]. Available from WWW: <URL: <http://www.quantumhcp.com,obesity.htm> >.
- Boisseau N, Delamarche P. Metabolic and Hormonal Responses to Exercise in Children and Adolescents. *Sports Med.* 2000; 30 (6):405-22)
- Celentano A, Palmieri V, Di Palma Esposito N, Pietropaolo I, Arezzi E, Mureddu GF, de Simone G. Relations of pulse pressure and other components of blood pressure to preclinical echocardiographic abnormalities. *J Hypertension.* 2002; 20 (3): 531-7.
- Cohen-Solal A, Barnier P, Pessione F, Seknadji P, Logeart D, Laperche T, Gourgon R. Comparison of the long-term prognostic value of peak exercise oxygen pulse and peak oxygen uptake in patients with chronic heart failure. *Heart.* 1997;78:572-6.

- Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE, Lauer MS. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *N Engl J Med.* 1999;28;341(18):1351-7
- Costa D, Barbalho MC, Miguel GPS, Forti EMP, Azevedo JL MC. The impact of obesity on pulmonary function in adult women. *Clinics.* 2008;63(6):719-24.
- Deane S, Thomson A. Obesity and the pulmonologist. *Arch Dis Child.* 2006;91(2):188-91.
- Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents
- Dlin RA, Hanne N, Silverberg DS, Bar-Or O. Follow-up of normotensive men with exaggerated blood pressure response to exercise. *Am Heart J.* 1983;106(2):316-20.
- Drinkwater BL, Horvath SM, Wells CL. Aerobic power of females, age 10 to 68. *J Gerontol* 30:385-349,1975.
- Enes CA, Slater B, Obesidade na adolescência e seus principais fatores determinantes. *Revista Brasileira Epidemiol,* 2010; 13(1):163-71
- Fang J, Madhavan S, Alderman MH. Pulse pressure: a predictor of cardiovascular mortality among young normotensive subjects. *Blood Pressure.* 2000; 9 (5): 260-6.
- Feijó RB, Sukster EB, Friedrich L, Fialho L, Dziekaniak KS, Christini DW, et al. Estudos de hábitos alimentares em uma amostra de estudantes secundaristas de Porto Alegre. *Pediatrics* 1997; 19(4): 257-62).
- Flegal, K.M. et al. "Prevalence and trends in obesity among US adults, 1999-2000". *JAMA* 288:1772-3,2002.
- Fox K, Ford I, Steg PG, Tendera M, Robertson M, Ferrari R; BEAUTIFUL investigators. Heart rate as a prognostic risk factor in patients with coronary artery disease and left-ventricular systolic dysfunction (BEAUTIFUL): a subgroup analysis of a randomised controlled trial. *Lancet.* 2008;6;372(9641):817-21.
- Franklin SS, Gustin W IV, Wong ND et al. Hemodynamic patterns of age-related changes in blood pressure: the Framingham Heart Study. *Circulation* 1997; 96: 308-15.
- Gaudreault V, Després JP, Rhéaume C, Bergeron J, Alméras N, Tremblay A, Poirier P. Exercise-induced exaggerated blood pressure response in men with the metabolic syndrome: the role of the autonomous nervous system. *Blood Press Monit.* 2013;18(5):252-8.
- Gregg EW, Cheng YJ, Cadw El BL, Imperatore G, Willians DE, Flegal KM. Secular trends in cardiovascular disease risk factors according to body mass index in us adults. *JAMA.* 2005;293(15):1868-74.

- Isabelle Magalhães G. Freitas; Josiane Aparecida Miranda; Pedro Augusto C. Mira; Carla Marcia M. Lanna; Jorge Roberto P. Lima; Mateus Camaroti Laterza. Disfunção autonômica cardíaca em crianças e adolescentes obesos normotensos. *Rev. paul. pediatr.* vol.32 no.2 São Paulo June 2014
- Jones RL, Nzekwu MMU. The effects of body mass index on lung volumes. *Chest.* 2006;130(3):827-33.
- Jouven X, Empana JP, Schwartz PJ, Desnos M, Courbon D, Ducimetière P. Heart-rate profile during exercise as a predictor of sudden death. *N Engl J Med.* 2005;12;352(19):1951-8.
- Kaleth AS, Chittenden TW, BJ Hawkins, Hargens TA, Guill SG, Zedalis D, Gregg JM , Herbert WG. Unique cardiopulmonary exercise test responses in overweight middle-aged adults with obstructive sleep apnea. *Sleep Med.* 2007;8(2):160-8.
- Katzmarzyk PT, Janssen I, Ardern CI. Physical inactivity, excess adiposity and premature mortality. *Obes Rev.* 2003;4:257-90.
- Klainman E, Fink G, Lebzelter J, et al. The relationship between left ventricular function assessed by multigated radionuclide test and cardiopulmonary exercise test in patients with ischemic heart disease. *Chest* 2002;121:841- 845.
- Laaksonen DE, Lakka HM, Salonen JT, Niskanen LK, Rauramaa R, Lakka TA. Low levels of leisure-time physical activity and cardiorespiratory fitness predict development of the metabolic syndrome. *Diabetes Care.* 2002;25(9):1612-8
- Laethem CV, Bartunek J, Goethals M, Nellens P, Andries E, Vanderheyden M. Oxygen uptake efficiency slope, a new submaximal parameter in evaluating exercise capacity in chronic heart failure patients. *American Heart Journal.* 2005; 149:175-80.
- Lee YS., Consequences of childhood obesity. *Ann Acad Med Singapore* 2009; 38: 75-7.
- Malachias MVB, Souza WKS, Plavnik FL, Rodrigues CIS, Brandão AA, Neves MFT, et al. 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. *Arq Bras Cardiol* 2016; 107(3Supl.3):1-83
- MARIATH, A. B., GRILLO, L. P., SILVA, R. O., SCHMITZ, P., CAMPOS, I. C., MEDINA, J. R. P. e KRUGER, R. M. Obesidade e fatores de risco para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis entre usuários de unidade de alimentação e nutrição. *Cad Saúde Pública*; 23:897-905, 2007;
- McHam SA, Marwick TH, Pashkow FJ, Lauer MS. Delayed systolic blood pressure recovery after graded exercise: an independent correlate of angiographic coronary disease. *J Am Coll Cardiol.* 1999;34(3):754-9.

- Mercedes de Onis,a Adelheid W Onyango,a Elaine Borghi,a Amani Siyam,a Chizuru Nishidaa & Jonathan Siekmanna. Prevalence of risk factors for metabolic syndrome in adolescents: National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), 2001-2006. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2009; 163: 371-7.
- Messinger-Rapport B, Pothier Snader CE, Blackstone EH, Yu D, Lauer MS. Value of exercise capacity and heart rate recovery in older people. *J Am Geriatr Soc.* 2003;51(1):63-8.
- Michaelides AP, Liakos CI, Vyssoulis GP, Chatzistamatiou EI, Markou MI, Tzamou V, Stefanadis CI. The interplay of exercise heart rate and blood pressure as a predictor of coronary artery disease and arterial hypertension. *J Clin Hypertens.* 2013;15(3):162-70.
- Morris CK, Myers J, Froelicher VF, Kawaguchi T, Ueshima K, Hideg A. Homogram based on metabolic equivalents and age assessing aerobic exercise capacity in men. *J Am Col Cardiol* 22:175-182,1993
- 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;14;346(11):793-801.
- Nilsson PM, Cederholm J, Eeg-Olofsson K, Eliasson B, Zethelius B, Gudbjörnsdóttir S; Swedish National Diabetes Register (NDR). Pulse pressure strongly predicts cardiovascular disease risk in patients with type 2 diabetes from the Swedish National Diabetes Register (NDR). *Diabetes Metab.* 2009;35(6):439-46.
- Nishime EO, Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Lauer MS. Heart Rate Recovery and Treadmill Exercise Score as Predictors of Mortality in Patients Referred for Exercise ECG. *JAMA.* 2000;284(11):1392-1398
- Ogunnaike BO, Jones SB, Jones DB, Provost D, Whitten CW. Anesthetic considerations for bariatric surgery. *Anesth Analg.* 2002;95(6):1793-805.
- Perini R, Orizio C, Comandè A, Castellano M, Beschi M, Veicsteinas A. Plasma norepinephrine and heart rate dynamics during recovery from submaximal exercise in man. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1989;58(8):879-83.
- Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar 2015 – (www.ibge.gov.br)
- PETRELLUZZI KFS, KAWAMURA M, PASCHOAL MA, AVALIAÇÃO FUNCIONAL CARDIOVASCULAR DE CRIANÇAS SEDENTÁRIAS OBESAS E NÃO-OBESAS *Rev. Ciênc. Méd., Campinas,* 13(2):127-136, abr./jun., 2004
- Porto EBS, Morais TW, Raso V. Avaliação do nível de conhecimento multidisciplinar dos futuros profissionais na propedêutica da obesidade. *Rev Bras Nutr Emagrecimento.* 2007;2(1):67-71.

- Porto EBS, Morais TW, Raso V. Avaliação do nível de conhecimento multidisciplinar dos futuros profissionais na propedêutica da obesidade. *Rev Bras Nutr Emagrecimento*. 2007;2(1):67-71.
- 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.
- Prado DM, Silva AG, Trombetta IC, Ribeiro MM, Nicolau CM, Guazzelli IC, Matos LN, Negrão CE, Villares SM. Weight loss associated with exercise training restores ventilatory efficiency in obese children. *Int J Sports Med*. 2009;30(11):821-6
- Riva P, Martini G, Rabbia F, Milan A, Paglieri C, Chiandussi L et al. Obesity and autonomic function in adolescence. *Clin Exp Hypertens* 2001;23:57-67. [Links]
- SAITO, M. I. Obesidade na adolescência. In. _____, (Org.). *Adolescência: Prevenção e risco*. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 2008. p. 257-268.
- Singh JP, Larson MG, Manolio TA, O'Donnell CJ, Lauer M, Evans JC, Levy D. Blood pressure response during treadmill testing as a risk factor for new-onset hypertension. The Framingham heart study. *Circulation*. 1999;13;99(14):1831-6.
- Stanley S. Franklin, William Gustin, Nathan D. Wong, Martin G. Larson, Michael A. Weber, William B. Kannel, Daniel Levy. Hemodynamic Patterns os Age-Related Changes in Blood Pressure, The Framingham Heart Study. 1997; 96:308-318
- Tarvainen, M. P., Ranta-Aho, P. O., and Karjalainen, P. A. An advanced detrending method with application to HRV analysis. *IEEE Trans. Biomed. Eng.* 49, 172–175. 2002
- Tonacio A.C., Trombetta I.C., Rondon M.U.P.B., Batalha.T., Kuniyoshi F.H.S., Laterz M.C., Suzuki P.H., Gowdak M.M.G., Barretto A.C.P., Halpern A., Villares S.M.F. and Negrão C.E. Effects of diet and exercise training on neurovascular control during mental stress in obese women *Braz J Med Biol Res*, January 2006, Volume 39(1) 53-62
- Urbina E, Alpert B, Flynn J, Hayman L, Harshfield GA, Jacobson M, et al. Ambulatory Blood Pressure Monitoring in Children and Adolescents;. *SB de CB de HB de. V Diretrizes brasileiras de hipertensão arterial*. *Arq Bras Cardiol*. 2007;89(3):e24–79.
- Vos LE, Oren A, Uiterwaal C, Gorissen WH, Grobbee DE, Bots ML. Adolescent blood pressure and blood pressure tracking into young adulthood are related to subclinical atherosclerosis: the Atherosclerosis Risk in Young Adults (ARYA) study. *Hypertension*. 2003; 16 (7): 549-55.
- Whaley MH, Brubaker PH, Otto RM, Armstrong LE, ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 7th ed. Philadelphia, PA: LippincottWilliams & Wilkins; 2005.

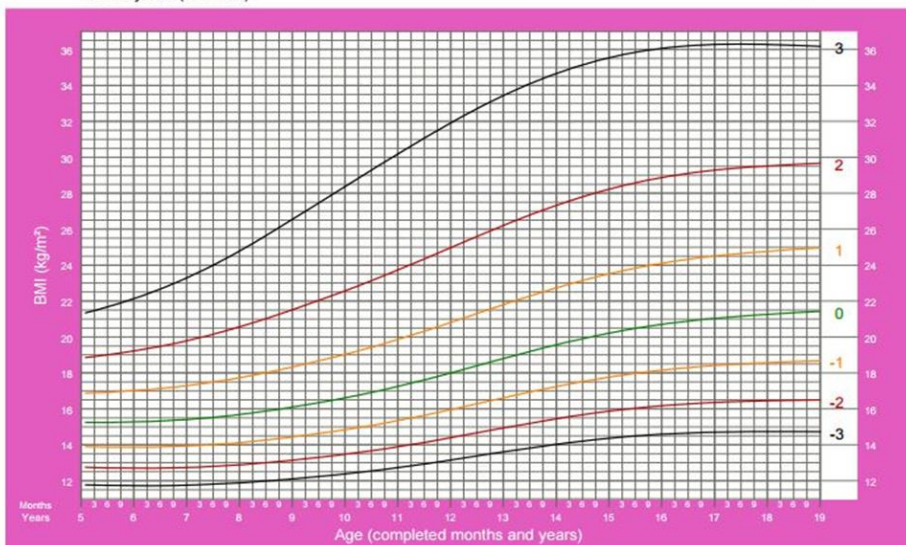
- World Health Organization, 1998. Obesity – preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation on obesity. Geneva: World Health Organization
- World Health Organization (WHO). Obesity: preventing and managing the global epidemic. WHO: Geneva; 2000. WHO Technical Report Series, no. 894.
- World Health Organization, Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series, No 854, 1995
- World Health Organization. Ending Childhood Obesity. 2016;68
- World Health Organization. *Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic*. Report of a WHO Consultation. Geneva; 2004. WHO Technical Report Series no. 894.).
- Yildiran T, Koc M, Bozkurt A, Sahin DY, Unal I, Acarturk E. Low pulse pressure as a predictor of death in patients with mild to advanced heart failure. *Tex Heart Inst J*. 2010;37(3):284-90.
- Godoy MF, Fornitano LD, Duplo produto elevados como preditor de ausência de coronariopatia obstrutiva de grau importante em pacientes com teste ergométrico positivo. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, volume 86, Nº2, 2006
- Hollenberg MD, Tager IB. Oxygen uptake efficiency slope: an index of exercise performance and cardiopulmonary reserve requiring only submaximal exercise. *JACC*. 2000; 36(1):194-201.
- William D. McArdle, Frank I. Katch, Victor L. Katch. *Fisiologia do Exercício, Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. 5ª edição. Guanabara Koogan, pág 268, cap 12, 2001.
- Yazbeck Jr P, Carvalho RT, Sabbag LM, Battistella LR. Ergoespirometria. Teste de esforço cardiopulmonary, Metodologia e Interpretação. *Arq Bras Cardiol*, volume 71, (nº5)1998.
- Miyai N, Arita M, Morioka I, Miyashita K, Nishio I, Takeda S. Exercise BP response in subjects with high-normal BP: exaggerated blood pressure response to exercise and risk of future hypertension in subjects with high-normal blood pressure. *J Am Coll Cardiol*. 2000;36(5):1626-31

8. ANEXOS

ANEXO 1: Curva de índice de massa corporal (meninas)

BMI-for-age GIRLS

5 to 19 years (z-scores)

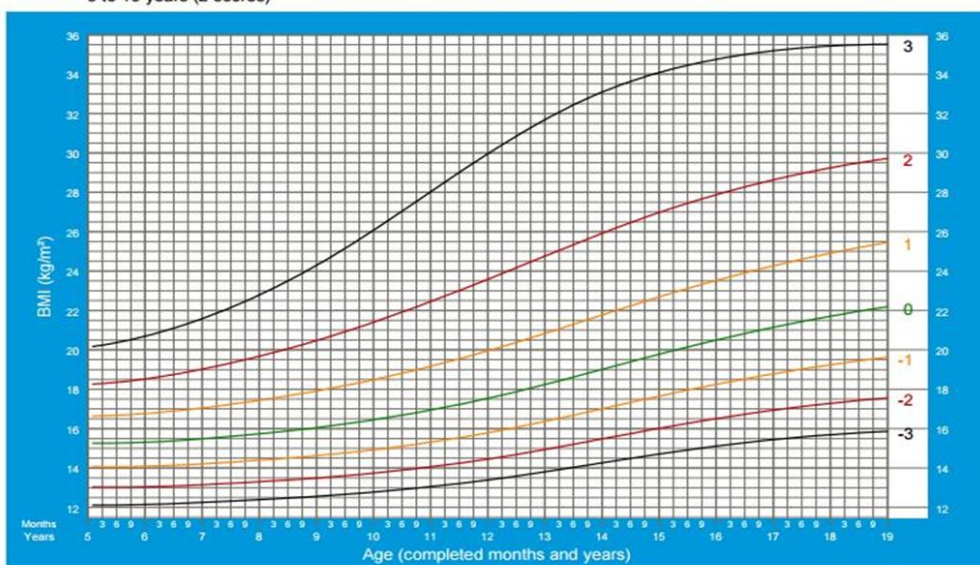


2007 WHO Reference

ANEXO 2: Curva de índice de massa corporal (meninos)

BMI-for-age BOYS

5 to 19 years (z-scores)



2007 WHO Reference

ANEXO 3: Pranchas de estadiamento puberal - meninas (Tanner)

ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO SEXUAL PRANCHAS DE TANNER

Estágios de desenvolvimento das mamas



Estágio 1
Mamas infantis (M1)



Estágio 2
O busto mansueto forma-se com uma pequena saliência com elevação da mama e da papila e ocorre o aumento do diâmetro areolar. Melhor visualizar lateralmente. (M2)



Estágio 3
Maior aumento da areola e da papila sem separação do contorno da mama. (M3)



Estágio 4
Aumento continuado e projeção da areola e da papila formando uma segunda saliência acima do nível da mama. (M4)



Estágio 5
Mama com aspecto adulto, com retração da areola para o contorno da mama e projeção da papila. (M5)

Estágios de desenvolvimento dos pelos pubianos



Estágio 1
Ausência de pelos, ou pelagem natural. (P1)



Estágio 2
Pelos iniciam-se com uma pelagem fina, longa, um pouco mais curva, na linha central da região pubiana. (P2)



Estágio 3
Pelos em maior quantidade, mais escuros e mais espessos, e discretamente encurvados, com distribuição em toda a região pubiana. (P3)



Estágio 4
Pelos do tipo adulto, encaracolada, mais distribuídos, e ainda em pouca quantidade. (P4)



Estágio 5
Pelos tipo adulto, com maior distribuição na região pubiana, e no resto da coxa. (P5)

ANEXO 4: Pranchas de estadiamento puberal – meninos (Tanner)

ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO SEXUAL PRANCHAS DE TANNER

Estágios de desenvolvimento da genitália



Estágio 1

Genitália pré-puberal ou infantil.



Estágio 2

Aparece um afinamento e hipervascularização da bolsa escrotal, e aumento do volume testicular sem aumento do tamanho do pênis. (G2)



Estágio 3

Ocorre aumento da bolsa escrotal e do volume testicular, com aumento do comprimento do pênis. (G3)



Estágio 4

Maior aumento e hiperpigmentação da bolsa escrotal, maior volume testicular com aumento do pênis em comprimento e diâmetro, e desenvolvimento da glândula. (G4)



Estágio 5

Genitália adulta em tamanho e forma e volume testicular. (G5)

Estágios de desenvolvimento dos pelos pubianos



Estágio 1

Pubescente pré-puberal ou infantil, nenhum pelo pubiano. (P1)



Estágio 2

Ocorre o início do crescimento de alguns pelos finos, longos, escuros e lisos na linha medial ou na base do pênis. (P2)



Estágio 3

Aparecimento de maior quantidade de pelos, mais escuros e mais espessos, e discretamente encaracolados, com distribuição em toda a região pubiana. (P3)



Estágio 4

Pelos escuros, espessos, encaracolados, do tipo adulto, mas ainda em menor quantidade na sua distribuição na região pubiana. (P4)



Estágio 5

Pelos do tipo adulto, em maior quantidade, cobrindo toda a região pubiana, e estendendo-se até a superfície interna das coxas. (P5)

ANEXO 5**Termo de Consentimento para Participação em Pesquisa Clínica (TCLE)**

Nome do Voluntário: _____

Endereço: _____

Telefone para contato: _____ Cidade: _____ CEP: _____

E-mail: _____

1. Título do Trabalho Experimental: COMPORTAMENTO CARDIORRESPIRATÓRIO DURANTE O EXERCÍCIO EM ADOLESCENTES OBESOS

2. Objetivo: verificar as alterações causadas pelo seu sobrepeso/ obesidade na sua saúde, avaliando sua qualidade de sono, pressão arterial e capacidade física além de realizar exames de sangue. O adolescente receberá orientações quanto à dieta e atividade física a serem seguidas.

3. Justificativa: a obesidade pode causar alterações na sua qualidade de vida presente e futura podendo causar doenças como hipertensão arterial, diabetes e infarto. Pode também prejudicar a qualidade do sono, afetando seu desempenho escolar. O controle alimentar com perda de peso e exercício física são os principais tratamentos da obesidade, podendo melhorar a sua qualidade de vida.

4. Procedimentos da Fase Experimental: as avaliações serão realizadas no início e após 4 meses de período de dieta e treinamento físico. São elas:

- *Coleta de sangue:* será colocada uma agulha própria para coleta de sangue de uma veia do braço por um enfermeiro habilitado, para realizar o hemograma, medir os triglicérides, o colesterol total e frações, além da glicemia, insulina e demais marcadores relativos a obesidade. Esse sangue ficará em guardado em freezer para futuras análises.

- *Polissonografia:* o adolescente passará uma noite no ambulatório de sono da Universidade Nove de Julho (campus Vergueiro), para realizar a polissonografia. Esse exame serve para avaliar o seu padrão de sono e ver se adolescente apresenta algum distúrbio do sono, como a “apneia obstrutiva do sono”. Nesse exame serão colocados eletrodos (adesivos) no seu peito e cabeça. Esse aparelho permite que sejam observados

aspectos respiratórios, detecção de movimentos do corpo durante a noite, além da atividade cerebral.

- *Metabolismo de repouso:* o adolescente permanecerá deitado e deverá respirar numa máscara por 20 a 30 minutos. Esse exame é utilizado para saber como seu corpo gasta energia, mesmo sem realizar atividade física.

- *Eletrocardiografia:* serão colocados eletrodos no peito para controlar os batimentos do coração.

- *Teste de exercício cardiopulmonar:* O adolescente respirará através de um bucal conectado a um aparelho (não respirará pelo nariz) e realizará uma sessão de exercício na bicicleta/esteira cuja carga iniciará baixa e irá aumentando até o máximo que o adolescente aguentar, de 8-12 minutos. Essa avaliação serve para medir a sua capacidade física e ver como seu organismo (principalmente o seu coração e pulmão) responde ao esforço. Esse exame será realizado por pessoas especializadas e sob a supervisão de um médico.

- *Monitoramento da frequência cardíaca por frequencímetro:* será colocado um cinto transmissor na altura do tórax, que transmitirá os batimentos cardíacos para um detector que estará no pulso. Esses sinais serão registrados.

- *Avaliação da pressão arterial:* será colocado um medidor de pressão no dedo médio da mão para se medir continuamente a pressão arterial.

- *Teste de função endotelial:* Será colocado um aparelho (semelhante ao que mede a pressão arterial) no seu braço esquerdo, que será inflado duas vezes por 5 minutos cada vez. Um outro aparelho menor será colocado nos dedos indicadores, para a medida da reação dos seus vasos sanguíneos.

- *Espirometria:* o adolescente será orientado a respirar em um bocal o máximo que puder, para que possa avaliar a função pulmonar.

- *Teste de caminhada de seis minutos:* realizará uma caminhada controlada por tempo (6 minutos) em um corredor plano de 30 metros, este teste tem a finalidade de avaliar a capacidade de exercício em uma atividade de rotina que é caminhar.

- *Dieta hipocalórica:* O adolescente será orientado por nutricionista a realizar dieta hipocalórica individualizada e passará em consultas quinzenais para controle de peso. A dieta terá duração de 4 meses.

- *Treinamento físico:* terá duração de 4 meses e será realizado três vezes por semana. O exercício será feito em bicicleta ou esteira ou caminhada por até 40 minutos e

mais 10 minutos de exercícios para fortalecimento de alguns músculos. O treinamento será realizado em casa ou no centro de treinamento físico na Universidade Nove de Julho (campus Vergueiro).

5. Desconforto ou Riscos Esperados: No geral, risco mínimo.

- *Polissonografia:* risco mínimo. O adolescente poderá dormir mal devido aos fios e por estar fora de casa.
- *Metabolismo de repouso:* risco mínimo. O adolescente poderá sentir desconforto por respirar numa máscara.
- *Teste de exercício cardio-pulmonar:* risco moderado. Por ser um teste máximo, o adolescente estará sujeito aos riscos que ocorrem quando é submetido a um esforço (sua pressão pode aumentar e podem ocorrer arritmias), porém, quando qualquer alteração que envolva um risco maior, o teste será interrompido.
- *Eletrocardiografia e controle de batimentos cardíacos por frequencímetro:* risco mínimo. Adesivos poderão irritar a pele.
- *Monitoramento da pressão arterial:* risco mínimo. Desconforto no aperto do dedo causado pelo manguito.
- *Coleta de sangue:* risco mínimo. O adolescente poderá apresentar um hematoma no antebraço no local onde foi coletado o sangue.
- *Teste de função endotelial:* risco mínimo. Desconforto no aperto do braço causado pelo manguito
- *Dieta hipocalórica:* risco mínimo. Desconforto de reduzir porções e restringir opções.
- *Treinamento físico:* risco mínimo. Durante o exercício, mesmo em uma intensidade baixa, pode haver o risco de tonturas e palpitações, porém todas as sessões de treinamento físico serão conduzidas por profissionais especializados para o atendimento a qualquer emergência que ocorra.

• **6. Métodos Alternativos Existentes:** Não há.

7. Retirada do Consentimento: O adolescente terá total liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência.

- **8. Garantia do Sigilo:** O adolescente terá total direito à confidencialidade, sigilo e privacidade, bem como acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, inclusive para dirimir eventuais dúvidas.

9. Garantia de ressarcimento compensação material, exclusivamente de despesas do participante e seus acompanhantes, quando necessário, tais como transporte e alimentação. Res. Nº 466/12 – Item II.21

- **10. Local da Pesquisa:** A pesquisa será desenvolvida na **Universidade Nove de Julho (UNINOVE) – campus Vergueiro.**

11. Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é um colegiado interdisciplinar e independente, com “munus público”, que deve existir nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos participantes de pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões ético (Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa envolvendo Seres Humanos – Res. CNS nº 466/12). O Comitê de Ética é responsável pela avaliação e acompanhamento dos protocolos de pesquisa no que corresponde aos aspectos éticos.

Endereço do Comitê de Ética da Uninove: Rua. Vergueiro nº 235/249 – 3º subsolo - Liberdade – São Paulo – SP CEP. 01504-001 Fone: 3385-9197
comitedeetica@uninove.br

12. Nome Completo e telefones dos Pesquisadores (Orientador e Alunos) para Contato:

PESQUISADORAS: Dra. Ivani Credidio Trombetta/ Dra. Maria Fernanda Hussid

- Profª Dra. Ivani Credidio Trombetta

CARGO/FUNÇÃO: Profª/ Docente do programa de Pós Graduação em Medicina da Universidade Nove de Julho (UNINOVE); e Profª Educação Física da Unidade de Reabilitação Cardiovascular e Fisiologia do Exercício InCor - HC FMUSP

Contato: tel: (11) 3385-9241/3385-9156

- Aluna: Maria Fernanda Hussid

CARGO/FUNÇÃO: Médica pediatra e de adolescentes, Docente de Semiologia
Pediátrica do curso de Medicina da Universidade Nove de Julho

Contato: tel: (11) 3385-9241/3385-9156

13. Eventuais intercorrências que vierem a surgir no decorrer da pesquisa poderão ser discutidas pelos meios próprios.

15. Consentimento Pós-Informação:

Eu, _____, após leitura e compreensão deste termo de informação e consentimento, entendo que participação do adolescente do qual sou responsável é voluntária, e que o adolescente poderá sair a qualquer momento do estudo, sem prejuízo algum. Confirmando que recebi uma via deste termo de consentimento, e autorizo a realização do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos somente neste estudo no meio científico.

São Paulo, de de 20_____.

Assinatura do Representante Legal

Responsável

Assinatura do Pesquisador

ANEXO 6

Termo de Assentimento (TA)

Nome do Voluntário: _____

Endereço: _____

Telefone para contato: _____ Cidade: _____ CEP: _____

E-mail: _____

Título do Trabalho Experimental: Inflamação, Desbalanço Autonômico e Disfunção Endotelial em Adolescentes Obesos: Efeito da Dieta Hipocalórica e Treinamento Físico.

O objetivo do trabalho é verificar as alterações causadas pelo seu sobrepeso/ obesidade na sua saúde, avaliando sua qualidade de sono, pressão arterial e capacidade física além de realizar exames de sangue. A obesidade pode causar alterações na sua qualidade de vida presente e futura podendo causar doenças como hipertensão arterial, diabetes e infarto. Pode também prejudicar a qualidade do sono, afetando seu desempenho escolar. Você receberá orientações quanto à dieta e atividade física a serem seguidas. O controle alimentar com perda de peso e exercício físico são os principais tratamentos da obesidade, podendo melhorar a sua qualidade de vida. As avaliações serão realizadas no início e após 4 meses de período de dieta e treinamento físico

Serão realizados:

- *Exames de sangue:* será colocada uma agulha própria para coleta de sangue de uma veia do braço por um enfermeiro habilitado, para realizar vários exames. Você poderá apresentar um hematoma no antebraço no local onde foi coletado o sangue.
- *Polissonografia:* você passará uma noite no ambulatório de sono da Universidade Nove de Julho (campus Vergueiro), para realizar a polissonografia. Esse exame serve para avaliar o seu padrão de sono e ver se você apresenta algum distúrbio do sono, como a “apneia obstrutiva do sono”. Nesse exame serão colocados eletrodos (adesivos) no seu peito e cabeça. Você poderá dormir mal devido aos fios e por estar fora de casa.
- *Metabolismo de repouso:* Você permanecerá deitado e deverá respirar numa máscara por 20 a 30 minutos. Esse exame é utilizado para saber como seu corpo gasta

energia, mesmo sem realizar atividade física. Você poderá sentir desconforto por respirar numa máscara.

- *Eletrocardiografia:* serão colocados eletrodos no peito para controlar os batimentos do coração. . Adesivos poderão irritar a pele.

- *Teste de exercício cardiopulmonar:* Você respirará através de um bucal conectado a um aparelho (não respirará pelo nariz) e realizará uma sessão de exercício na bicicleta/esteira cuja carga iniciará baixa e irá aumentando até o máximo que o adolescente aguentar, de 8-12 minutos. Essa avaliação serve para medir a sua capacidade física e ver como seu organismo (principalmente o seu coração e pulmão) responde ao esforço. Por ser um teste máximo, você estará sujeito aos riscos que ocorrem quando é submetido a um esforço (sua pressão pode aumentar e podem ocorrer palpitações). Esse exame será realizado por pessoas especializadas e sob a supervisão de um médico. Se houver qualquer alteração que envolva um risco maior, o teste será interrompido.

- *Monitoramento da frequência cardíaca por frequencímetro:* será colocado um cinto transmissor na altura do tórax, que transmitirá os batimentos cardíacos para um detector que estará no pulso. Esses sinais serão registrados.

- *Avaliação da pressão arterial:* será colocado um medidor de pressão no dedo médio da mão para se medir continuamente a pressão arterial. Você poderá ter um desconforto no aperto do dedo causado pelo aparelho.

- *Teste de função endotelial:* Será colocado um aparelho (semelhante ao que mede a pressão arterial) no seu braço esquerdo, que será inflado duas vezes por 5 minutos cada vez. Outro aparelho menor será colocado nos dedos indicadores, para a medida da reação dos seus vasos sanguíneos. Você poderá ter desconforto no aperto do braço causado pelo aparelho.

- *Dieta hipocalórica:* Você será orientado por uma nutricionista a realizar dieta hipocalórica individualizada e passará em consultas quinzenais para controle de peso. A dieta terá duração de 4 meses. Talvez você fique desconfortado em ter que reduzir porções e restringir opções.

- *Treinamento físico:* terá duração de 4 meses e será realizado três vezes por semana. O exercício será feito em bicicleta ou esteira ou caminhada por até 40 minutos e mais 10 minutos de exercícios para fortalecimento de alguns músculos. O treinamento será realizado em casa ou no centro de treinamento físico na Universidade Nove de Julho (campus Vergueiro). Durante o exercício, mesmo em uma intensidade baixa, pode haver

o risco de tonturas e palpitações, porém todas as sessões de treinamento físico serão conduzidas por profissionais especializados para o atendimento a qualquer emergência que ocorra.

Local da Pesquisa: A pesquisa será desenvolvida na Universidade Nove de Julho (UNINOVE) – campus Vergueiro.

Nome Completo e telefones dos Pesquisadores (Orientador e Alunos) para

Contato:

PESQUISADORAS: Dra. Ivani Credidio Trombetta/ Dra. Maria Fernanda Hussid

- Prof^a Dra. Ivani Credidio Trombetta

CARGO/FUNÇÃO: Prof^a/ Docente do programa de Pós Graduação em Medicina da Universidade Nove de Julho (UNINOVE); e Prof^a Educação Física da Unidade de Reabilitação Cardiovascular e Fisiologia do Exercício InCor - HC FMUSP

Contato: tel: (11) 3385-9241/3385-9156

- Aluna: Maria Fernanda Hussid

CARGO/FUNÇÃO: Médica pediatra e de adolescentes, Docente de Semiologia Pediátrica do curso de Medicina da Universidade Nove de Julho

Contato: tel: (11) 3385-9241/3385-9156