

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
DO MOVIMENTO HUMANO

**EFEITOS AGUDOS DO EXERCÍCIO DE MÉDIA E ALTA INTENSIDADE
SOBRE A CURVA LIPÊMICA EM ADOLESCENTES SAUDÁVEIS**

Júlia da Silveira Gross

Orientador: Dr. Álvaro R. de Oliveira.

Porto Alegre, 2014.

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Efeitos agudos do exercício de média e alta intensidade sobre a curva lipêmica em adolescentes saudáveis

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção de grau de mestre.

Aluna:

Júlia da Silveira Gross

Orientador:

Dr. Alvaro Reischak de Oliveira

BANCA EXAMINADORA

Dr. Alexandre Simões

Dra. Lúcia Pellanda

Dr. Daniel Umpierre

Porto Alegre, 2014.

“A dúvida é o princípio da sabedoria”

Aristóteles

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não seria possível se não fosse a participação, o comprometimento, a dedicação e a ajuda de várias pessoas.

Quero agradecer, primeiramente, ao meu orientador, **Prof. Álvaro Reischak de Oliveira**, pela oportunidade, pelos ensinamentos, orientação em todo o meu trabalho e pela importância na minha formação tanto profissional quanto pessoal desde a época da graduação.

Um especial agradecimento aos meus colegas e grandes amigos do GEFEX, **André Lopes, Bruno Teixeira, Gabriel Fonseca, Rodrigo Macedo, Renata Krüger e Tatiana Milanesi** pela parceria, profissionalismo, competência e amizade para a elaboração deste trabalho.

Aos colegas, professores e funcionários do LAPEX e PPGCMH: **Dani, Luciano, Alex, Luis, Marcio, Rosane, Aninha e André** pela disposição e competência.

Às **minhas amigas e amigos** que torcem por mim e entenderam minha ausência para a construção deste trabalho.

Ao **Jorge Auzani** que mora no meu coração e independente de tudo esteve do meu lado em todas as horas e nunca deixou de me ajudar.

Aos **voluntários** deste estudo que foram essenciais para o desenvolvimento do trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram, mas que não foram citados.

Aos **membros da banca** pelo aceite e disponibilidade.

Por fim, gostaria de agradecer imensamente às minhas irmãs **Luana e Letícia** e aos meus maiores ídolos meu pai, **Ledir Becher Gross** e minha mãe, **Sandra Silveira**, sem eles nada disso seria possível.

Os meus sinceros muito obrigada!

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	SEDENTARISMO: CRIANÇA E ADOLESCENTE	15
2.2	LIPÍDEOS, LIPOPROTEÍNAS E LIPEMIA PÓS-PRANDIAL	17
2.3	EFEITOS DELETÉRIOS DA LPP EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES	22
2.4	EFEITOS DA INTENSIDADE DO EXERCÍCIO NA LIPEMIA PÓS-PRANDIAL	24
3	OBJETIVOS	30
3.1	PROBLEMA DE PESQUISA	30
3.2	OBJETIVOS GERAIS	30
3.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30
3.4	HIPÓTESE	30
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	31
4.1	DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS	31
4.1.1	Variáveis dependentes	31
4.1.2	Variáveis independentes	31
4.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	31
4.3	POPULAÇÃO DO ESTUDO	31
4.4	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	32
4.5	TAMANHO AMOSTRAL	32
4.6	LOGÍSTICA E PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO	32
4.7	FICHA DE DADOS INDIVIDUAL	35
4.8	COMPOSIÇÃO CORPORAL	35
4.9	AVALIAÇÃO DA MATURAÇÃO SEXUAL	35
4.10	TAXA METABÓLICA BASAL	36
4.11	PICO DE CONSUMO DE OXIGÊNIO (VO_{2PICO})	36
4.12	CONTROLE DIETÉTICO	37
4.13	REFEIÇÃO HIPERLIPÍDICA	37
4.14	AMOSTRAS SANGUÍNEAS	38
4.15	PROCEDIMENTOS DE ANÁLISES SANGUÍENA	38
4.16	ÁREA SOB A CURVA (AUC)	38
4.17	TRATAMENTO ESTATÍSTICO	39
4.18	CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	39
5	RESULTADOS	40
5.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS PARTICIPANTES	40
5.2	RESPOSTAS AO EXERCÍCIO	41

5.3	REFEIÇÃO HIPERLIPÍDICA.....	41
5.4	TRIGLICERÍDEOS	42
5.5	COLESTEROL TOTAL	44
5.6	LDL E HDL.....	45
5.7	GLICOSE.....	47
6	DISCUSSÃO	48
7	CONCLUSÃO	52
	REFERÊNCIAS.....	54
	ANEXO 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	61
	ANEXO 2 – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	64
	ANEXO 3 - AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE FÍSICA.....	67
	ANEXO 4 - RECORDATÓRIO ALIMENTAR DE 24H.....	71
	ANEXO 5 e 6- DESENVOLVIMENTO PUBERAL MASCULINO.....	72
	ANEXO 7 - GRÁFICO DE IMC.....	74

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

AGL - Ácido graxo livre
AI – Condição de exercício de alta intensidade
AUC – Área sob a curva (*Area Under Curve*)
Carb – Carboidrato
CT – Colesterol total
DM - Diabetes mellitus
DCV - Doença cardiovascular
ESEF - Escola de Educação Física
Exer – Condição exercício
HDL-c- Lipoproteína de alta densidade
IMC - Índice de massa corporal
Glic - Glicose
LAPEX - Laboratório de Pesquisa do Exercício
LDL-c - Lipoproteína baixa densidade
LH – Lipase hepática
Lip- Lipídeos
LLP- Enzima Lipase lipoproteína
LPP - Lipemia pós-prandial
LV1 - Limiar ventilatório 1
LV2 - Limiar ventilatório 2
MI – Condição de exercício de média intensidade
MIP - Marcadores de inflamação pós-prandiais
Min- Minutos
OMS - Organização Mundial da Saúde
Prot – proteína
QM - Quilomícrons
REP – Condição repouso
RER – Taxa de Troca Respiratória
TCLE - Termo de consentimento livre e esclarecido
TG - Triglicerídeo(s)
TGP – Triglicerídeo pós prandial
TMB – Taxa metabólica basal

VLDL-c - Lipoproteína de muito baixa densidade.

VCO₂ - Volume de dióxido de carbono

VE - Ventilação

VO_{2max} - Consumo máximo de oxigênio

VO_{2pico} - Pico de consumo de oxigênio

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Visão geral simplificada do metabolismo de TG.....	19
Figura 2	Exemplo de uma curva pós prandial.....	21
Figura 3	Gráfico representativo do cálculo da área sob a curva (AUC).....	22
Tabela 1	Valores de referência lipídica (2 a 19 anos).....	24
Tabela 2	Resumo com os principais estudos em crianças/adolescentes.....	28
Figura 4	Organização das ações da 1ª sessão.....	33
Figura 5	Organização das ações das 2ª, 3ª e 4ª sessões.....	33
Tabela 3	Características gerais dos participantes.....	40
Tabela 4	Respostas ao exercício.....	41
Figura 6A	Concentrações plasmáticas de TG.....	43
Figura 6B	Área sob a curva total (AUC) de TG.....	43
Figura 7	Concentrações plasmáticas de colesterol total.....	44
Figura 8A	Concentrações plasmáticas de HDL.....	45
Figura 8B	Concentrações plasmáticas de LDL.....	46
Figura 9	Concentrações plasmáticas de glicose.....	47

RESUMO

A lipemia pós-prandial (LPP) se caracteriza pelo aumento das concentrações de lipídeos sanguíneos, provocado por meio de refeição ou jejum e está diretamente relacionada com o sedentarismo e a formação da placa aterosclerótica. A adolescência é um período crítico no controle do peso e a inatividade física está associada com desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DCV) prematuras. O exercício atua como um importante agente protetor contra o desenvolvimento e progressão de diversas doenças crônicas. Apesar dos efeitos do exercício sobre a LPP serem relativamente bem descritos, os seus efeitos sobre crianças e adolescentes têm sido negligenciados. Além disso, um dos aspectos intervenientes sobre a LPP é a intensidade de exercício. Dessa forma, o objetivo do estudo foi verificar os efeitos do exercício de intensidade média e alta na lipemia e glicemia pós-prandiais em adolescentes eutróficos saudáveis após refeição hiperlipídica. Treze adolescentes do sexo masculino, com idade entre 12 e 16 anos, foram selecionados e realizaram três protocolos: exercício de média intensidade (MI), exercício de alta intensidade (AI) e repouso (REP). No MI, os participantes pedalarão durante 45 minutos a 10% abaixo do 2º limiar ventilatório, seguidos de 180 minutos de repouso. No AI, os participantes pedalarão a 10% acima do 2º limiar ventilatório até alcançarem o mesmo gasto energético do MI. No REP, os participantes permaneceram em repouso durante todo o período. Foi fornecida uma refeição rica em gordura após cada protocolo. Amostras de sangue foram coletadas nos tempos 0 (jejum), 45min (logo após exercício), 105min (1h após a refeição), 135min, 165min, 195min e 225min em cada protocolo. Os níveis de triglicerídeos (TG), colesterol total (CT), HDL, LDL e glicose foram mensurados. Não houve diferenças entre as condições em relação aos níveis de CT, HDL, LDL e glicose. Foi encontrada uma redução significativa ($p < 0,05$) nos níveis de TG (mg/dl) na condição MI quando comparado ao REP e AI no minuto 105 ($70,1 \pm 10,3$ vs. $92,2 \pm 32,4$ e $82,2 \pm 10,4$) e 135 ($68,4 \pm 14,4$ vs. $97,3 \pm 15,6$ e $91,54 \pm 24,9$), respectivamente, e no minuto 165 entre REP e MI ($103,14 \pm 24,2$ vs. $82,4 \pm 18,8$). A área sob a curva de TG (mg/dl/min) no MI foi 17,19% significativamente inferior quando comparado ao REP (16.437 vs 19.848) e 12,82% inferior quando comparado ao AI (16.437 vs 18.856). Em conclusão, o exercício de MI mostrou-se eficaz na redução dos triglicerídeos pós-prandiais em adolescentes saudáveis, quando comparado ao repouso e ao exercício de AI.

PALAVRAS-CHAVE: Exercício agudo; Intensidade; Lipemia pós prandial; Adolescentes.

ABSTRACT

Postprandial lipemia (PPL) is characterized by increased concentrations of blood lipids, caused by meal or fasting and is directly related to a sedentary lifestyle and the formation of atherosclerotic plaque. Adolescence is a critical period in weight and physical inactivity is associated with premature cardiovascular disease (CVD) development. Exercise acts as an important protective mediator against the development and progression of several chronic diseases. Despite the effects of exercise on LPP are relatively well described, its effects on children and adolescents have been neglected. Moreover, one of the factors on aspects LPP is the intensity of exercise. Thus, the aim of this study was to investigate the effects of exercise of medium and high intensity on postprandial lipemia and glycemia in healthy normal adolescents after a high fat meal. Thirteen male adolescents, aged between 12 and 16 years, were selected and performed three protocols: exercise of moderate intensity (MI), high-intensity exercise (HI) and rest (RES). In MI, participants cycled for 45 minutes at 10% below 2nd ventilatory threshold, followed by 180 minutes of rest. In HI, participants cycled at 10% above the 2nd ventilatory threshold in order to achieve the same energy expenditure MI. RES, the participants remain at rest during the entire period. A high fat meal was provided after each protocol. Blood samples were collected at 0 (fasting), 45min (after exercise), 105min (1h after the meal), 135min, 165min, 195min and 225min in each protocol. Triglycerides (TG), total cholesterol (TC), HDL, LDL and glucose were measured. There were no differences between conditions in relation to the levels of TC, HDL, LDL and glucose. A significant reduction ($p < 0.05$) was found in the levels of TG (mg / dL) in the condition MI when compared to the REP and HI at 105 minutes (70.1 ± 10.3 vs. $92.2 + 32.4$ and $82.2 + 10.4$) and 135 (14.4 vs. $68.4 + 97.3 + 15.6 + 24.9$ and 91.54), respectively, and at 165 minutes between REP and MI (24.2 vs $103.14 + 82.4 + 18.8$). The area under the curve of TG (mg / dl / min) in MI was 17.19% significantly lower when compared to REP (16,437 vs 19,848) and 12.82% lower when compared to HI (16,437 vs 18,856). In conclusion, the MI exercise was effective in reducing the postprandial triglyceride levels in healthy adolescents, when compared at rest and during HI exercise.

KEYWORDS: Acute exercise; intensity; Postprandial lipemia; Adolescents.

1 INTRODUÇÃO

A ideia para compor esta dissertação de mestrado surgiu a partir de alguns questionamentos existentes sobre o metabolismo humano durante a adolescência, principalmente no que se refere à influência de diferentes intensidades de exercício físico sobre o sistema cardiovascular dessa população. Embora se saiba que a atividade física tem um papel crucial no metabolismo de lipídeos em adultos, existem poucas evidências em crianças e adolescentes [1, 2]. As respostas fisiológicas ao exercício de crianças e adolescentes durante o crescimento podem diferir dos adultos. Dentre estas respostas destacam-se o rápido aumento de massa adiposa e/ou muscular e os efeitos hormonais na puberdade [3].

O advento da tecnologia, a industrialização dos alimentos (alto teor de açúcares e gorduras) e a mudança no estilo de vida da sociedade do século XXI causaram uma mudança nos hábitos alimentares, tornando-os inadequados, juntamente com o aumento do comportamento sedentário nos jovens [4]. Além disso, a adolescência é um período crítico no controle do peso e a alteração desses fatores tem como consequência o aparecimento antecipado de complicações cardiovasculares que induzem alterações no perfil lipídico, glicêmico e antropométrico em adolescentes [5, 6].

Apesar da importância da prática de atividade física na adolescência ser constantemente relatada na literatura [7-9], vários estudos demonstram uma alta prevalência de adolescentes inativos no Brasil [5, 8, 10] e no exterior [11-13]. Todavia, a recomendação das organizações mundiais para adolescentes em relação ao tempo gasto em atividades físicas, com intensidade moderada a vigorosa, citada por organizações mundiais é de 60 minutos diários [13, 14].

De fato, a relação entre sedentarismo, DCV e o efeito protetor do exercício físico contra o seu desenvolvimento já está bem investigada na literatura [15-17]. O seu efeito no metabolismo lipêmico vem sendo apresentado ao longo dos anos em diversos estudos com adultos [18-21], porém seus efeitos em adolescentes ainda são escassos e controversos [22]. A lipemia representa a concentração de lipídeos no sangue e está diretamente relacionada com a formação da placa aterosclerótica e desenvolvimento de DCV [23, 24]. Tradicionalmente, o risco de DCV é determinado pela mensuração de lipídeos e lipoproteínas plasmáticas obtidas após uma noite de jejum por meio de exame sanguíneo único. Outra forma de avaliação da lipemia é por meio da resposta pós-prandial, ou seja, verificar a velocidade de aparecimento e remoção das lipoproteínas e triglicerídeos após

uma refeição rica em lipídeos. Esse tempo de permanência dos lipídeos na circulação tem sido considerado relevante para o desenvolvimento de DCV [25, 26].

A lipemia pós-prandial (LPP) tem sido utilizada nas investigações que tentam esclarecer os efeitos do tratamento não medicamentoso, nesse caso o exercício físico, pela redução da magnitude e o tempo da LPP. Embora estudos em adultos sejam bem documentados na literatura [18, 19, 27, 28], algumas lacunas na literatura ainda não foram solucionadas, principalmente, em estudos com crianças e adolescentes e em relação ao tempo e a intensidade do exercício. Alguns estudos evidenciam o efeito benéfico do exercício nessa população [2, 15, 29, 30], entretanto sabe-se que a intensidade empregada pode exercer um papel determinante no desfecho induzido pelo exercício, ou seja, se faz necessário encontrar programas de exercícios que envolvam atividades que possam ser facilmente sustentados por jovens e ao mesmo tempo benéficos para saúde cardiovascular [19, 21, 22].

Em alguns dos trabalhos do nosso grupo já foi mostrado que tanto o exercício aeróbico, quanto o de força e aeróbico, parece melhorar o perfil lipídico e marcadores de estresse oxidativos em sujeitos de meia-idade, diminuindo assim o risco de desenvolvimento e/ou agravamento de DCV [20]. Todavia, em nosso laboratório foi demonstrado que 45 min de exercício a 50% do VO_{2max} não foi capaz de diminuir a lipemia pós-prandial em homens obesos e eutróficos [31]. Além disso, em mulheres pós-menopáusicas submetidas a exercício de força, com diferentes volumes, o treinamento não reduziu a trigliceridemia pós-prandial [32]. Entretanto, este é o primeiro trabalho do grupo, em que adolescentes foram avaliados.

Como ressaltado anteriormente, inúmeros estudos têm sido publicados investigando os efeitos do exercício na lipemia pós-prandial em adultos [33, 34], entretanto isso só foi estendido para a população jovem em 2007 [15]. Desse modo, dada a evidência que a LPP é um risco de fator independente para DCV, o presente projeto investigou os efeitos agudos do exercício de média e alta intensidades na lipemia e glicemia pós-prandiais em adolescentes eutróficos saudáveis. Este estudo se torna relevante dada a necessidade de estabelecer medidas preventivas para crianças/adolescentes que possam ser adotadas para prevenir fatores de riscos cardiometabólicos.

Esta dissertação está estruturada da seguinte forma:

- a) Introdução, contendo os aspectos mais relevantes e a justificativa para a pesquisa;
- b) Revisão de literatura, com foco nas principais publicações mundiais, contemplando os problemas de pesquisa e abordando os diferentes focos deste trabalho. Seguido pelos respectivos objetivos e hipóteses;
- c) Resultados;
- d) Discussão;
- e) Considerações finais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SEDENTARISMO: CRIANÇA E ADOLESCENTE

O sedentarismo é definido como a falta ou a grande diminuição de atividade física, em que este comportamento é caracterizado pela inexistência ou diminuição da atividade física no lazer, no trabalho, no deslocamento para o trabalho e/ou escola, e nas atividades domésticas; também é determinado pelo aumento das atividades que não geram gasto energético acima do repouso [8]. E, além disso, a Organização Mundial da Saúde (OMS) aponta o sedentarismo como o quarto principal fator de risco de morte em todo o mundo e considerado um problema de saúde pública, pois a ausência de exercícios físicos regulares se tornou um perigoso hábito de vida, sustentado tanto por adultos, como por crianças e adolescentes [13]. Neste contexto, é importante ressaltar que a OMS define a infância o período compreendido entre 2 aos 9 anos e adolescência como o intervalo compreendido entre 10 e os 19 anos.

Segundo Academia Americana de Pediatria [35], o comportamento sedentário em adolescentes tem como característica a ocupação de duas horas diárias pelo uso de meios de comunicação e entretenimentos eletrônicos. Dados indicam uma prevalência mundial de sedentarismo na adolescência de 40% [36]. Para abranger o problema, pesquisa realizada no nosso país [8] demonstrou que apenas metade dos adolescentes (49,2%) declarou participar de duas ou mais aulas de educação física na semana anterior à pesquisa e, 79,2% relataram assistir a duas horas ou mais diárias de televisão. Em outro estudo similar [37], os autores observaram que apenas 22% dos meninos e 9% das meninas atingiram a recomendação mínima de >300min/sem para atividade física [13].

A OMS [38] estima que 6% das mortes precoces no mundo são atribuídas ao sedentarismo, dentre elas: hipertensão (15%), tabagismo (9%) e diabetes (6%). Além disso, o sedentarismo é a principal causa de até 25% dos casos de câncer de mama e cólon, 27% de diabetes e 30% dos problemas no coração, sendo que 22% das doenças cardíacas, 10% a 16% dos casos de diabetes tipo II e de cânceres de mama, cólon e reto poderiam ser evitados com a prática de atividade física dentro das recomendações específicas para as faixas etárias [13]. Adotando o ponto de corte de 200 mg/dL para os níveis de colesterol total (CT), a prevalência de dislipidemia em crianças e adolescentes varia consideravelmente no mundo todo, ficando entre 2,9% e 33% [38]. Já no Brasil, tendo

como critério o CT superior a 170 mg/dL esse percentual sobe para 28% e 40% das crianças e adolescentes [39].

A falta de atividade física tem influenciado no estilo de vida e na saúde das crianças, jovens e adultos, de tal forma que doenças previamente encontradas apenas na fase adulta, como desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DCV), diabetes mellitus do tipo 2, problemas esqueléticos musculares e respiratórios, agora aparecem na infância [12]. De fato, as manifestações clínicas de DCV começam na infância, pois estudos indicam que o processo da aterosclerose inicia o seu desenvolvimento na fase de crescimento e o indivíduo adquire aproximadamente 25 % de estatura final e 50% de massa corporal [40]. Os fatores determinantes para o aparecimento destas doenças incluem uma complexa rede de fatores que envolvem uma relação biológica, comportamental e ambiental [41]. Devido a isso, a promoção da atividade física nestas populações tornou-se uma prioridade de saúde pública [13].

Diante desses fatos, o “*Bogalusa Heart Study*” [12] acompanhou 1163 indivíduos por um período de 27 anos e relatou que 66,2% dos indivíduos que apresentavam alto índice de LDL-C e baixo HDL-C quando crianças permaneceram com os mesmos níveis na fase adulta e alerta que a detecção precoce é essencial para a prevenção e / ou tratamento eficaz das DCV. Outro motivo de preocupação é a hiperinsulinemia, com base no risco de DCV, está fortemente associada com o tecido adiposo intra-abdominal de tecido. Como demonstrado em um estudo longitudinal [42], a hiperinsulinemia pode ser a principal anormalidade em crianças obesas e adolescentes, o que contribui para dislipidemia. Além disso, a diabetes mellitus do tipo 2 (DM2), aumentou a sua prevalência em crianças e adolescentes, em que deve-se ressaltar que DM2 contribuiu com mais de 30% dos novos casos de obesidade, mostrando uma possível relação entre o aumento da prevalência de obesidade infantil e o desenvolvimento de diabetes [41].

A inatividade física e/ou prática insuficiente de exercício físico e o alto consumo de alimentos industrializados se destacam dentre os principais fatores causadores da dislipidemia entre os jovens [11]. Sobretudo, a incidência de dislipidemia em adultos fisicamente ativos é menor quando comparados aos seus pares sedentários [43]. Com base nisto, a IV Diretriz Brasileira de Prevenção a Aterosclerose [44] recomenda que a mudança de estilo de vida deva ser a primeira meta terapêutica de combate à dislipidemia e nos seus efeitos deletérios à saúde cardiovascular.

Dentre esses fatores é necessário explorar qual a melhor modalidade de exercício, duração e intensidade que devem ser empregadas durante a atividade física visando um efeito realmente benéfico na saúde cardiovascular do praticante. Visto estes fatores, faz-se

necessário uma intervenção precoce e a criação de estratégias que revertam esse quadro, pois as medidas preventivas e não medicamentosas são a forma mais eficaz de diminuir a elevada prevalência global destas enfermidades, principalmente nos jovens. Ou seja, a profilaxia e tratamento destas desordens deve se basear na mudança de estilo de vida, principalmente na prática de atividade física.

2.2 LIPÍDEOS, LIPOPROTEÍNAS E LIPEMIA PÓS-PRANDIAL

Os lipídeos são constituídos de um núcleo hidrofóbico contendo triglicerídeos (TG) e colesterol e de uma camada externa hidrofílica contendo fosfolípidios, colesterol livre e apolipoproteínas. Os lipídeos biologicamente mais importantes são os triglicerídeos (TG), ácidos graxos livres (AGL) e colesterol [17]. O TG é a forma de armazenamento energético mais importante do organismo depositado no tecido adiposo e muscular e consiste em três ácidos graxos e uma molécula de glicerol, sendo transportados pelas lipoproteínas na circulação [45]. Os TG das lipoproteínas não podem ser captados pelo tecido, pois precisam sofrer hidrólise por ação da enzima lipase lipoproteína, liberando ácidos graxos livres (AGL) para assim ocorrer a captação destes pelos tecidos. A maior síntese de TG ocorre no fígado e os que não são hidrolisados para produção de energia (ciclo endógeno) são transportados pelas VLDL-c contendo TG e apolipoproteínas Apo B-100, Apo-E e Apo-C até as células adiposas, para serem armazenados até que haja necessidade de energia (ciclo exógeno) [16].

O colesterol é uma substância orgânica de vital importância, com principal função de construir e manter as membranas celulares, regulando a sua fluidez; produção dos ácidos biliares, síntese de esteróides e vitamina D. Apenas 30% do colesterol presente no organismo provêm da dieta, o restante ele mesmo sintetiza. Além disso, o transporte de colesterol dos tecidos periféricos para o fígado é denominado transporte reverso do colesterol com auxílio da HDL. E o transporte do colesterol pelo sangue é feito pelas lipoproteínas [46].

Existem três sistemas de transporte lipídico que atuam no plasma simultaneamente: os lipídeos (que são originados a partir da dieta), os que são sintetizados pelo fígado e os do sistema de transporte de reversão. Os dois primeiros sistemas de transporte de lipídios são do intestino e do fígado para os tecidos periféricos e o último, transporta o colesterol dos tecidos para o fígado [47].

A lipoproteína é denominada apolipoproteína (apo), que é um conjunto de proteínas e lipídeos, arranjados de forma a aperfeiçoar o transporte dos lipídeos pelo plasma, já que

os lipídeos não se misturam facilmente com o mesmo. A fração protéica é constituída por apoproteínas (Apo A, B, C, D e E) e a fração lipídica principalmente pelo colesterol, TG e fosfoglicerídeos [17]. As partículas de lipoproteínas variam de tamanho, quando maior o tamanho, menor a densidade. Os principais grupos de lipoproteínas do plasma são subdivididos de acordo com suas características físico-químicas (em ordem crescente de densidade): quilomícrons, VLDL, IDL, LDL e HDL [47].

Os quilomícrons transportam TG e colesterol exógeno (da dieta) do intestino para os tecidos; as VLDL (*“very low density lipoproteins”* ou lipoproteínas de muito baixa densidade) são sintetizadas basicamente no fígado para exportação de TG para os tecidos, especialmente o tecido adiposo. Ao passar pelos capilares, boa parte dos TG são retirados pela enzima lipase lipoproteína (LLP), de modo que a partícula fica menor, mais densa, e mais rica em colesterol; As LDL (*“low density lipoproteins”* ou lipoproteínas de baixa densidade) resultam da conversão das IDL por perda de uma das apoproteínas capazes de transportar o colesterol do fígado até as células de vários outros tecidos. As HDL (*“high density lipoproteins”* ou lipoproteínas de alta densidade) originam-se basicamente no fígado e intestino. No plasma, captam colesterol não esterificado e o incorporam em seu centro hidrofóbico, entregando-o aos hepatócitos para catabolismo. A concentração de HDL é inversamente relacionada à incidência de aterosclerose coronária, talvez refletindo sua eficiência em remover colesterol, ou seja, transportam o colesterol endógeno dos tecidos para o fígado [23, 46, 48].

Os excessos de LDL, VLDL e IDL podem se acumular nas paredes das artérias causando DCV. A hipercolesterolemia pode ocorrer por causas genéticas ou dietéticas, mas na maioria das vezes, se dá por uma alimentação desequilibrada, rica em gorduras saturadas e, como salientado no tópico anterior, pela falta de atividade física [49].

A enzima lipase lipoproteína (LLP) hidrolisa os TG em ácidos graxos livres, monoglicerídeos e diglicerídeos, que permitem o fornecimento de ácidos graxos livres para os tecidos periféricos, ou seja, níveis elevados de TG são produzidos pelo mau funcionamento da atividade dessa enzima após o consumo de uma refeição com elevado teor de gordura [50]. Os lipídeos então são absorvidos e incorporados em quilomícrons para a distribuição de TG no tecido adiposo (armazenamento) ou em células musculares. Em algumas circunstâncias o processo de remoção dos TG não é eficiente o que resulta em um excesso no período pós-prandial, levando a formação de lipoproteínas ricas em TG e potencialmente aterogênicas [51]. Durante o estado de jejum, quilomícrons (partículas que transportam gordura dietética na circulação sanguínea) são produzidos e segregados pelo intestino, a uma taxa basal, e a ingestão de uma refeição contendo gordura leva a um

aumento da secreção dos mesmos. Normalmente, quilomícrons são decompostos no interior da circulação pela LLP [47].

A lipase hepática, por sua vez, remove TG e fosfolípidios de quilomícrons e restos de proteínas de muito baixa densidade (VLDL). Após a ingestão de alimentos, o teor de TG presentes na comida é hidrolisado, absorvido e transformado em grandes partículas de quilomícrons que contêm apolipoproteínas. Como dito anteriormente, nos capilares dos tecidos adiposo e muscular, os quilomícrons interagem com lipase lipoproteína (LPL) e seu núcleo (que contém TG) é hidrolisado. Os produtos dos TG hidrolisados --- os ácidos graxos livres --- através da LLP, podem ser armazenados nos adipócitos ou usados pelas células musculares como uma fonte de energia [47, 49].

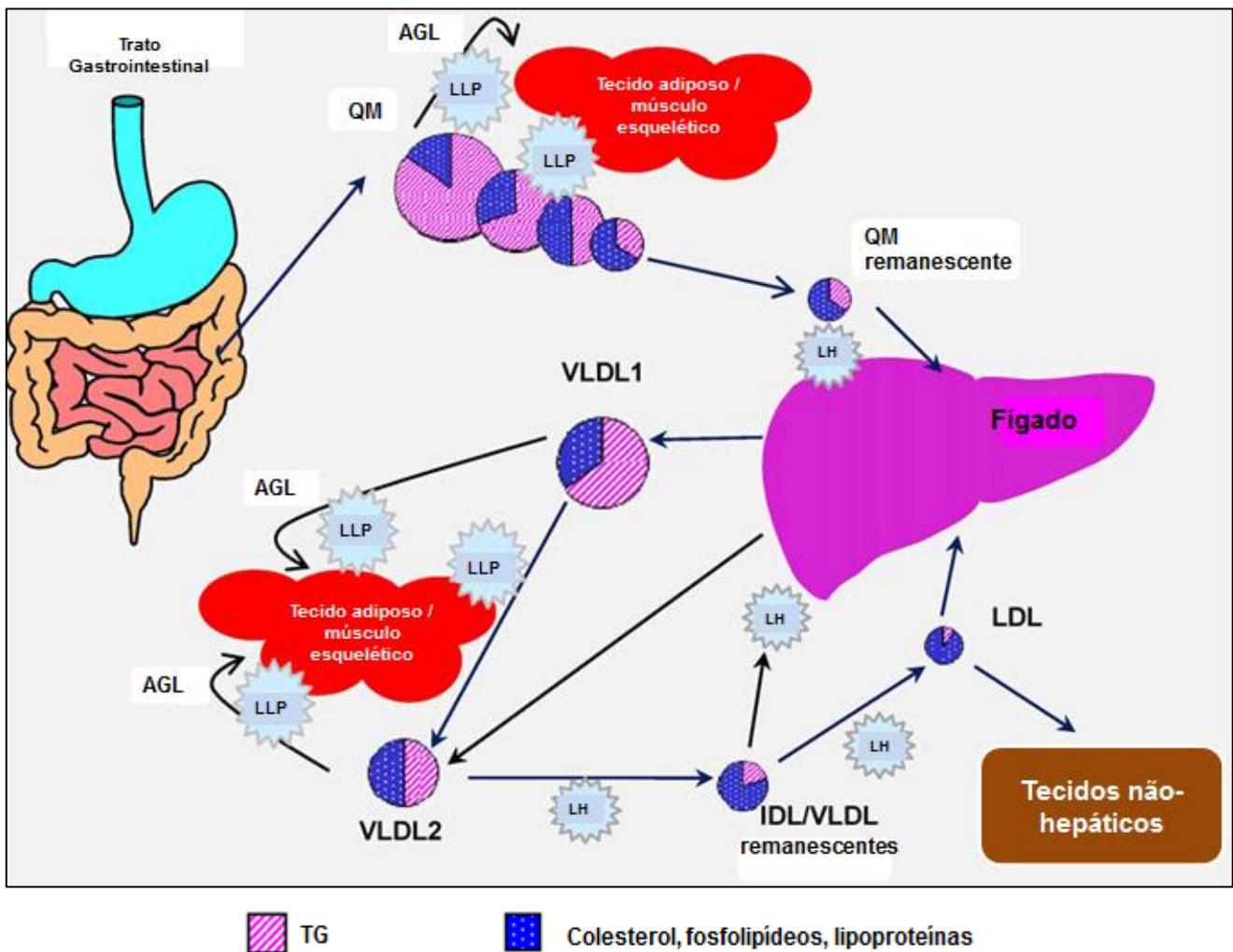


Figura 1 - Visão geral simplificada do metabolismo de TG. Após uma refeição contendo gordura, quilomícrons (QM) são sintetizados no intestino delgado e, após a sua entrada na circulação, o TG é hidrolisado pela lipoproteína lipase (LLP) com a produção de um éster de colesterol enriquecido de QM remanescente. As depurações dessas partículas remanescentes requerem interação com lipase hepática (LH) antes da captação hepática

mediada pelo receptor (via exógena). A VLDL proporciona uma via para o transporte de TG endógeno a partir do fígado para a periferia, e submete-se um percurso semelhante de metabolismo da circulação como partículas CM, AGL, IDL, LDL. Adaptado de Jackson et al., 2012 [24].

Visto isso, o termo lipemia pós-prandial (LPP) refere-se a uma série de eventos metabólicos que ocorre várias vezes e estão relacionados com o aumento das lipoproteínas, como VLDL, quilomícrons e seus remanescentes, após a absorção completa de uma dieta incluindo lipídeos. Desde que Zilversmit [52] propôs que a aterosclerose é um fenômeno pós-prandial, há evidências que apoiam a idéia de que a depuração reduzida de TG pós-prandial está associada com um aumento da incidência de DCV. A LPP pode receber influências dos seguintes fatores; (a) é maior nos homens (b) tende a aumentar com a idade, (c) diferindo ainda entre normo e hipertrigliceridêmicos de acordo com os valores lipídicos séricos determinados em estado de jejum [23, 53].

No que diz respeito à resposta aguda à sobrecarga lipídica em indivíduos normolipêmicos no estado de fixação é bem estabelecida a existência de um aumento nas lipoproteínas ricas em TG. Estes valores são apresentados como uma curva ascendente a partir de 1 hora (figura 2); seu ápice é atingido, aproximadamente, na terceira/quarta hora, com retorno aos valores basais perto da sexta hora [26]. No entanto, em indivíduos com dislipidemia, o pico de TG é observado entre a quarta e sexta hora, sendo que o retorno aos níveis basais leva um tempo mais longo (8 horas), após a ingestão de alimentos gordurosos [26].

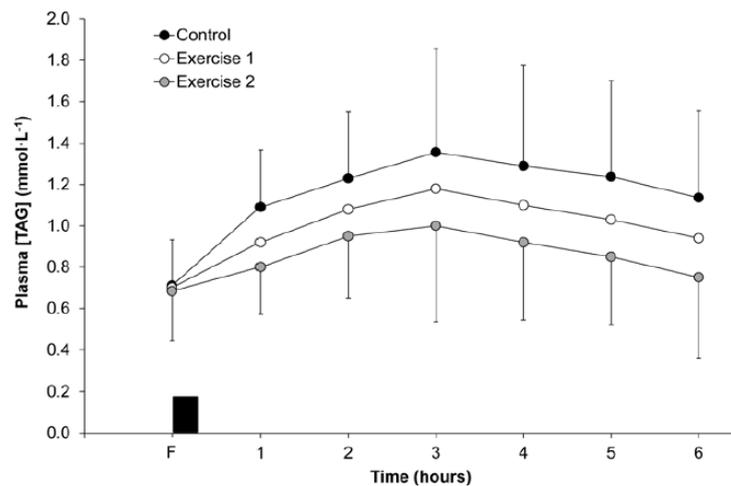


Figura 2 - Exemplo de curva lipêmica pós prandial em sujeitos saudáveis em diferentes condições experimentais. O retângulo preto é o momento do consumo de uma refeição. [22]

A permanência em um maior tempo no estado pós-prandial, juntamente com a elevação persistente das lipoproteínas ricas em TG, podem causar disfunção endotelial temporária, uma menor disponibilidade de óxido nítrico e aumento de estresse oxidativo, que são alterações envolvidas na gênese da aterosclerose [51, 54]. Este fenômeno é associado com um aumento de citocinas pró-inflamatórias, moléculas de adesão e atividade pró-oxidativa. Quando a hipertrigliceridemia está presente, partículas pequenas e densas de LDL-c, após modificação oxidativa ou glicêmica, levam à ativação de monócitos, transformando-os em macrófagos e levando à formação de células espumosas aumentando o seu potencial aterogênico [52]. Em condições normais, os níveis plasmáticos pós-prandiais e a conversão das partículas de proteína de muito baixa densidade (VLDL) no colesterol LDL são controladas por um processo metabólico dinâmico, como visto anteriormente, que envolve as enzimas hepáticas e lipoprotéicas [54].

Em vista disso, tradicionalmente, o risco de doença cardiovascular é determinado pela mensuração de lipídeos e lipoproteínas plasmáticas obtidas após uma noite de jejum por meio de exame sanguíneo único. Dados em adultos sugerem que a lipemia pós-prandial pode ser um marcador para o início e progressão da aterosclerose, na qual é o resultado de um processo longo que tem suas origens na infância [42, 55].

A LPP é identificada pelo cálculo da área sob a curva, sendo representado por sua sigla em inglês *AUC* (*Area Under Curve*), o que facilita a comparação entre os estudos. O Cálculo da *AUC* (figura 3) é possível por meio do método matemático chamado de método

trapezoidal, que nada mais é que a soma das áreas do trapézio, sendo essa calculada pela seguinte equação: Área do trapézio = (base menor + base maior) x altura /2.

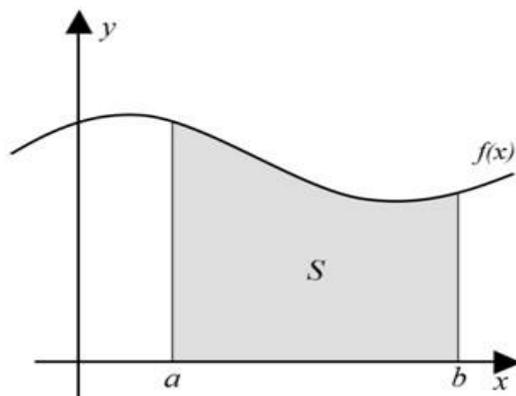


Figura 3. Gráfico representativo do cálculo da área sob a curva (AUC).

2.3 EFEITOS DELETÉRIOS DA LIPEMIA PÓS-PRANDIAL (LPP) EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES

A dislipidemia, obesidade, hipertensão e diabetes mellitus são um dos fatores de risco para doenças cardiovasculares (DVC) e estão associados com o aumento dos níveis séricos de marcadores de inflamação, lipemia, insulinemia e glicemia em crianças e adolescentes e, como em adultos, eles promovem aterogênese [56]. Devido a isso, se faz necessário que medidas preventivas sejam realizadas durante essa fase da vida. Portanto, quando ocorre a ingestão de uma refeição contendo lipídeos, esses lipídeos neutros trocam entre si partículas ricas em triglicerídeos, LDL-c e HDL-c, o que faz com que surja uma quantidade considerável de LDL-c, sendo este, pequeno e denso, resultando em uma menor concentração de HDL-c. Ou seja, maior a exposição a esse quadro, maior são as chances do desenvolvimento de DCV [57].

Em adolescentes e adultos saudáveis, as concentrações plasmáticas de citocinas inflamatórias e moléculas de adesão apresentam-se elevadas após ingestão de refeições com alto teor de lipídios, causando um estado pró-inflamatório transitório, o que não acontece frente a refeições ricas em carboidratos [58]. Uma única refeição hiperlipídica pode induzir à disfunção endotelial ocasionada pela diminuição da disponibilidade de óxido nítrico e aumento do estresse oxidativo [58]. Ou seja, a função endotelial piora na razão

direta do aumento da lipemia, seja ela pós-prandial ou crônica [54]. Quando esse quadro ocorre, partículas pequenas e densas de LDL-c levam à ativação de monócitos, promovendo a formação de macrófagos e levando à formação de células espumosas (*foam cells*) aumentando o potencial aterogênico [59]. Além disso, com o advento da tecnologia, a industrialização dos alimentos e a mudança no estilo de vida e hábitos alimentares os indivíduos acabam passando a maior parte da vida expostos a esse quadro, aumentando as chances do desenvolvimento de DCV, cada vez mais precocemente [22, 49].

Juntamente com esses fatores anteriormente citados, o sedentarismo, principalmente, quando iniciado na adolescência, aumenta as chances do desenvolvimento precoce da obesidade. Em um estudo de Alvarez et al. foi avaliado as associações dos marcadores de inflamação pós-prandiais (MIP), adiposidade regional e sensibilidade à insulina em 59 crianças com faixa etária de 7 a 12 anos [60]. Os autores concluíram que resposta desses marcadores pode ser associada com o excesso de adiposidade central em crianças. Em outro estudo [50] para investigar o grau de ativação endotelial e inflamação em crianças pré-púberes e determinar a relação entre os marcadores de ativação endotelial, inflamação e fatores de risco para DCV, 30 crianças obesas e 28 crianças saudáveis foram estudadas. Os autores observaram que a inflamação endotelial está presente em crianças pré púberes obesas, associada, principalmente, com a resistência à insulina, aos níveis altos de lipídeos e Índice de Massa Corporal (IMC). Ou seja, o aumento de massa corporal, também é um dos efeitos deletérios da LPP.

Couch et al. (2000) avaliaram os níveis TG pós-prandial em crianças e suas mães de famílias com ou sem história de doença coronária (*Columbia University Study Biomarkers*). Eles descobriram que um perfil de baixo HDL-C e níveis elevados de TG estão associados com a resposta pós-prandial elevada em crianças, juntamente com histórico de doenças cardiovasculares na família [25]. Umpaichitra et al. (2004), estudaram 15 adolescentes obesos com nenhuma doença associada, 12 obesos com DM2 e 12 eutróficos saudáveis (controle). Após a sobrecarga lipídica, os autores observaram que a hiperlipidemia pós-prandial foi presente nos adolescentes diabéticos que apresentaram uma hipertrigliceridemia em jejum elevada [61].

Em suma, já estão relativamente claros os efeitos deletérios da LPP na literatura. Além disso, estudos em adultos afirmam que a idade pode afetar a resposta pós-prandial, pois o processo de remoção pode ser mais lento com o aumento da idade [27]. Vários mecanismos poderiam contribuir para esse achado, entre eles, a diminuição da atividade da lipoproteína lipase (acúmulo de TG), as diferenças de atividade do receptor da lipoproteína, e diferenças na interação entre TG circulante e absorção de tecido adiposo, o

sedentarismo, a obesidade e má alimentação [15]. Ou seja, quanto mais cedo a detecção da dislipidemia, mais rápido de modificar esse quadro. Daí a importância de estudos que analisem o metabolismo de crianças e adolescentes no que diz respeito à taxa de depuração de TG, principalmente os que utilizem a AUC, pois facilita a comparação em diferentes populações e auxilia na identificação de estratégias não medicamentosas no manejo e/ou prevenção precoce do aparecimento desses efeitos prejudiciais à saúde cardiovascular, em que uma dessas alternativas é, sobretudo, o exercício físico [16, 17, 21, 28, 33].

Tabela 1 - Valores de referência lipídica propostos para a faixa etária de 2 a 19 anos.

Lípides	Desejáveis (mg/dL)	Limítrofes (mg/dL)	Aumentados (mg/dL)
CT	<150	150-169	≥170
LDL-c	<100	100-129	≥130
HDL-c	≥45		
TG	<100	100-129	≥130

Fonte: Arquivos Brasileiros de Cardiologia. I Diretriz de prevenção da aterosclerose na infância e na adolescência [6].

2.4 EFEITOS DA INTENSIDADE DO EXERCÍCIO NA LIPEMIA PÓS-PRANDIAL

Para fins de conceituação, segundo o ACSM [62], uma intensidade moderada corresponde a 50 a 70 % do VO_{2max} e alta ente 70% e 90% do VO_{2max} . Quando a intensidade é baseada nos limiares há um consenso que uma intensidade moderada corresponde a 10% do 2° limiar ventilatório (LV2) e uma intensidade alta a 10% acima do 2° limiar ventilatório [63, 64]. Vale salientar que os limiares ventilatórios representam as intensidades limítrofes do metabolismo aeróbio para o anaeróbio. As metodologias empregadas na maioria dos estudos que avalia o efeito do exercício na LPP utiliza como parâmetro para cálculo da intensidade o percentual sobre o VO_{2pico} [2, 15, 30, 65-68] e não sobre os limiares. O problema deste tipo de prescrição é que estas cargas variam de indivíduo para indivíduo. Um grupo de indivíduos, mesmo estando à mesma intensidade relativa (por exemplo, 70% do VO_{2max}) pode estar em diferentes níveis em relação ao 2° LV

[62-64]. Isso quer dizer que a mesma intensidade relativa pode representar diferentes intensidades metabólicas (baixa, média ou alta) para diferentes pessoas [1, 69]. Por isso, neste trabalho foram utilizados os limiares ventilatórios.

Na literatura já estão bem esclarecidos os benefícios da atividade física regular para a saúde. Evidências epidemiológicas e experimentais apontam que o exercício físico protege contra o desenvolvimento e a progressão de inúmeras doenças crônicas, tais como doenças cardiovasculares, hipertensão, obesidade e DM2 [2, 16, 42]. Além disso, o exercício regular exerce efeitos benéficos tanto na reatividade vascular quanto no estresse oxidativo e sistema imune em indivíduos de meia idade e eutróficos [51]. Nosso grupo tem estudado os efeitos do exercício físico, dieta restritiva e taxa metabólica basal em sujeitos eutróficos e obesos na tentativa de compreender melhor os efeitos da intervenção nessas populações para contribuir no tratamento e manejo da dislipidemia [20, 31, 32, 70], diminuindo assim o risco de desenvolvimento e/ou agravamento de DCV. Para esta melhora as principais diretrizes de atividade físicas internacionais atuais recomendam que crianças e adolescentes devam realizar, de três a quatro vezes por semana em torno de 60-90 min de atividade física de forma prazerosa ou em atividades esportivas de intensidade moderada diária física [13, 71].

No que diz respeito aos eventos metabólicos ocorridos durante e após a prática de exercício físico é conhecido que ocorre, principalmente, um aumento da atividade da enzima LLP [18]. Ou seja, a LLP tem papel fundamental no transporte de ácidos graxos para o interior da célula muscular e/ou adiposa para oxidação ou armazenagem, quebrando o TG em AGL e glicerol, diminuindo as concentrações de TG pós-prandiais [33]. Outros eventos que ocorrem durante o exercício e contribuem para essa redução está o aumento das catecolaminas, o aumento da sensibilidade à insulina, aumento da oxidação de gordura hepática, diminuição da secreção hepática de VLDL-c e o déficit energético causado pelo exercício aeróbio, os quais são fatores determinantes para a indução de redução da lipemia pós-prandial [16]. Outros autores sugerem que a redução da LPP poderia estar relacionada com um retardo na absorção intestinal de TGs, visto que uma alta atividade muscular promove um redirecionamento de fluxo sanguíneo para musculatura esquelética, reduzindo o fluxo intestinal, por consequência acarretando um atraso na digestão e absorção de nutrientes [72].

Entretanto, essa redução da LPP proveniente do exercício parece depender da intensidade na qual o mesmo é realizado. Alguns estudos tem demonstrado que o exercício realizado em baixa intensidade (40% a 50% do $VO_{2máx}$) não é efetivo para atenuação da

curva desses marcadores, principalmente quando comparados a exercícios realizados em média e alta intensidade [28, 30, 31].

De tal forma a intensidade do exercício parece ter forte papel na atenuação da magnitude da LPP. Isso também é observado em virtude da menor AUC dos TGs pós-prandiais em exercícios aeróbios agudos de média intensidade, mas não de baixa intensidade [19]. Esse efeito protetor pode ser devido o aumento da atividade da lipase lipoproteica e/ou do déficit energético feito pelo exercício. Essa proteção cardiometabólica parece ocorrer em função do aumento da atividade da enzima LLP [18] e/ou do déficit energético imposto pelo exercício, visto que há reversão desses benefícios após reposição energética [29].

Para que possamos visualizar melhor os achados sobre LPP, desenvolvemos uma tabela que mostra principais estudos que comparam intensidades e seu efeito na lipemia com adolescentes, mostrado na Tabela 2. Na literatura são encontrados estudos que em uma única sessão de exercício moderado, com o gasto energético a partir 240 kcal, atenua a trigliceridemia pós-prandial em meninos e meninas [2, 15, 65-68]. Embora a magnitude dessas reduções varie, vale ressaltar que quando é verificado o efeito do exercício na trigliceridemia em comparação com uma condição de controle (repouso) são encontradas diferenças estatisticamente significativas em grande parte dos estudos analisados para esta revisão [2, 15, 30, 66-68].

Esses estudos em adolescentes têm usado a resposta pós-prandial lipêmica para verificar o efeito do exercício físico agudo e intermitente, antes e depois de uma refeição rica em gordura [2, 15, 21]. Barrett et al. (2007) investigaram o efeito do exercício físico contínuo (60% do VO_{2pico}) e intermitente (40% VO_{2pico}) na lipemia pós-prandial em adolescentes e relataram uma redução de TG de 14% e 26%, respectivamente, quando comparado com o controle. O interessante desse estudo foi que o protocolo de exercício intermitente foi de jogos recreativos, o que pode ser reproduzido na prática dessa população. Os autores sugerem que uma maior redução nos jogos foi devido a um maior gasto energético, entretanto essa variável é limitada, visto que não foi possível quantificar de fato esse gasto [15]. Em outro estudo semelhante, MacEneaney et al. (2009) analisaram o efeito da atividade física em adolescentes com sobrepeso e peso normal antes de uma refeição rica em gordura. Os autores observaram que a atividade física antes da ingestão de uma refeição rica em gordura reduziu a resposta lipêmica pós-prandial, no entanto esse estudo não levou em consideração o estágio maturacional dos voluntários, o que pode tornar difícil a comparação com outros estudos [2].

Vale ressaltar que o estágio maturacional dos adolescentes é caracterizado por um processo evolutivo, devendo ser entendido como o conjunto de mudanças biológicas que ocorrem de forma sequencial e ordenada, que levam a criança/adolescente a atingir o estado adulto. Ou seja, as mudanças biológicas estão diretamente ligadas às respostas fisiológicas frente ao exercício e a maioria dos trabalhos não leva em conta essa variável [73]. Este processo pode variar no seu ritmo e grau entre os indivíduos, independente de sua raça, sexo ou meio em que vivem. Desta forma, algumas crianças podem apresentar velocidade de maturação mais acelerada que outras (precoce) ou mais lenta (tardia), porém com a mesma ordem sequencial [74]. Neste trabalho, nenhum indivíduo apresentou a maturação fora do padrão correspondente à idade.

Em suma, ao se fazer uma busca textual nos principais bancos de artigos científicos (Scopus, Medline, PubMed, Direct Science) notamos a escassez de trabalhos que trazem dados consistentes sobre os efeitos das diferentes intensidades de exercício físico agudo no comportamento da lipemia pós-prandial em adolescentes saudáveis. O principal problema deste estudo é verificar se a resposta de TG pós-prandiais elevados também está presente em adolescentes e, em caso afirmativo, quais as características metabólicas (TG, HDL, LDL, colesterol total, glicose) estão sendo modificadas frente a diferentes intensidades de exercício. Pois assim, podemos prescrever exercícios físicos adequados visando a melhora da saúde cardiovascular desta população.

Tabela 2 - Resumo com os principais estudos em crianças/adolescentes.

Estudo	Sujeitos	Intervenção	Intensidade	Energia dispendida	Refeição	Resultados *
Barret et al., (2007) [15]	19 meninos (9 intermitente e 10 contínuo) entre 14 e 16 anos	Contínuo: 4x15min de caminhada com inclinação, 3 min descanso em entre cada. Intermitente: Jogos recreativos	Contínuo: 60% do VO_{2pico} Intermitente: entre 40% e 70% VO_{2pico}	470 kcal (contínuo), nos jogos não foi possível mensurar	50%lip 42%carb 8% prot	AUC TG diminuiu 14% exercício contínuo e 26 % intermitente
Tolfrey et al., (2008) [66]	8 (meninos entre 12 e 15 ano)	Esteira 6X10min (totalizando 60min) com 10min repouso entre cada bloco , protocolo realizado no dia anterior	53% e 75 % do VO_{2pico}	360 kcal e 520 kcal respectivamente	70% lip 25 % carb 5% prot	AUC de TG diminuiu 24% e 20%, respectivamente
MacEaney et al., (2009) [2]	8 meninos sobrepeso e 10 eutróficos, entre 14 e 16 anos	Caminhada em esteira, média de 55 minutos.	60% VO_{2max} ate atingir o dispêndio energético	600 Kcal	50% carb 41% lip 9% prot	AUC TG diminuiu 20% em ambos os grupos (sobrepeso e eutrófico)
Tolfrey et al., (2012) [67]	11 (meninos entre 12 e 14 anos)	Esteira 30 min e 60min, protocolo realizado no dia anterior	55 % do VO_{2pico}	234 kcal e 470 kcal, respectivamente	70% lip 25 % carb 5% prot	AUG de TG diminuiu 12% e 16%, respectivamente

Lira et al., (2013) [1]	23 (meninos e meninas, entre 14 e 17 anos). **o estudo não indicou como ficou a divisão nos grupos	Treinamento de 24 semanas em esteira: alta intensidade (TAI, n=11) e baixa intensidade (TBI, n=12), 3x/semana	AI (1 °Limiar ventilatório) BI (10% abaixo do 1° Limiar ventilatório)	350 kcal/sessão	Não houve	Dos valores basais pré para pós TBI houve redução de 9% colesterol total e 17,7% LDL. O HDL aumentou em 22,8%. AI reduziu 14,3% LDL e aumentou 28,1% HDL.
Thackray et al., (2013) [30]	15 (meninos, entre 10 e 12 anos).	Esteira 10 picos de 1 min, com 1 min de intervalo, protocolo no dia anterior	100% da velocidade aeróbica máxima do VO _{2pico}	Não informado	60%lip 33%carb 7% prot	AUC de TG diminuiu 12% com exercício de alta intensidade
Sedgwick et al., (2014) [65]	14 meninos entre 12 e 14 anos	6 X 10 min de corrida, com 50 minutos de descanso entre cada série	70% do VO _{2pico}	450kcal	60%lip 33%carb 7% prot	AUC de TG não foi significativa
Tolfrey et al., (2014) [68]	18 (meninas, entre 10 e 14 anos)	Esteira 30 min e 60min	56% VO _{2pico}	186 kcal e 367 kcal, respectivamente	70% lip 25 % carb 5% prot	AUC TG diminuiu no exercício de 60min

*Em todos os trabalhos houve uma condição controle, que era o repouso.

3 OBJETIVOS

3.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Qual o efeito agudo do exercício aeróbio de média (MI) e alta intensidade (AI) sobre as concentrações plasmáticas de colesterol total, triglicerídeos, LDL, HDL e glicose pós-prandiais em adolescentes saudáveis?

3.2 OBJETIVOS GERAIS

Avaliar e comparar a resposta da glicose e lipemia pós-prandiais em adolescentes saudáveis após uma sessão aguda de exercício físico aeróbio de média intensidade (10% abaixo do 2º limiar VO_{2pico}) e alta intensidade (10% acima do 2º limiar VO_{2pico}).

3.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Verificar o efeito agudo do exercício de média intensidade em adolescentes saudáveis sobre as concentrações de colesterol total, triglicerídeos, LDL - colesterol, HDL – colesterol e glicose sanguínea, no período pós-prandial;
- b) Verificar o efeito agudo do exercício de alta intensidade em adolescentes saudáveis sobre as concentrações de colesterol total, triglicerídeos, LDL - colesterol, HDL – colesterol e glicose sanguínea, no período pós-prandial;
- c) Comparar a magnitude da resposta pós-prandial entre as intensidades média e alta de exercício com a condição de repouso.

3.4 HIPÓTESE

Os valores da curva lipêmica e de glicose sanguínea serão menores em ambas as intensidades de exercício físico quando comparados à condição controle.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS

4.1.1 Variáveis dependentes

Curva lipêmica pós-prandial: magnitude e amplitude dos valores sanguíneos de colesterol total, triglicerídeos, LDL, HDL e glicose após refeição hiperlipídica nos tempos: 0min (jejum), 45min, 105min, 135min, 165min, 195min e 225min.

4.1.2 Variáveis independentes

Exercício aeróbio agudo de média intensidade (EMI): sessão de exercício em cicloergômetro a 10% abaixo do 2º limiar do $VO_{2\text{pico}}$

Exercício aeróbio agudo de alta intensidade (EAI): sessão de exercício em cicloergômetro a 10% acima do 2º limiar do $VO_{2\text{pico}}$.

Repouso: sessão onde há ausência de qualquer tipo de exercício ou atividade física.

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O presente estudo é caracterizado como um ensaio clínico cruzado. O protocolo do estudo seguiu as recomendações da declaração de Helsinki e foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul sob o número 376.550. Os sujeitos foram recrutados nas principais escolas de Porto Alegre e por meio de chamamento na mídia.

4.3 POPULAÇÃO DO ESTUDO

A amostra foi probabilística voluntária composta por 13 adolescentes do sexo masculino, com idades entre 13 e 16 anos eutróficos e saudáveis. A tabela de Índice de Massa Corporal (IMC) para jovens e adolescentes utilizada foi a indicada pela Organização Mundial da Saúde, considerando indivíduos eutróficos os que apresentam o percentil entre

5 e 85 (Anexo 7). O IMC para idade em percentil é usado para interpretar o número do IMC, pois é específico para idade e sexo da criança ou adolescente. A avaliação para maturação foi feita com auto avaliação, utilizando o método de Tanner [75], descritos no item 4.9.

4.4 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Fumante; dislipidêmico; ter feito o uso de inibidores de apetite e/ou hipolipemiantes, nos últimos 6 meses; alcoolismo; diabetes mellitus; hipertensão arterial ou doença crônica que impedisse a realização de exercício físico (angina, infarto do miocárdio há menos de 6 meses, insuficiência cardíaca congestiva, doença pulmonar obstrutiva crônica, asma não controlada, câncer em quimioterapia ou radioterapia ou com expectativa de vida inferior a 12 meses) ou qualquer outra condição crônica ou medicação que impossibilitasse a participação em programas de exercício físico.

4.5 TAMANHO AMOSTRAL

Para o cálculo de tamanho da amostra foi usado o nomograma de Altman (1982), onde a potência foi de 0,8, o valor de α foi de 0,5. Gerando um “n” de 13 indivíduos incluindo 10% para futuras perdas [76].

4.6 LOGÍSTICA E PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO

Primeiramente foi marcada uma reunião com os participantes e seus responsáveis no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da Universidade Federal do Rio Grande Sul, na qual foi explicado o projeto e, após anuência dos responsáveis, assinado o termo de consentimento livre e esclarecido. Aqueles que aceitaram participar do estudo realizaram a avaliação das seguintes variáveis: avaliação antropométrica, glicemia de não jejum e teste de tolerância à glicose, pressão arterial com esfigmomanômetro digital, questionário de avaliação de atividade física (Anexo 3), auto avaliação de maturação e teste de esforço para determinação do pico de consumo de oxigênio (figura 3). Os casos em que não houve nenhum critério de exclusão foram agendados para as 2°, 3° e 4° sessões (figura 4).

Devido à necessidade de pareamento do gasto energético com a sessão de média intensidade, a sessão de exercício de alta intensidade foi realizada por último. Entretanto, a ordem entre a condição repouso e média intensidade foi randomizada. Um período mínimo de uma semana de intervalo entre os mesmos foi estabelecido, a fim de evitar o efeito residual da sessão anterior.

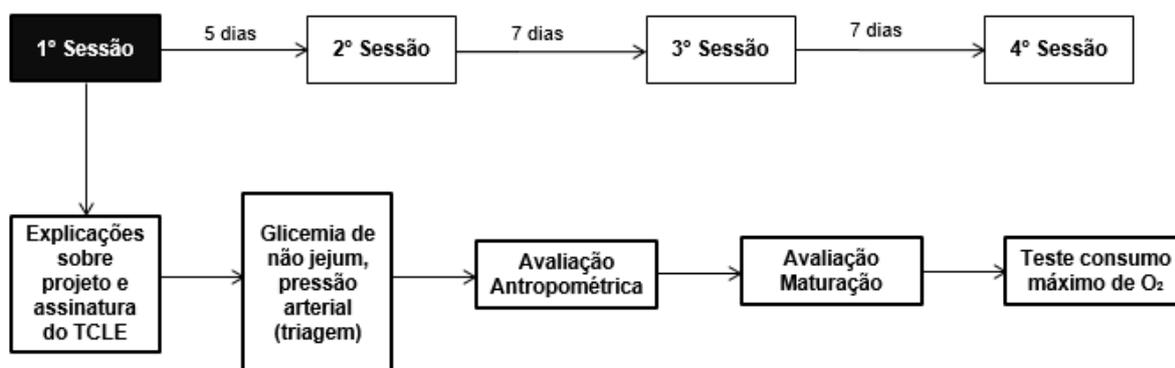


Figura 4 - Organização das ações da 1ª sessão.

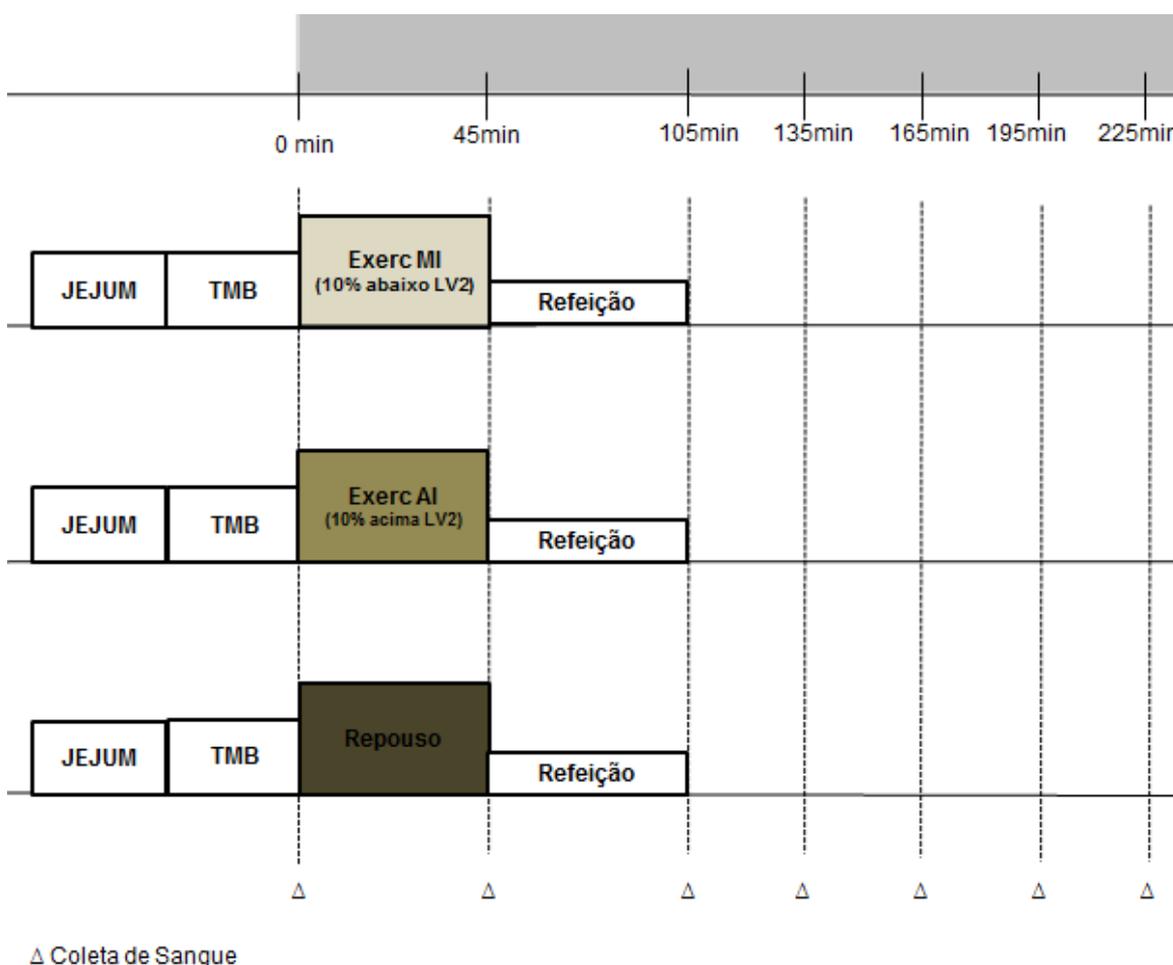


Figura 5 - Organização das ações das 2ª, 3ª e 4ª sessões.

Sessão/Condição Repouso - Os voluntários chegavam ao LAPEX às 7h30min, após 12 horas de jejum, vestindo trajes apropriados para a possível realização de atividade física. Neste dia foi realizado o teste de taxa metabólica basal, uma coleta de sangue em jejum e uma sessão de 45 minutos de repouso com o sujeito sentado com monitoramento da frequência cardíaca (nesse período ficaram jogando vídeo game, lendo livro e/ou navegando na internet. Após esse período o sujeito consumiu uma refeição hiperlipídica (30% carboidratos, 60% lipídios e 10% proteínas) e coletas de sangue a cada 30 minutos após a refeição, totalizando 7 amostras de 5ml cada.

Sessão/Condição exercício de média intensidade (MI) - Os voluntários chegavam ao LAPEX às 7h30min após a realização de 12 horas de jejum, vestindo trajes apropriados para realização de atividade física. Neste dia foi realizado o teste de taxa metabólica basal, coleta de sangue em jejum e uma sessão de 45 minutos de exercício aeróbio. Nos primeiros cinco minutos, os indivíduos iniciavam com aquecimento até atingir a zona alvo, que correspondeu a 10% abaixo do 2° limiar ventilatório do $VO_{2\text{pico}}$ em cicloergômetro. O consumo de oxigênio e produção de gás carbônico, assim como a frequência cardíaca, foram mensurados através de ergoespirometria e telemetria, respectivamente. Após o exercício físico o voluntário consumiu uma refeição hiperlipídica (30% carboidratos, 60% lipídios e 10% proteínas) e passou por coletas de sangue a cada 30 minutos após a digestão da refeição, totalizando 7 amostras de 5ml cada.

Sessão/Condição exercício de alta intensidade (AI) - Os voluntários chegavam ao LAPEX às 7h30min após a realização de 12 horas de jejum, vestindo trajes apropriados para realização de atividade física. Neste dia foi realizado o teste de taxa metabólica basal, coleta de sangue em jejum e uma sessão exercício aeróbio até atingir o gasto da sessão de EMI. Nos primeiros cinco minutos, os indivíduos iniciavam com aquecimento até atingir a zona alvo, que correspondeu a 10% acima do 2° limiar ventilatório do $VO_{2\text{pico}}$ em cicloergômetro. O consumo de oxigênio e produção de gás carbônico, assim como a frequência cardíaca, foram mensurados através de ergoespirometria e telemetria, respectivamente. Após o exercício físico o voluntário consumiu uma refeição hiperlipídica (30% carboidratos, 60% lipídios e 10% proteínas) e passou por coletas de sangue a cada 30 minutos após a digestão da refeição, totalizando 7 amostras de 5ml cada.

4.7 FICHA DE DADOS INDIVIDUAL

Para controle dos dados foi utilizada uma ficha de anamnese incluindo: nome do sujeito data de nascimento, telefone, e-mail, história do sujeito (em relação à doenças, uso de medicamentos e/ou suplementos alimentares, tabagismo, dados antropométricos como massa corporal e estatura (Anexo 3).

4.8 COMPOSIÇÃO CORPORAL

As dobras cutâneas foram medidas utilizando um plicômetro (Modelo Harpenden Científico, Marca Cescorf, Porto Alegre, Brasil), diâmetros ósseos por paquímetro e antropômetro (Cescorf, Porto Alegre, Brasil), perímetros foram medidos usando fita métrica (Sanny, São Bernardo do Campo, São Paulo), massa e estatura medidas por meio de balança e estadiômetro (modelo OS-180 da marca Urano, RS/Brasil). As marcações dos locais e a técnica de tomada das dobras cutâneas seguiram os padrões da Sociedade Internacional para o Avanço da Cineantropometria (ISAK). Os cálculos da composição corporal foram realizados usando a metodologia de cinco componentes [77].

4.9 AVALIAÇÃO DA MATURAÇÃO SEXUAL

Para obtenção dos dados referentes à maturação foi aplicado uma auto avaliação por meio do formulário de Tanner [75], o teste aplicado foi uma versão em Português, validado por Matsudo & Matsudo [74]. O teste de maturação foi aplicado em uma sala separada, onde os avaliados receberam as explicações prévias sobre a utilização do formulário com desenhos (Anexo 5 e 6). O formulário continha um texto explicativo sucinto sobre as características de desenvolvimento de mamas, genitais e pilosidade pubiana em cada estágio maturacional. Após as explicações preliminares, os avaliados, individualmente, de posse do formulário fizeram a identificação do estágio de desenvolvimento que mais se aproximava da sua imagem pessoal. Malina [78], baseado nos estágios de desenvolvimento propostos por Tanner para a avaliação do desenvolvimento das mamas para as meninas e de genitais pilosidades para os meninos, classificou os estágios da seguinte forma: I: indica um estado de pré-adolescência; II: indica o início do período pubertário; III e IV: indicam a continuidade do desenvolvimento, ou uma fase intermediária; V: indica a fase final do desenvolvimento.

4.10 TAXA METABÓLICA BASAL

No dia dos testes de taxa metabólica basal (TMB) os sujeitos foram instruídos a não realizar atividades físicas de intensidade moderada a alta 24 horas antes do teste, ter uma noite de sono de no mínimo 8 horas, jejum por 12 horas; bem como, não consumir álcool, cafeína ou qualquer tipo de medicação neste período sem comunicação prévia à equipe pesquisadora, sendo que era permitido o consumo de água mineral *ad libitum*. Todos os testes de TMB foram realizados entre 07h30min e 08h30min em sala climatizada entre 20 e 25°C, com ruídos controlados e com luminosidade baixa. O protocolo consistiu em 10 minutos de repouso em maca na posição de decúbito dorsal, seguidos de 20 minutos de captação de gases expirados. Para determinação dos valores de VO_2 e VCO_2 foi utilizado um analisador de gases computadorizado (*MedGraphics Cardiorespiratory Diagnostic Systems*, modelo CPX-D). Para análise dos dados foram descartados os primeiros 10 minutos de captação de gases, sendo usados para o cálculo da TMB os valores de VO_2 e VCO_2 (l/min) dos 20 minutos finais de cada coleta fazendo-se a média dos valores do período. Para a obtenção dos valores de kcal/dia utilizamos a equação proposta por Weir [79].

4.11 PICO DE CONSUMO DE OXIGÊNIO (VO_{2pico})

O pico de consumo de oxigênio (VO_{2pico}) foi necessário para caracterização da amostra e para determinação das intensidades dos exercícios. Foi utilizado um sistema de ergoespirometria de circuito aberto por analisador de gases (MGC, modelo CPX/D). O analisador de gases foi ligado uma hora antes do primeiro teste para estabilização. Em seguida foi realizada a calibração manual dos gases. Os testes de carga progressiva, em cicloergômetro (The Bike, Cibex, USA), foram realizados segundo protocolo em rampa. A intensidade inicial estabelecida foi de 25W, com aumento de 25W a cada um minuto ($25W \cdot \text{min}^{-1}$), mantendo uma cadência de pedalada entre 70 e 80 rotações por minuto (rpm). Uma faixa telemétrica foi posicionada para monitorar continuamente a frequência cardíaca (FC) dos participantes (S610, Polar Electro Oy, Finland).

Os voluntários informaram sobre taxa de percepção subjetiva de esforço a cada aumento de intensidade e foram verbalmente estimulados para que realizassem esforço máximo durante o teste. O teste teve duração de 8-12 minutos de acordo com as recomendações do American College of Sports Medicine (ACSM) e foi encerrado sempre que os participantes atingissem um dos seguintes critérios: (a) Platô no consumo de

oxigênio; (b) Frequência cardíaca \geq predita para idade; (c) Valor de taxa de troca respiratória $> 1,15$; (d) percepção subjetiva de esforço > 18 ou quando o participante voluntariamente interrompeu o teste.

A determinação dos limiares ventilatórios e do $VO_{2\text{pico}}$ obedeceu os seguintes critérios:

1- LV_1 foi considerado como a mínima carga em que VE/VO_2 apresenta um aumento sistemático sem um aumento concomitante de VE/VCO_2 [80, 81]

2- LV_2 foi considerado como a mínima carga em que VE/VO_2 apresenta um aumento concomitante com VE/VCO_2 [80, 81]

3- Quando nenhum dos critérios era estabelecido para LV_2 , um aumento não linear da RER foi utilizado [81].

4- O $VO_{2\text{pico}}$ foi considerado como a intensidade mínima em que os valores de VO_2 atingiam um pico. Um pico foi considerado como uma variação inferior a $1,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ mesmo com incrementos subsequentes da intensidade do exercício [81].

Os limiares ventilatórios foram determinados por inspeção visual dos gráficos por dois avaliadores experientes, quando não havia consenso, um terceiro avaliador era chamado. No dia do teste os indivíduos estavam alimentados, porém com intervalo de 3 horas da última refeição para que se pudesse realizar o teste sem desconfortos ou náuseas. A partir desses resultados, foram obtidos os parâmetros sobre a capacidade aeróbica dos voluntários e os cálculos das intensidades dos exercícios.

4.12 CONTROLE DIETÉTICO

Todos os participantes foram instruídos a não consumir bebidas alcoólicas e/ou que continham cafeína por no mínimo 48 horas anteriores ao primeiro dia de intervenção. Além disso, os participantes foram instruídos a tomar notas das refeições prévias ao primeiro teste e repeti-las o mais fielmente possível nos protocolos subsequentes (Anexo 4).

4.13 REFEIÇÃO HIPERLIPÍDICA

A refeição fornecida foi prescrita por um nutricionista, composta por *milk-shake* constituído por sorvete, creme de leite e leite desnatado, sendo composto por 30% de Carboidratos, 60% de Lipídios e 10% de Proteínas. As refeições do estudo foram

formuladas a estabelecer uma condição isoenergética, ou seja, em ambas as condições a refeição foi a mesma. Para isso, o cálculo do conteúdo energético de cada refeição foi levado em consideração o gasto calórico das 12 horas de jejum. Considerando-se a taxa metabólica basal determinada previamente a partir dos equivalentes metabólicos (METs) [70]. Os indivíduos tiveram 10 minutos para consumir a refeição e 50 minutos para digestão, totalizando 60 minutos.

4.14 AMOSTRAS SANGUÍNEAS

As coletas de sangue foram realizadas com a inserção de um cateter na veia antecubital, não havendo qualquer incômodo após a inserção do cateter. Foi realizado por profissional capacitado e utilizado material descartável nos momentos especificados na figura 1. Preferiu-se a utilização de cateter para evitar a repetição de punções venosas a cada coleta de sangue. Esse método é seguro e utilizado em outros estudos também [2, 15, 25, 26, 60, 61]. O volume sanguíneo correspondeu a 5ml por coleta. O bom fluxo de sangue pela cânula, entre as coletas, foi mantido por solução salina não-heparinizada. A solução remanescente no acesso foi excluída a partir da retirada de 2ml, imediatamente antes da próxima coleta. A análise sanguínea visou os seguintes parâmetros: triglicerídeos, colesterol total, HDL-c e glicose.

4.15 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISES SANGUÍNEA

As amostras de glicose, HDL-c, colesterol total e TG foram armazenadas em tubos tipo vacutainer com EDTA, sendo centrifugadas a 1700 x g, durante 10 min e o soro foi aliquoteado e congelado a -80°C para as análises posteriores. Para as análises do triglicerídeo, colesterol total, glicose e HDL foi utilizado método enzimático colorimétrico feito pelo equipamento Cobas C111 da Roche com kits específicos. O LDL foi calculado pela fórmula de Friedewald [82].

4.16 ÁREA SOB A CURVA (AUC)

A LPP foi identificada pelo cálculo da área sob a curva, a qual foi representada pela sua sigla em inglês *AUC* (*Area Under Curve*). O Cálculo da *AUC* foi realizado por meio do método matemático trapezoidal, já mencionado anteriormente (Figura 3).

4.17 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

A normalidade dos dados foi testada pelo teste Shapiro-Willk. Foi realizado o teste de esfericidade de Mauchly, quando os dados não apresentaram esfericidade assumida foi utilizado o fator de correção Epsilon de Greenhouse-Geisser.

Foi realizada uma ANOVA de modelo misto seguido de um post hoc de Bonferroni que verificou o efeito das condições (REP, MI e AI) e dos momentos (minutos) sobre as variáveis sanguíneas. Quando existiu um efeito da condição foi realizada uma ANOVA de um fator com post hoc de Bonferroni para identificar a diferença. Já nos casos que houve um efeito do momento foi realizada uma ANOVA para medidas repetidas com post hoc de Bonferroni.

A Área Sob a Curva (AUC), modelo matemático que analisa a curva de concentração de uma substância ao longo do tempo, foi avaliada pelo método trapezoidal. A diferença entre as condições (REP, MI e AI) da AUC foi verificada utilizando uma ANOVA fatorial com post hoc de Bonferroni.

Todos os resultados foram expressos em média e desvio padrão. O tamanho amostral foi calculado para atingir um poder estatístico de 80% a partir de um e o nível de significância de 5%. Os dados foram estruturados e analisados utilizando o pacote estatístico IBM SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) versão 19.0 (IBM, EUA).

4.18 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Os pais e/ou responsáveis pelos participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido e o adolescente assinou um termo de assentimento aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa desta instituição (sob o número sob o número 376.550) e estavam livres para desistir do protocolo a qualquer momento atendendo às Normas para a Realização de Pesquisa em Seres Humanos, Resolução nº 196/96, do Conselho Nacional de Saúde, de 10 de outubro de 1996.

5 RESULTADOS

5.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS PARTICIPANTES

n=13	
Idade (anos)	14,5 ± 1,3
Massa corporal (Kg)	60,1 ± 13,4
Estatura (cm)	170 ± 0,1
IMC (kg/m ²)	20,3 ± 3,2
Massa adiposa (%)	32,0 ± 4,2
Massa muscular (%)	39,6 ± 2,8
Massa óssea (%)	11,7 ± 1,4
Massa residual (%)	10,9 ± 1,9
Massa pele (%)	5,8 ± 0,9
Somatório das 6 dobras cutâneas (mm) #	89,1 ± 42,3
VO ₂ pico (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	30,3 ± 6,8
Estágio de Tanner: Genital*	4 (3-5)
Estágio de Tanner: Puberal*	5 (3-5)

Tabela 3 – Características gerais dos participantes. IMC = índice de massa corporal específico para adolescentes (Anexo 7). VO₂PICO = pico de consumo máximo de oxigênio. Os dados estão expressos em média ± dp. (#) dobras cutâneas foram tríceps, subescapular, supra espinhal, abdominal, coxa e panturrilha. (*) Os valores da auto avaliação maturacional são apresentados em mediana (intervalo), n=11.

5.2 RESPOSTAS AO EXERCÍCIO

	Média Intensidade	Alta Intensidade	p
VO ₂ médio (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹) *	20,0 ± 3,96	25,6 ± 4,97	0,005
Duração da sessão (min) *	45 ± 1,3	27 ± 1,65	0,001
% em relação ao VO ₂ pico *	66,7 ± 6,58	81,97 ± 6,57	0,001
Gasto energético (kcal)	204,5 ± 45,20	202,42 ± 34,70	0,89
Frequência cardíaca (BPM) *	155,94 ± 17,73	167,35 ± 7,11	0,03
Taxa de troca respiratória (RER) *	0,95 ± 0,05	1,02 ± 0,02	0,001

Tabela 4 – Respostas ao exercício. VO₂ médio = média de consumo máximo de oxigênio durante o exercício. Os dados estão expressos em média ± dp. * p<0,05 para diferença estatisticamente significativa.

5.3 REFEIÇÃO HIPERLIPÍDICA

O valor energético da refeição teste foi 848,79 ± 199,23. Todas as refeições tiveram uma condição isoenergética e perfizeram a composição projetada de 60% de gorduras, 30% de carboidratos e 10% de proteínas.

5.4 TRIGLICERÍDEOS

Os valores basais de TG não foram diferentes entre as condições. Na condição repouso ocorreu um efeito do tempo, o que já era esperado, ocorrido após a refeição pelo aumento de TG do basal para os minutos 135, 165, 195 e 225 ($p < 0,002$). E entre os tempos 45 minutos e 135, 165, 195, 225 ($p < 0,005$). Na condição exercício de MI também foi constatado o efeito do tempo entre o basal e 105, 165, 195, 225 ($p < 0,001$). Na condição AI houve efeito do tempo entre o basal e os minutos 105, 135, 165, 195, 225 ($p < 0,02$). Estas diferenças eram esperadas pelo consumo da refeição, e, portanto, a fim de evitar a sobreposição de símbolos de significância estatística, essas diferenças não foram marcadas no gráfico.

Além disso, a ANOVA revelou diferenças significativas entre os protocolos no minuto 105 entre MI com: REP ($p = 0,02$) e AI ($p = 0,007$), no minuto 135 entre exercício MI com: REP ($p = 0,001$) e AI ($p = 0,008$), e no minuto 165 entre MI e REP ($p = 0,02$).

Quando analisada a AUC total não foi encontrada diferença entre o REP (19.848,2 mg/dl) e o exercício de AI (18.856 mg/dl). Entretanto, houve diferença entre exercício de MI (16.437,7 mg/dl) quando comparado com REP ($p = 0,008$) e AI ($p = 0,039$). Nesse sentido, a AUC da MI foi 17,19 % menor quando comparado com REP e 12,83 % menor quando comparado com o AI.

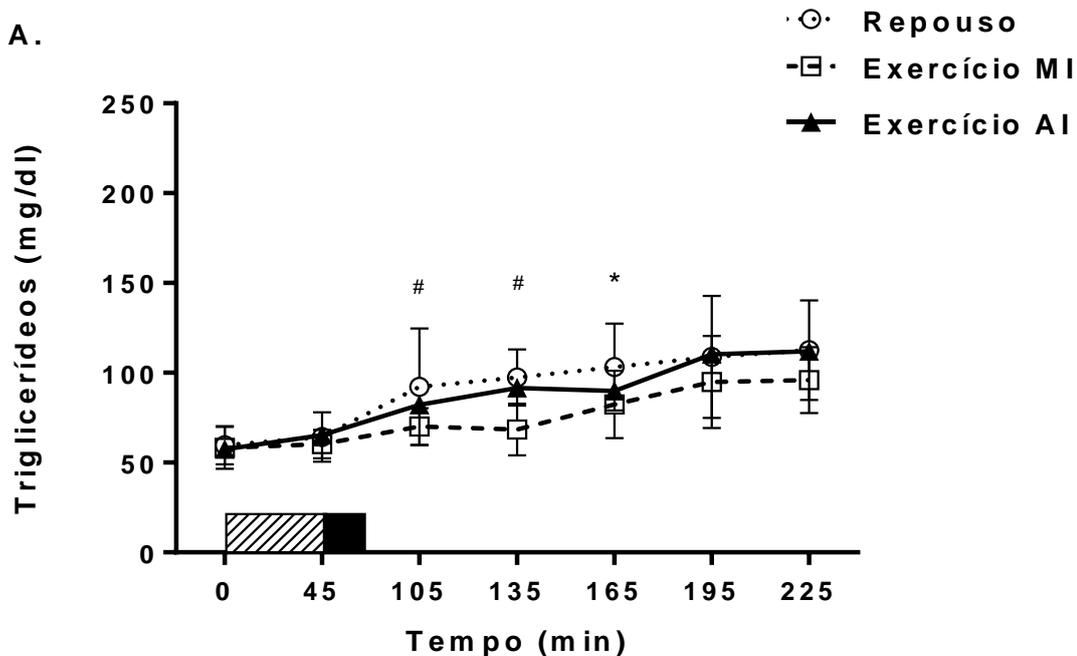


Figura 6 - A. Concentrações plasmáticas de Triglicerídeos durante as condições REP (repouso), MI (média intensidade) e AI (alta intensidade). Valores expressos em média \pm DP (n=15) e diferença significativa para $p < 0,05$. (#) Diferença significativa da condição MI com REP e AI. (*) Diferença significativa da condição MI com REP.

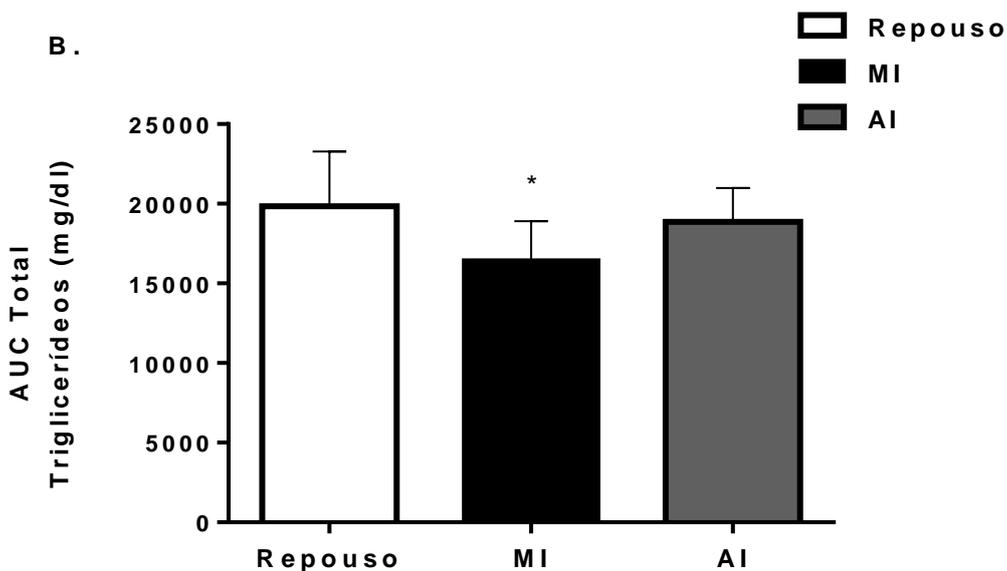


Figura 6 - B. Área sob a curva total (AUC) de triglicerídeos (mg·dl⁻¹) nas condições REP, MI e AI em 225 minutos. * Diferença significativa entre a condição MI com o REP e AI ($p < 0,05$).

5.5 COLESTEROL TOTAL

Em relação ao colesterol total não houve diferença entre tempos e protocolos para todas as condições ($p > 0,05$).

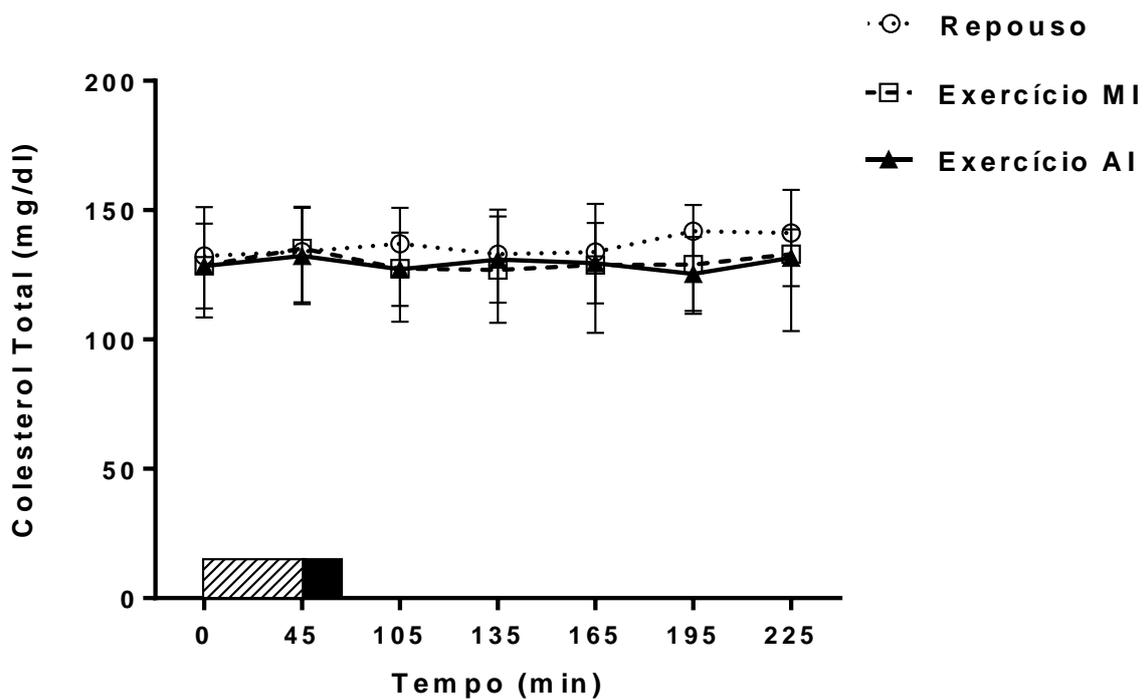


Figura 7 - Concentrações plasmáticas de colesterol total durante as condições REP (repouso), MI (média intensidade) e AI (alta intensidade). Valores expressos em média \pm DP ($n=15$), $p > 0,05$.

5.6 LDL E HDL

Os valores basais de LDL não foram diferentes entre as condições. Não houve diferença entre os protocolos em ambas as condições. No repouso e no MI não houve diferença entre os tempos. Entretanto, apesar de ter sido encontrada uma diferença significativa entre o momento basal e o minuto 195 no AI ($p= 0,04$), isso não parece ser clinicamente relevante.

Em relação ao HDL não houve diferença entre tempos e protocolos para ambas as condições ($p>0,05$).

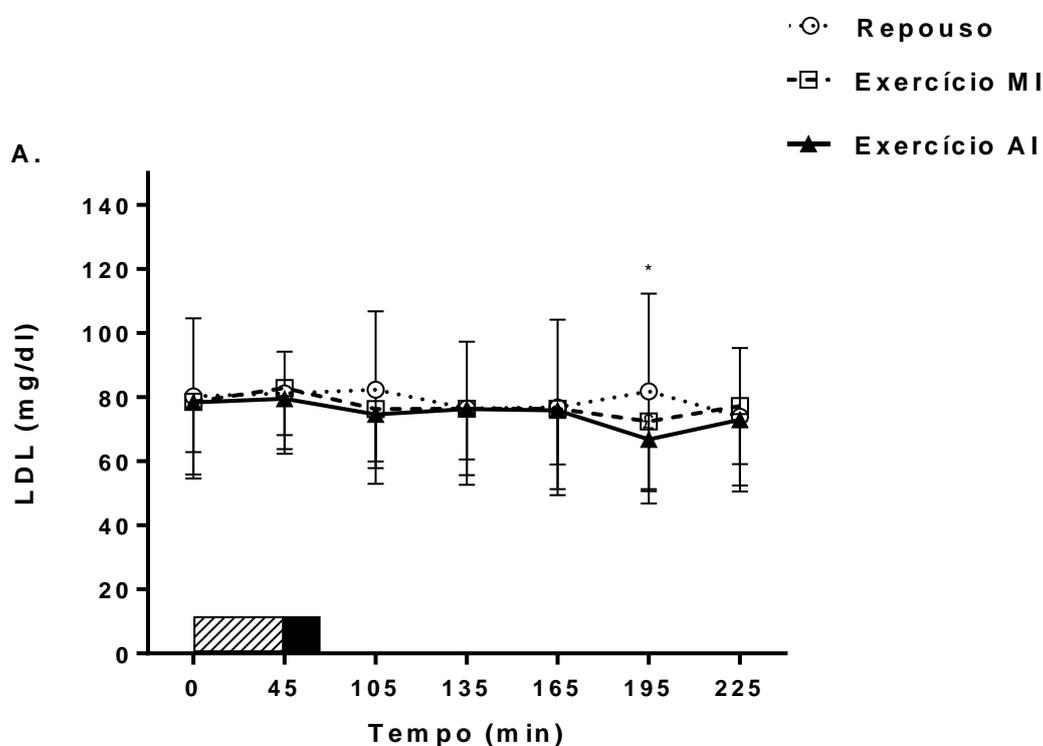


Figura 8 - A. Concentrações plasmáticas de LDL durante as condições REP (repouso), MI (média intensidade) e AI (alta intensidade). Valores expressos em média \pm DP ($n=15$) e diferença significativa para $p<0,05$. (*) Diferença significativa do basal na condição AI.

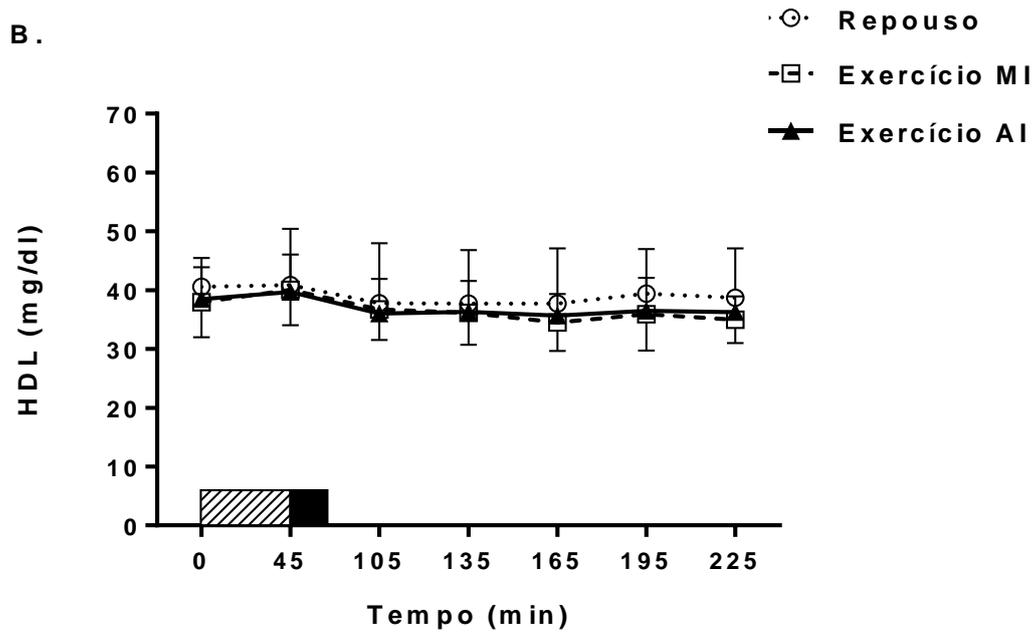


Figura 8 - B. Concentrações plasmáticas de HDL durante as condições REP (repouso), MI (média intensidade) e AI (alta intensidade). Valores expressos em média \pm DP (n=15), $p > 0,05$.

5.7 GLICOSE

Os valores basais de glicose não foram diferentes entre as condições. Um efeito do tempo foi encontrado na condição AI entre o tempo 45 minutos e os tempos 0, 135, 165, 195 e 225 minutos ($p < 0,03$). Além disso, a ANOVA revelou diferenças significativas nos protocolos no minuto 45 entre AI com: REP ($p = 0,001$) e MI ($p = 0,001$).

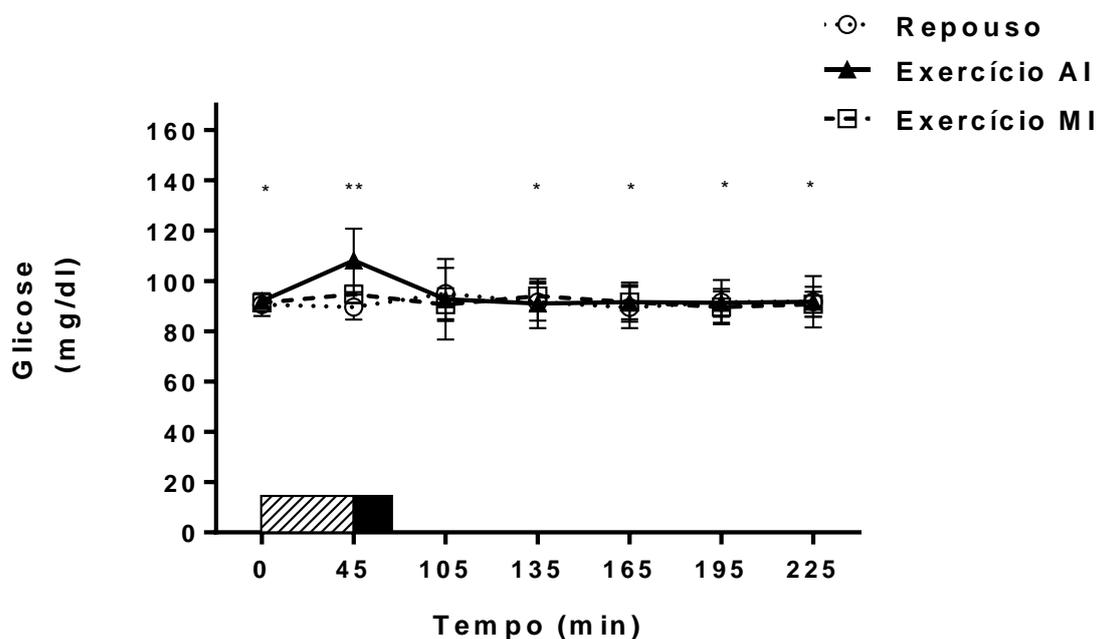


Figura 9 - Concentrações plasmáticas de glicose durante as condições REP (repouso), MI (média intensidade) e AI (alta intensidade). Valores expressos em média \pm DP ($n = 15$) e diferença significativa para $p < 0,05$. (*) Diferença significativa do minuto 45 na condição AI. (**) Diferença significativa entre AI com REP e MI.

6 DISCUSSÃO

Os principais achados deste estudo foram: (a) a redução de TG depende da intensidade do exercício e não do gasto calórico; (b) 45 minutos de exercício a 10% abaixo do 2º limiar ventilatório (média intensidade) foi capaz de atenuar o aumento da curva de TG; ao passo que o de AI não foi capaz de repetir este efeito, ainda que com o mesmo gasto calórico; (c) houve redução nos níveis de TG na condição MI quando comparado ao REP e AI nos minutos 105 e 135, e no minuto 165 entre REP e MI; (d) a área sob a curva de TG no MI foi aproximadamente 17% inferior quando comparada ao REP e 12% quando comparada ao AI;

Para o estudo da LPP, é necessário a ingestão de uma refeição padronizada. A maior parte dos estudos usa composições de, em média, 55% de lipídeos, 35% de carboidratos, e 10% de proteínas, na forma sólida ou pastosa [2, 15, 30, 65]. Em nosso grupo, temos utilizado uma refeição padrão com distribuição semelhante. Entretanto, os estudos que utilizaram maiores percentuais de lipídeos [1, 66-68] mostraram que a resposta em adolescentes parece ser semelhante, independente da quantidade de gordura, fato que não ocorre com os adultos. Nestes, quando maior o percentual de lipídeos na refeição, maior o tempo para a metabolização dos TGs [83].

Outro dos aspectos importantes no estudo dos efeitos do exercício sobre a LPP é a intensidade escolhida. São encontrados na literatura inúmeros estudos com distintos protocolos no que se refere à intensidade e a duração [15, 30, 65-68, 84]. Entretanto, grande parte desses estudos se baseia em protocolos nos quais a intensidade de exercício é prescrita tendo como referência valores percentuais do VO_{2max} , o que pode ser impreciso, pelas diferenças metabólicas individuais [64, 69]. Diferentes indivíduos podem apresentar condições metabólicas bastante diferentes, independentemente de estarem trabalhando no mesmo percentual do VO_{2max} [62-64, 69]. Em nosso estudo, visando padronizar a intensidade metabólica, utilizou-se a prescrição baseada no limiar ventilatório, considerado o melhor parâmetro para controle da carga metabólica individual [69, 85, 86].

Além disso, a maior parte dos estudos é realizada em adultos, dentre elas podemos citar os aspectos éticos, questões metodológicas, autorização dos pais, medos e anseios da punção venosa, entre outros [87]. Por estas razões, poucos estudos são encontrados sobre o efeito da intensidade de exercício na LPP em crianças e adolescentes. Nossos dados demonstram que, em adolescentes entre 12 e 16 anos, o exercício de média intensidade provoca uma significativa diminuição da LPP, com pico entre 2 e 4 horas após

a refeição. Os poucos estudos que também verificaram a trigliceridemia pós prandial vão ao encontro dos nossos achados em relação ao tempo para o pico da curva de TG pós-prandial [2, 15, 66, 67], contrastando com os estudos realizados em adultos. Tal fenômeno pode estar relacionado à maior atividade metabólica em jovens, o que facilitaria a remoção destes lípidos em menor espaço de tempo [3].

Em nosso estudo não foram estudadas as intensidades mais baixas, entretanto alguns estudos similares em adultos sugerem que estas intensidades não são suficientes para alterar a curva de triglicerídeos pós-prandiais (TGP) [19, 88, 89]. Katsanos et al [19] realizaram um estudo com 13 homens saudáveis comparando-os em duas intensidades diferentes com o mesmo gasto calórico: baixa a 25% do VO_{2pico} (237 minutos) e moderada a 65% VO_{2pico} (90 minutos) na TGP. Foram encontradas reduções significativas na curva de TGP somente na intensidade moderada. Uma das explicações para essa redução é a maior atividade da enzima lipase lipoproteica (LLP) mediada por uma menor liberação de insulina em consequência da intensidade moderada, o que não ocorre em uma intensidade menor [90]. Entretanto, em nosso estudo, encontrou-se um pico de glicose no minuto 45, no exercício de AI. Apesar de não termos avaliado os níveis de insulina, pode-se especular que esse pico glicêmico possa ter estimulado a sua liberação, diminuindo a atividade da enzima LLP, o que explicaria a menor eficiência do exercício de alta intensidade na diminuição da LPP no nosso estudo [91, 92]. Um trabalho que analisou as respostas lipêmicas de crianças ao exercício de alta intensidade foi o de Thackray et al., (2013) [30]. Ao realizar um protocolo controle e um de exercício de alta intensidade intervalado (10 X 1min com 1min de intervalo) com 15 meninos entre 10 e 12 anos, encontraram efeitos positivos sobre a AUC de TG. Entretanto, o exercício foi realizado na noite anterior ao protocolo de LPP e o gasto energético não foi mensurado, dificultando possíveis comparações com o nosso estudo.

Alguns autores sugerem que outro ponto chave, além da intensidade, pode ser o tempo do exercício. Zhang et al (2007) [93] compararam exercício aeróbio de 30, 45 e 60 minutos em uma intensidade de 60% do VO_{2pico} e concluíram que reduções na TGP são proporcionais ao tempo e uma maior diminuição ocorre a partir de 45 minutos de duração. Isso pode explicar a menor redução de TG no exercício de alta intensidade quando comparado com o de média intensidade, encontrada em nosso estudo. Entretanto, ao estudar os efeitos de dois protocolos de exercício a 55% do VO_{2pico} , por 30min ou 60min, com gasto de 234 kcal e 469kcal, respectivamente, em meninos, Tolfrey et al (2012) [67] encontraram reduções na AUG de TG (12% com exercício de 30min e 16% com o de 60min) em ambas modalidades. A intensidade do exercício parece ser um ponto mais

importante do que o tempo para a redução da curva de TG pós-prandiais em adolescentes. Nota-se que ao aumentar-se o gasto energético, por meio do aumento da duração do exercício, não ocorre aumento proporcional na redução da AUC de TG. Foi observada uma redução de apenas 4%, com o dobro do tempo e do gasto energético. Isso indica que o efeito não é meramente relacionado com o gasto calórico, o que suporta os nossos resultados.

Algo que merece destaque é o fato de que em adultos as mudanças na curva de TG pós-prandial só ocorrem em protocolos com um alto gasto energético, acima de 450 kcal [21, 94, 95], com intensidade moderada-alta [28, 96, 97] e acima de 40 minutos [95, 98, 99]. O que nosso estudo demonstrou, e que é corroborado por outros estudos com adolescentes, é que não são necessários intensidade e o gasto energético como aqueles dos adultos, visto que com apenas 30min em uma intensidade moderada e gasto calórico próximo de 200 a 300 kcal já são evidenciados efeitos positivos sobre a lipemia. Podemos especular as possíveis causas destas diferenças. Como dito anteriormente, a primeira causa pode ser uma maior atividade metabólica nessa fase da vida. Além disso, o substrato utilizado durante o exercício e questões hormonais relacionados à maturação, tais como GnRH, testosterona, GH e IGF-I, também podem estar envolvidas na redução de TG [3, 100].

A redução da magnitude da curva de TGP pode ser explicada pela atividade da enzima LLP e do próprio TG [18, 19]. Geralmente uma maior mobilização de TG ocorre no tecido adiposo do que no esquelético, entretanto, após a realização do exercício essa relação se inverte. Isso pode ser explicado por uma redução de TG intramuscular e maior atividade da lipase lipoproteica muscular [18]. Esta enzima aumenta a hidrólise de quilomícrons e VLDL em AGL (ácidos graxos livres) que, por sua vez, possuem dois destinos: tecido adiposo ou fonte energética para o tecido muscular. A ativação da LLP produzida pelo treinamento resulta na autorregulação de sua expressão, acarretando uma maior atividade [17, 18, 33, 45]

A glicemia tanto no REP, quando no MI não se alterou, provavelmente pela baixa intensidade não ter sido capaz de aumentar significativamente a liberação de glucagon, nem de insulina. Entretanto, como citado anteriormente (figura 9), no minuto 45 na condição AI, houve um significativo pico glicêmico, possivelmente mediado por uma maior secreção de glucagon, ativando a glicogenólise [101, 102].

Os resultados de HDL, LDL e CT não diferiram significativamente entre os momentos, nem entre as condições e poucos variaram em toda curva pós-prandial. Corroboram com nossos achados outros estudos que também não encontraram essa

diferença [15, 19]. Uma das explicações se deve ao fato de que a nossa amostra foi composta de adolescentes saudáveis (níveis de jejum normais de TG, HDL, LDL e CT) e durante todo o experimento não ultrapassaram os valores considerados saudáveis dessas variáveis [6]. Os efeitos do exercício agudo talvez não tenham sido suficientemente potentes para alterar essas lipoproteínas, limitando os nossos resultados e conclusões. Além disso, alguns autores sugerem que essas lipoproteínas geralmente não sofrem alterações em exercícios agudos com gasto energético inferior a 350 a 400 kcal [94, 95]. Ao nosso conhecimento, o único estudo que envolveu treinamento aeróbico em adolescentes foi o de Lira et al [1], no qual foram encontradas reduções no CT e LDL e aumento no HDL com treinamento de 24 semanas. Mais pesquisas envolvendo treinamento em adolescentes são necessárias para melhor entender esses efeitos em longo prazo.

Finalmente, a associação entre o gasto energético e a AUC tem sido descrita como muito forte [2, 15, 24, 30, 65, 66]. Por esta razão, a fim de isolar este efeito, o mesmo gasto calórico, tanto no exercício de MI quanto no de AI, foi gerado. Como o gasto calórico não diferiu significativamente entre os dois tratamentos, isso nos leva a crer que, em adolescentes, a intensidade é uma das variáveis determinantes sobre a LPP. Em suma, nossos resultados indicam que a intensidade a 10% abaixo do LV2 é eficaz para a diminuição da LPP, ao contrário da intensidade a 10% acima do LV2, que se mostrou ineficaz. Sendo assim o elemento chave na prescrição de treinamento quando o objetivo é uma melhora no perfil lipídico de jovens é a intensidade do exercício, sendo preferível uma intensidade mais baixa, gerando conseqüentemente, um tempo maior de exercício.

7 CONCLUSÃO

Este estudo mostrou que 45 minutos de exercício a 10% abaixo do 2º limiar ventilatório (média intensidade) é capaz de atenuar o aumento da curva de TG. A área sob a curva de TG no MI foi aproximadamente 17% inferior quando comparada ao REP e 12% quando comparada ao AI. Não houve modificação em relação às concentrações de colesterol total, LDL-c, HDL-c e glicose em nenhuma das condições. Esses resultados sugerem que intensidade moderada é mais eficaz na redução de TG de adolescentes do que o exercício de alta intensidade.

Limitações:

O presente estudo apresenta algumas limitações específicas em relação a não mensuração da insulina e atividade de enzima LLP; à utilização de técnicas mais precisas para estimativa da composição corporal e gordura visceral, tais como a densitometria por duplo feixe (DEXA) e ultrassonografia; e para verificação da maturação sexual, tal como radiografia de mão e punho.

Aplicações práticas:

O mais importante deste trabalho é a replicação prática que os nossos achados podem fornecer para a prescrição de exercício físico em adolescentes. Na prática o protocolo de exercício de MI foi bem tolerado por todos os participantes e, portanto, podem ter aplicações práticas em populações semelhantes. Entretanto, o protocolo de AI foi muito intenso, fazendo com que os pesquisadores tivessem que insistir muito para que fosse alcançado o gasto energético semelhante ao MI, ou seja, este protocolo de alta intensidade não seria tão adequado para aplicações prática.

A percepção de falta de tempo e prazer são destacadas frequentemente como barreiras para o exercício da participação em adolescentes. No nosso estudo o tempo de 45min foi bem suportado, entretanto, a alta intensidade, apesar de não ter sido objetivamente avaliada, gerou uma desmotivação pelo cansaço unânime entre os participantes. Outra estratégia que vamos testar em um próximo trabalho é um protocolo

exercício de alta e moderada intensidades intervalados, talvez a aderência e a satisfação pela atividade seja maior e mais prazerosa, podendo ser colocada em prática com mais facilidade, visto que a motivação é um elemento chave neste tipo de população.

REFERÊNCIAS

1. Lira, C.C.J., C; Gomes, P; Tenório, T; Prado, M; Ferreira, M; Prado, W., *Efeitos de diferentes intensidades de treinamento aeróbio sobre a lipemia de adolescentes obesos*. Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde 2014. **18**(6): p. 761.
2. MacEneaney, O.J., et al., *Effect of prior exercise on postprandial lipemia and markers of inflammation and endothelial activation in normal weight and overweight adolescent boys*. Eur J Appl Physiol, 2009. **106**(5): p. 721-9.
3. Boisseau, N. and P. Delamarche, *Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents*. Sports Med, 2000. **30**(6): p. 405-22.
4. Mokdad, A.H., et al., *Prevalence of obesity, diabetes, and obesity-related health risk factors, 2001*. JAMA, 2003. **289**(1): p. 76-9.
5. Sune, F.R., et al., *[Prevalence of overweight and obesity and associated factors among schoolchildren in a southern Brazilian city]*. Cad Saude Publica, 2007. **23**(6): p. 1361-71.
6. Cardiologia, Sociedade Brasileira de Cardiologia, *I Diretriz de Prevenção da Aterosclerose na Infância e na Adolescência*. Vol. 85. 2005: Arq. Bras. Cardiol.
7. Guedes, D.P., and Guedes JERP, *Esforços físicos nos programas de educação física escolar*. Rev Paul Educ Fi, 2001. **15**: p. 33-44.
8. Hallal, P.C., Bertoldi, A. D., Gonçalves, H., Victora, C. G. , *Prevalência de sedentarismo e fatores associados em adolescentes de 10-12 anos de idade*. Cad. Saúde Pública, 2006. **22**(6): p. 1277-1287.
9. Tassitano, R.M., Bezerra, J., Tenório, M. C. M., Colares, V., Barros, M. D., Hallal, P. C. , *Atividade física em adolescentes brasileiros: uma revisão sistemática*. Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum, 2007. **9**(1): p. 55-60.
10. Dumith, S.C., *Physical activity in Brazil: a systematic review*. Cad. Saúde Pública,, 2009. **25**(supl.3).
11. McMahan, C.A., S.S. Gidding, and H.C. McGill, Jr., *Coronary heart disease risk factors and atherosclerosis in young people*. J Clin Lipidol, 2008. **2**(3): p. 118-26.
12. Srinivasan, S.R., et al., *Utility of childhood non-high-density lipoprotein cholesterol levels in predicting adult dyslipidemia and other cardiovascular risks: the Bogalusa Heart Study*. Pediatrics, 2006. **118**(1): p. 201-6.
13. Organization., World Health., *The world health report 2008: primary health care now more than ever*. . WHO Press, 2008. **156**.
14. Strong, W.B., et al., *Evidence based physical activity for school-age youth*. J Pediatr, 2005. **146**(6): p. 732-7.
15. Barrett, L.A., et al., *Exercise and postprandial plasma triacylglycerol concentrations in healthy adolescent boys*. Med Sci Sports Exerc, 2007. **39**(1): p. 116-22.
16. Graham, T.E., *Exercise, postprandial triacylglyceridemia, and cardiovascular disease risk*. Can J Appl Physiol, 2004. **29**(6): p. 781-99.

17. Durstine, J.L., et al., *Lipids, Lipoproteins, and Exercise*. Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention, 2002. **22**(6): p. 385-398.
18. Herd, S.L., et al., *Moderate exercise, postprandial lipemia, and skeletal muscle lipoprotein lipase activity*. Metabolism, 2001. **50**(7): p. 756-62.
19. Katsanos, C.S., P.W. Grandjean, and R.J. Moffatt, *Effects of low and moderate exercise intensity on postprandial lipemia and postheparin plasma lipoprotein lipase activity in physically active men*. J Appl Physiol, 2004. **96**(1): p. 181-8.
20. Schaun, M.I., et al., *The effects of periodized concurrent and aerobic training on oxidative stress parameters, endothelial function and immune response in sedentary male individuals of middle age*. Cell Biochem Funct, 2011. **29**(7): p. 534-42.
21. Zhang JQ, T.T., Ball SD . , *Effect of exercise timing on postprandial lipemia and HDL cholesterol subfractions*. J Appl Physio 1988. **1** **85**: p. 1516-1522.
22. Tolfrey, K., A.E. Thackray, and L.A. Barrett, *Acute exercise and postprandial lipemia in young people*. Pediatr Exerc Sci, 2014. **26**(2): p. 127-37.
23. Cohn, J.S., *Postprandial lipemia: Emerging evidence for atherogenicity of remnant lipoproteins*. Canadian Journal of Cardiology, 1998. **14**: p. 18b-27b.
24. Jackson, K.G., S.D. Poppitt, and A.M. Minihane, *Postprandial lipemia and cardiovascular disease risk: Interrelationships between dietary, physiological and genetic determinants*. Atherosclerosis, 2012. **220**(1): p. 22-33.
25. Couch, S.C., et al., *Predictors of postprandial triacylglycerol response in children: the Columbia University Biomarkers Study*. Am J Clin Nutr, 2000. **72**(5): p. 1119-27.
26. Maggi, F.M., et al., *Lipoprotein remnants and endothelial dysfunction in the postprandial phase*. J Clin Endocrinol Metab, 2004. **89**(6): p. 2946-50.
27. Giannattasio, C., et al., *Acute effect of high-fat meal on endothelial function in moderately dyslipidemic subjects*. Arterioscler Thromb Vasc Biol, 2005. **25**(2): p. 406-10.
28. Trombold, J.R., et al., *Acute high-intensity endurance exercise is more effective than moderate-intensity exercise for attenuation of postprandial triglyceride elevation*. J Appl Physiol (1985), 2013. **114**(6): p. 792-800.
29. Burton, F.L., et al., *Energy replacement attenuates the effects of prior moderate exercise on postprandial metabolism in overweight/obese men*. Int J Obes (Lond), 2008. **32**(3): p. 481-9.
30. Thackray, A.E., L.A. Barrett, and K. Tolfrey, *Acute high-intensity interval running reduces postprandial lipemia in boys*. Med Sci Sports Exerc, 2013. **45**(7): p. 1277-84.
31. Lopes, A.L., *Efeitos do exercício aeróbio de intensidade baixa sobre a lipemia pós-prandial e hormônios do apetite em sujeitos eutróficos e obesos de grau 1*, in *Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano*. 2014, UFRGS: Porto Alegre.
32. Correa, C.S., et al., *Resistance exercise at variable volume does not reduce postprandial lipemia in postmenopausal women*. Age (Dordr), 2014. **36**(2): p. 869-79.

33. Hardman, A.E., *The influence of exercise on postprandial triacylglycerol metabolism. Atherosclerosis*, 1998. **141 Suppl 1**: p. S93-100.
34. Kolovou, G.D., et al., *Definition of postprandial lipaemia. Curr Vasc Pharmacol*, 2011. **9**(3): p. 292-301.
35. Education, C.o.P., *Children, Adolescents, and Television. Pediatrics*, 2001. **107**(2): p. 423-426.
36. Willenberg, L.J., et al., *Increasing school playground physical activity: a mixed methods study combining environmental measures and children's perspectives. J Sci Med Sport*, 2010. **13**(2): p. 210-6.
37. Santos, M.S., Hino, Adriano Akira Ferreira, Reis, Rodrigo Siqueira, & Rodriguez-Añez, Ciro Romélio, *Prevalência de barreiras para a prática de atividade física em adolescentes. Revista Brasileira de Epidemiologia*, 2010. **13**(1): p. 94-104.
38. WHO, W.H.O., *World Health Statistics. 2014*, http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/EN_WHS2014_Part3.pdf?ua=1, acessado em 10/06/2014.
39. Giuliano, C., et al., *[Serum lipids in school kids and adolescents from Florianopolis, SC, Brazil--Healthy Floripa 2040 study]. Arq Bras Cardiol*, 2005. **85**(2): p. 85-91.
40. Guo, S.S. and W.C. Chumlea, *Tracking of body mass index in children in relation to overweight in adulthood. Am J Clin Nutr*, 1999. **70**(1): p. 145S-8S.
41. Oliveira AMA, O.A., Almeida MS., *Fatores Ambientais e Antropométricos Associados à Hipertensão Arterial Infantil. Arq Bras Endocrinol Metabol*, 2004. **48**: p. 849---54.
42. Goran, M.I. and B.A. Gower, *Relation between visceral fat and disease risk in children and adolescents. Am J Clin Nutr*, 1999. **70**(1): p. 149S-56S.
43. Guedes, D.P. and L.A. Goncalves, *[Impact of the habitual physical activity on lipid profile in adults]. Arq Bras Endocrinol Metabol*, 2007. **51**(1): p. 72-8.
44. Cardiologia., Arquivos Brasileiros de. *IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose Vol. 88. Abril 2007.*
45. LeMura, L.M., et al., *Lipid and lipoprotein profiles, cardiovascular fitness, body composition, and diet during and after resistance, aerobic and combination training in young women. European Journal of Applied Physiology*, 2000. **82**(5-6): p. 451-458.
46. Pitanga, F., *Epidemiologia da atividade física, exercício físico e saúde. . 2Ed. ed. Phorthe, Editor. 2004, São Paulo.*
47. Ginsberg, H.N., *Lipoprotein physiology. Endocrinol Metab Clin North Am*, 1998. **27**(3): p. 503-19.
48. Reiber, I., et al., *Postprandial triglyceride levels in familial combined hyperlipidemia. The role of apolipoprotein E and lipoprotein lipase polymorphisms. J Nutr Biochem*, 2003. **14**(7): p. 394-400.

49. Mustad, V.A., et al., *Reducing saturated fat intake is associated with increased levels of LDL receptors on mononuclear cells in healthy men and women*. J Lipid Res, 1997. **38**(3): p. 459-68.
50. Glowinska, B., et al., *[Selected new atherosclerosis risk factors and markers of fibrinolysis in children and adolescents with obesity, hypertension and diabetes]*. Przegl Lek, 2003. **60**(1): p. 12-7.
51. Tsai, W.C., et al., *Effects of oxidative stress on endothelial function after a high-fat meal*. Clin Sci (Lond), 2004. **106**(3): p. 315-9.
52. Zilversmit, D.B., *Atherogenesis - Postprandial Phenomenon*. Circulation, 1979. **60**(3): p. 473-485.
53. Krasinski, S.D., et al., *Postprandial Plasma Retinyl Ester Response Is Greater in Older Subjects Compared with Younger Subjects - Evidence for Delayed Plasma-Clearance of Intestinal Lipoproteins*. Journal of Clinical Investigation, 1990. **85**(3): p. 883-892.
54. Anderson RA, E.M., Ellis GR, Graham J, Morris K, Jackson SK, et al. . *The relationships between post-prandial lipaemia, endothelial function and oxidative stress in healthy individuals and patients with type 2 diabetes*. Atherosclerosis, 2001. **154**: p. 475---83.
55. Moreno, L.A., et al., *Postprandial triglyceridemia in obese and non-obese adolescents. importance of body composition and fat distribution*. Journal of Pediatric Endocrinology & Metabolism, 2001. **14**(2): p. 193-202.
56. McNeal, C.J., et al., *The Use of Surrogate Vascular Markers in Youth at Risk for Premature Cardiovascular Disease*. Journal of Pediatric Endocrinology & Metabolism, 2009. **22**(3): p. 195-211.
57. Higashi, K., et al., *Remnant-like particles cholesterol is higher in diabetic patients with coronary artery disease*. Metabolism, 2001. **50**(12): p. 1462-5.
58. Steer, P., et al., *The effect of a mixed meal on endothelium-dependent vasodilation is dependent on fat content in healthy humans*. Clin Sci (Lond), 2003. **105**(1): p. 81-7.
59. Kawamura, M., J.W. Heinecke, and A. Chait, *Pathophysiological concentrations of glucose promote oxidative modification of low density lipoprotein by a superoxide-dependent pathway*. J Clin Invest, 1994. **94**(2): p. 771-8.
60. Alvarez, J.A., et al., *Fasting and postprandial markers of inflammation in lean and overweight children*. Am J Clin Nutr, 2009. **89**(4): p. 1138-44.
61. Umpaichitra, V., M.A. Banerji, and S. Castells, *Postprandial hyperlipidemia after a fat loading test in minority adolescents with type 2 diabetes mellitus and obesity*. J Pediatr Endocrinol Metab, 2004. **17**(6): p. 853-64.
62. Medicine, *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. 2013: Lippincott Williams & Wilkins.
63. Cheng, B., et al., *A new approach for the determination of ventilatory and lactate thresholds*. Int J Sports Med, 1992. **13**(7): p. 518-22.

64. Ekkekakis, P., E.E. Hall, and S.J. Petruzzello, *Practical markers of the transition from aerobic to anaerobic metabolism during exercise: rationale and a case for affect-based exercise prescription*. *Prev Med*, 2004. **38**(2): p. 149-59.
65. Sedgwick, M.J., et al., *The accumulation of exercise and postprandial endothelial function in boys*. *Scand J Med Sci Sports*, 2014. **24**(1): p. e11-9.
66. Tolfrey, K., et al., *Postprandial triacylglycerol in adolescent boys: a case for moderate exercise*. *Med Sci Sports Exerc*, 2008. **40**(6): p. 1049-56.
67. Tolfrey, K., et al., *Effect of energy expenditure on postprandial triacylglycerol in adolescent boys*. *Eur J Appl Physiol*, 2012. **112**(1): p. 23-31.
68. Tolfrey, K., et al., *Exercise energy expenditure and postprandial lipemia in girls*. *Med Sci Sports Exerc*, 2014. **46**(2): p. 239-46.
69. Baldwin J, S.R., Febbraio MA, *Effect of training status and relative exercise intensity on physiological responses in men*. *Rev Bras Med Esporte.*, 2000. **32**(9): p. 1645-54.
70. Becker, G.F., et al., *Combined effects of aerobic exercise and high-carbohydrate meal on plasma acylated ghrelin and levels of hunger*. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2012. **37**(1): p. 184-92.
71. Janssen, I. and A.G. Leblanc, *Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth*. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2010. **7**: p. 40.
72. Kolifa, M., A. Petridou, and V. Mougios, *Effect of prior exercise on lipemia after a meal of moderate fat content*. *Eur J Clin Nutr*, 2004. **58**(10): p. 1327-35.
73. Mirwald, R.L., et al., *An assessment of maturity from anthropometric measurements*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2002. **34**(4): p. 689-694.
74. Matsudo, V.K.R.M., S.M. . *Validade da autoavaliação na determinação da maturação sexual*. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 1986. **5**(2): p. 18-35.
75. Tanner, J.M., *Citation-Classical - Growth at Adolescence - with a General Consideration of the Effects of Hereditary and Environmental-Factors Upon Growth and Maturation from Birth to Maturity*. *Current Contents/Social & Behavioral Sciences*, 1986(28): p. 16-16.
76. Altman, D.G., *Statistics in medical journals*. *Stat Med*, 1982. **1**(1): p. 59-71.
77. ISAK., *International standards for anthropometric assessment: a manual for teaching materials for accreditation*. 2006. **2nd**.
78. Malina, R.M. *Biological maturity status of young athletes*. *Young athletes: biological, psychological, and educational perspectives*. 1988, Champaign: Human Kinetics.
79. Weir, J.B., *New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism*. *J Physiol*, 1949. **109**(1-2): p. 1-9.
80. Wasserman, K. and M.B. McIlroy, *Detecting the Threshold of Anaerobic Metabolism in Cardiac Patients during Exercise*. *Am J Cardiol*, 1964. **14**: p. 844-52.
81. Dekerle, J., et al., *Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power*. *Eur J Appl Physiol*, 2003. **89**(3-4): p. 281-8.

82. Friedewald, W.T., R.I. Levy, and D.S. Fredrickson, *Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge*. Clin Chem, 1972. **18**(6): p. 499-502.
83. Lopez-Miranda, J., C. Williams, and D. Lairon, *Dietary, physiological, genetic and pathological influences on postprandial lipid metabolism*. Br J Nutr, 2007. **98**(3): p. 458-73.
84. Thackray, A.E., L.A. Barrett, and K. Tolfrey, *Acute high-intensity interval running reduces postprandial lipemia in boys*. Med Sci Sports Exerc, 2013. **45**(7): p. 1277-84.
85. Meyer T, G.H., Kindermann W and 1342-5, *Is determination of exercise intensities as percentages of VO₂max or HRmax adequate?* Med Sci Sports Exerc 1999. **31**: p. 1342-5.
86. Ribeiro JP, H.V., Fielding RA, Holden W, and K.H. Evans W, *Metabolic and ventilatory responses to steady state exercise relative to lactatethresholds*. Eur J Appl Physiol 1986. **55**: p. 215-21.
87. James, A.J., Chris; Prout, *Theorizing Childhood.*, ed. 7. 2007: Cambrigde: Polity, .
88. Pfeiffer, M., et al., *The influence of walking performed immediately before meals with moderate fat content on postprandial lipemia*. Lipids Health Dis, 2005. **4**: p. 24.
89. Tsetsonis, N.V. and A.E. Hardman, *Reduction in postprandial lipemia after walking: influence of exercise intensity*. Med Sci Sports Exerc, 1996. **28**(10): p. 1235-42.
90. Sasaki, T., et al., *Role of AMPK and PPARgamma1 in exercise-induced lipoprotein lipase in skeletal muscle*. Am J Physiol Endocrinol Metab, 2014. **306**(9): p. E1085-92.
91. Laville, M., et al., *Acute regulation by insulin of phosphatidylinositol-3-kinase, Rad, Glut 4, and lipoprotein lipase mRNA levels in human muscle*. J Clin Invest, 1996. **98**(1): p. 43-9.
92. Jindrichova, E., S. Kratochvilova, and J. Kovar, *Glucose administration downregulates lipoprotein lipase activity in vivo: a study using repeated intravenous fat tolerance test*. Physiol Res, 2007. **56**(2): p. 175-81.
93. Zhang, J.Q., et al., *Effect of exercise duration on postprandial hypertriglyceridemia in men with metabolic syndrome*. J Appl Physiol (1985), 2007. **103**(4): p. 1339-45.
94. Thompson, P.D., et al., *The acute versus the chronic response to exercise*. Med Sci Sports Exerc, 2001. **33**(6 Suppl): p. S438-45; discussion S452-3.
95. Ferguson, M.A., et al., *Effects of four different single exercise sessions on lipids, lipoproteins, and lipoprotein lipase*. J Appl Physiol (1985), 1998. **85**(3): p. 1169-74.
96. Miyashita, M., S.F. Burns, and D.J. Stensel, *Acute effects of accumulating exercise on postprandial lipemia and C-reactive protein concentrations in young men*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2009. **19**(6): p. 569-82.
97. Ferreira, A.P., et al., *The effect of aerobic exercise intensity on attenuation of postprandial lipemia is dependent on apolipoprotein E genotype*. Atherosclerosis, 2013. **229**(1): p. 139-44.
98. Tsetsonis, N.V., A.E. Hardman, and S.S. Mastana, *Acute effects of exercise on postprandial lipemia: a comparative study in trained and untrained middle-aged women*. Am J Clin Nutr, 1997. **65**(2): p. 525-33.

99. Kim, I.Y., et al., *Effects of Moderate- and Intermittent Low-Intensity Exercise on Postprandial Lipemia*. Med Sci Sports Exerc, 2014.
100. Rowland, T.W., *Children's exercise physiology*. 2005: Human Kinetics.
101. Mcardle, W.D.K., Frank I; Katch, Vitor L. , *Fundamentos de fisiologia do exercício*. 2000, Rio de Janeiro: Guanabara.
102. Wasserman DH, S.J., Lacy DB, Colburn CA, Goldstein RE, Cherrington AD, *Glucagon is the primary controller of the hepatic glycogenolysis and gluconeogenesis during muscular work*. Am J Physiol, 1989. **57**: p. E-108-17.

ANEXO 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Estamos realizando uma pesquisa que tem como objetivo avaliar os efeitos do exercício físico sobre alguns indicadores sanguíneos de saúde (colesterol total, LDL - colesterol, HDL - colesterol, Triglicerídeos, Glicose e insulina). Dessa forma, gostaríamos de convidar seu dependente a participar deste estudo. Para que haja a participação no estudo você deve ler com atenção e conversar com o seu dependente sobre os procedimentos que serão explicados a seguir, tendo total liberdade de negar caso não concorde com uma ou mais situações do projeto.

Ele terá que comparecer três dias distintos, todos pela manhã, no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) na Escola de Educação Física da UFRGS. No primeiro dia, será aplicado um questionário sobre a saúde, alimentação e a prática de atividade física do menino, após ele irá passar por avaliação da composição corporal que consiste em verificar a quantidade de gordura e massa magra do corpo, por meio de medidas que necessitam ser realizadas com uso de traje de banho (sunga ou calção), após será verificado o estágio de maturação sexual da criança através da auto-avaliação realizada pelo seu filho, pois ele irá olhar fotos com estágios de maturação da região genital e irá marcar em qual ele acha que se encontra. Neste dia, será realizado também um teste em bicicleta para avaliar o desempenho do menino em exercício, para isso será colocada uma máscara que mede a quantidade de oxigênio consumido em bicicleta. Essa máscara será esterilizada a cada uso, não oferecendo risco.

Após uma semana ele deverá retornar laboratório após 12 horas de jejum para realizar um teste em que ele ficará deitado por 30 minutos com uma máscara para capturar os gases inspirados (este teste serve para verificar a quantidade de calorías que o corpo consume para manter as necessidades vitais),¹ sessão de exercício de 45 minutos em bicicleta, após irá consumir uma refeição fornecida pelos pesquisadores e permanecer no laboratório em repouso por 2 horas e 30 minutos (neste período ele poderá assistir TV, jogar vídeo-game, ficar na internet ou ler um livro que serão fornecidos). Após uma semana ele deverá retornar laboratório seguirá o mesmo protocolo descrito anteriormente, mas ao invés do exercício ele ficará em repouso. Esses momentos terão por objetivo verificar o efeito do exercício sob os marcadores sanguíneos citados anteriormente.

As coletas de sangue serão em repouso e feitas a partir da inserção de um cateter colocado em uma das veias perto da dobra do cotovelo, para que não tenha necessidade de perfurar o braço do voluntário repetidas vezes. O momento de colocação do cateter será feito na chegada do seu dependente ao laboratório e retirado na saída, sendo que durante

esse tempo ele não deve sentir nada no local. O procedimento será feito por um profissional devidamente qualificado e certificado, com material descartável e esterilizado. Talvez o seu dependente sinta uma pequena dor com a picada da agulha utilizada para a inserção do cateter, mas não deve sentir nada enquanto o tubo do cateter estiver sendo inserido na veia e nem durante o uso. Serão retirados 5 ml em jejum e após o exercício a cada meia hora (finalizando um total de 6 coletas).

Seu dependente terá os resultados sobre o percentual de gordura corporal, capacidade cardiorrespiratória, perfil lipídico e as principais solicitações metabólicas do exercício realizado mediante sua capacidade individual. Durante a realização do exercício ele poderá sentir algum desconforto como náuseas e enjôo, devido à intensidade do exercício físico. Caso ocorra isso ele terá um acompanhamento adequado para seu restabelecimento total. No entanto, com o protocolo proposto não se espera esses sintomas.

A participação no estudo é voluntária, e você e seu dependente têm o direito a receber informações dos seus resultados ao longo do estudo em qualquer momento bem como, desistir da participação em qualquer estágio do processo. Os resultados deste estudo serão mantidos confidenciais e quando divulgados preservarão o anonimato dos participantes. Você e seu dependente são livres para realizar perguntas antes, durante e após o estudo.

Em todas as visitas você (responsável) poderá acompanhar todos os procedimentos da pesquisa. Os voluntários serão acompanhados e terão assistência durante todo o tempo de procedimentos por uma equipe treinada, a qual é responsável pelo estudo.

O pesquisador responsável se compromete a acompanhar o andamento de sua participação e prestar eventuais informações a qualquer momento do estudo. Também se compromete, caso houver uma nova informação que altere o que foi previsto durante a obtenção deste consentimento informado, a avisar imediatamente aos participantes do estudo e o Comitê de Ética, providenciando uma nova versão deste termo de consentimento.

Qualquer dúvida ou dificuldade você pode entrar em contato com os pesquisadores responsáveis Júlia da Silveira Gross ou Alvaro Reischak de Oliveira pelos telefones 9103-7365 ou 3308-5862 ou se preferir pode tirar suas dúvidas diretamente no comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, o qual este localizado Av. Paulo Gama, 110 - 7º andar - Porto Alegre/RS ou pelo Fone/Fax: 51 3308-4085 - E-mail: pro-reitoria@propesq.ufrgs.br.

Eu, _____ e meu
dependente _____ fomos
informados sobre os objetivos acima especificados e da justificativa desta pesquisa, de
forma clara e detalhada e aceitamos participar voluntariamente do estudo.

Este termo de consentimento livre e esclarecido deverá ser preenchido em duas
vias, sendo uma mantida com o representante legal da criança, e outra mantida arquivada
pelo pesquisador.

Porto Alegre, _____ de _____ de _____.

Assinatura do responsável pelo participante da pesquisa

Assinatura do participante da pesquisa

Assinatura do pesquisador responsável

ANEXO 2 - TERMO DE ASSENTIMENTO (PARA MENORES)

Meu nome é Júlia da Silveira Gross e o meu trabalho é pesquisar sobre as coisas boas que o exercício físico pode fazer para as pessoas da sua idade e achamos que essa pesquisa pode nos ajudar a confirmar isso. Eu vou informar você e convidá-lo a participar dessa pesquisa. Você pode escolher se quer participar ou não. Discutimos esta pesquisa com seus pais ou responsáveis e eles sabem que também estamos pedindo seu acordo. Se você vai participar na pesquisa, seus pais ou responsáveis também terão que concordar. Mas se você não desejar fazer parte na pesquisa, não é obrigado, até mesmo se seus pais concordarem. Você pode discutir qualquer coisa deste formulário com seus pais, amigos ou qualquer um com quem você se sentir a vontade de conversar. Você pode decidir se quer participar ou não depois de ter conversado sobre a pesquisa e não é preciso decidir imediatamente. Pode haver algumas palavras que não entenda ou coisas que você quer que eu explique mais detalhadamente porque você ficou mais interessado ou preocupado. Por favor, peça que pare a qualquer momento e eu explicarei.

Queremos achar melhores maneiras para prevenir que as crianças aumentem o peso e precisamos de crianças/adolescentes que tenham a sua idade, por isso escolhemos você. Você não precisa participar desta pesquisa se não quiser. É você quem decide. Se decidir não participar da pesquisa, é seu direito e nada mudará no seu tratamento de saúde. Até mesmo se disser " sim " agora, poderá mudar de idéia depois, sem nenhum problema.

Você terá que comparecer três dias, todos pela manhã, no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) na Escola de Educação Física da UFRGS. No primeiro dia, serão feitas algumas perguntas sobre a saúde, alimentação e a prática de atividade física, após faremos uma avaliação da composição corporal que consiste em ver a quantidade de gordura e massa magra do seu corpo, por meio de medidas que necessitam ser realizadas com uso de traje de banho (sunga ou calção), após será você irá para uma sala sozinho e vai ter que ver algumas figuras da região genital e apontar qual a mais parecida com a sua. Neste dia, será realizado também um teste em bicicleta para avaliar o seu desempenho fazendo em exercício, para isso será colocada uma máscara que mede a quantidade de oxigênio que você consome. Não se preocupe que nada machuca.

Após uma semana você deverá voltar laboratório após 12 horas sem comer nada para ficar 30 minutos deitado, após você terá que fazer 45 minutos de exercício em bicicleta, após irá consumir uma refeição fornecida pelos pesquisadores e permanecer no laboratório em repouso por 2 horas e 30 minutos (neste período você poderá assistir TV ,

jogar vídeo-game, navegar na internet ou ler um livro que serão fornecidos). Após uma semana você deverá retornar laboratório e seguirá o mesmo protocolo descrito anteriormente, mas ao invés do exercício você ficará em repouso. Esses momentos terão por objetivo verificar o efeito do exercício, por isso que no outro dia você ficará sem fazer exercício. Há algumas outras coisas que eu gostaria que você soubesse que raramente acontecem durante o exercício, como um pouco de tontura, cansaço, enjoo. Isso quase nunca acontece, caso ocorra teremos pessoas preparadas para cuidar de você.

Nesses dois dias nós iremos colocar um "cano" flexível bem pequeno no seu braço para tirar o seu sangue, pois só pelo seu sangue iremos conseguir ver se o exercício físico é realmente bom, pois no momento que fazemos exercícios algumas substâncias no nosso sangue aumentam ou diminuem. O procedimento será feito por uma pessoa que faz isso muitas vezes em outras crianças/adolescentes como você. Você primeiro pode sentir uma picadinha, mas depois não deve sentir nada. Será colocado assim que você chegar e retirado ao final da manhã.

Não há nada que nos preocupe. Porém, se qualquer coisa incomum acontecer a você, precisaremos saber e você deverá se sentir à vontade de nos chamar a qualquer momento para falar sobre suas preocupações ou perguntas. Se você tiver preocupações ou perguntas nesse meio tempo, você deverá informar a mim e não precisa esperar por uma visita marcada.

Não falaremos para outras pessoas que você está nesta pesquisa e também não compartilharemos informação sobre você para qualquer um que não trabalha na pesquisa. Depois que a pesquisa acabar os resultados serão informados para você e para seus pais. As informações sobre você serão coletadas na pesquisa e ninguém, exceto os investigadores poderão ter acesso a elas. Qualquer informação sobre você terá um número ao invés de seu nome. Só os investigadores saberão qual é o seu número e manteremos em sigilo. Ela não será compartilhada com quem quer que seja exceto, alguém que tenha permissão de acesso à informação.

Quando terminarmos a pesquisa, eu sentarei com você e seus pais e falaremos sobre o que aprendemos com a pesquisa. Eu também lhe darei um papel com os resultados por escrito. Depois, iremos falar com mais pessoas, cientistas e outros, sobre a pesquisa. Faremos isto escrevendo e compartilhando relatórios e indo para as reuniões com pessoas que estão interessadas no trabalho que fazemos.

Você não tem que estar nesta pesquisa. Ninguém estará furioso ou desapontado com você se você disser não, a escolha é sua. Você pode pensar nisto e falar depois se você quiser. Você pode dizer " sim " agora e mudar de idéia depois e tudo continuará bem.

Você pode me perguntar agora ou depois. Eu escrevi um número de telefone e endereço onde você pode nos localizar ou, se você estiver por perto, você poderá vir e nos ver. Se você quiser falar com outra pessoa tal como o seu professor ou doutor ou tia, não tem problema.

Meu telefone: (51) 3308 5862 ou 9103 7365

Endereço: Av Felizardo, 560 - Porto Alegre

Porto Alegre, _____ de _____ de _____.

Assinatura da criança/adolescente

Assinatura dos pais/responsáveis

Ass. Pesquisador

ANEXO 3 - AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE FÍSICA

QUESTIONÁRIO SOBRE ATIVIDADE FÍSICA REGULAR - PAQ-C

Gostaria de saber que tipos de atividade física você praticou NOS ÚLTIMOS SETE DIAS (nessa última semana). Essas atividades incluem esporte e dança que façam você suar ou que façam você sentir suas pernas cansadas, ou ainda jogos (tais como pique), saltos, corridas e outros, que façam você se sentir ofegante. LEMBRE-SE:

A. Não existe certo ou errado – este questionário não é um teste.

B. Por favor, responda todas as questões de forma sincera e precisa – é muito importante para o resultado.

1. Você fez alguma atividade Física NOS ÚLTIMOS SETE DIAS (na semana passada)? Se sim, quantas vezes?

Marque apenas um x por tipo de atividade

Tipo de atividade	Nenhum a vez	1-2 vezes	3-4 vezes	5-6 vezes	7 vezes ou mais
01.Saltos	<input type="radio"/>				
02.Atividade no parque ou playground	<input type="radio"/>				
03.Pique	<input type="radio"/>				
04.Caminhada	<input type="radio"/>				
05.Andar de bicicleta	<input type="radio"/>				
06.Correr ou trotar	<input type="radio"/>				
07.Ginástica aeróbica	<input type="radio"/>				
08.Natação	<input type="radio"/>				
09.Dança	<input type="radio"/>				
10.Andar de skate	<input type="radio"/>				
11.Futebol	<input type="radio"/>				
12.Voleibol	<input type="radio"/>				
13.Basquete	<input type="radio"/>				
14.“Queimado”	<input type="radio"/>				
15.Outros (liste no espaço)					

2. Nos últimos 7 dias, durante as aulas de Educação Física, o quanto você foi ativo (jogou intensamente, correu, saltou e arremessou)?

Marque apenas uma das alternativas

Eu não faço as aulas

Raramente

Algumas vezes

Freqüentemente

Sempre

3. Nos últimos 7 dias, o que você fez na maior parte do intervalo de aula?

Marque apenas uma das alternativas

- Ficou sentado (conversando, lendo, ou fazendo trabalho de casa)
- Ficou em pé, parado ou andou
- Correu ou jogou um pouco
- Correu ou jogou um bocadinho
- Correu ou jogou intensamente a maior parte do tempo

4. Nos últimos 7 dias, o que você fez normalmente durante o horário de almoço (além de almoçar)?

Marque apenas uma das alternativas

- Ficou sentado (conversando, lendo, ou fazendo trabalho de casa)
- Ficou em pé, parado ou andou
- Correu ou jogou um pouco
- Correu ou jogou um bocadinho
- Correu ou jogou intensamente a maior parte do tempo

5. Nos últimos 7 dias, quantos dias da semana você praticou algum esporte, dança ou jogos em que você foi muito ativo, LOGO DEPOIS DA ESCOLA?

Marque apenas uma das alternativas

- Nenhum dia
- 1 vez na semana passada
- 2 ou 3 vezes na semana passada
- 4 vezes na semana passada
- 5 vezes na semana passada

6. Nos últimos 7 dias, quantas vezes você praticou algum esporte, dança ou jogos em que você foi muito ativo, A NOITE?

Marque apenas uma das alternativas

- Nenhum dia
- 1 vez na semana passada
- 2 – 3 vezes na semana passada
- 4 – 5 vezes na semana passada
- 6 – 7 vezes na semana passada

7. NO ÚLTIMO FINAL DE SEMANA, quantas vezes você praticou algum esporte, dança ou jogos em que você foi muito ativo?

- Nenhum dia
- 1 vez
- 2 – 3 vezes
- 4 – 5 vezes
- 6 ou mais vezes

8. Em média quantas horas você assiste televisão por dia? _____ horas.

9. Qual das opções abaixo melhor representa você nos últimos 7 dias?

LEIA TODAS AS 5 AFIRMATIVAS ANTES DE DECIDIR QUAL É A MELHOR OPÇÃO

Todo, ou quase todo, o meu tempo livre eu utilizei fazendo coisas que envolvem pouco esforço físico (assistir TV, fazer trabalho de casa, jogar vídeo games)O

Eu pratiquei alguma atividade física (1-2 vezes na última semana) durante o meu tempo livre (Ex: Praticou esporte, correu, nadou, andou de bicicleta, fez ginástica aeróbica)O

Eu pratiquei atividade física no meu tempo livre (3-4 vezes na semana passada).....O

Eu geralmente pratico atividade física no meu tempo livre (5-6 vezes na semana passada)O

Eu pratiquei atividade física regularmente no meu tempo livre na semana passada (7 ou mais vezes)O

10. Comparando você com outras pessoas da mesma idade e sexo, como você se considera?

Marque apenas uma das alternativas

- Muito mais em forma..... O
Mais em forma..... O
Igualmente em forma..... O
Menos em forma..... O
Completamente fora de forma..... O

11. Você teve algum problema de saúde na semana passada que impediu que você fosse normalmente ativo?

- Sim..... O
Não..... O

Se sim, o que impediu você de ser normalmente ativo? _____

12. Comparando você com outras pessoas da mesma idade e sexo, como você se classifica em função da sua atividade física nos últimos 7 dias?

Marque apenas uma das alternativas

- Eu fui muito menos ativo que os outros..... O
Eu fui um pouco menos ativo que os outros..... O
Eu fui igualmente ativo..... O
Eu fui um pouco mais ativo que os outros..... O
Eu fui muito mais ativo que os outros..... O

13. Marque a frequência em que você praticou atividade física (esporte, jogos, dança ou outra atividade física) na semana passada.

Marque apenas uma das alternativas em cada dia da semana

	Nenhuma vez	Algumas vezes	Poucas vezes	Diversas vezes	Muitas vezes
SEGUNDA	<input type="radio"/>				
TERÇA	<input type="radio"/>				
QUARTA	<input type="radio"/>				
QUINTA	<input type="radio"/>				
SEXTA	<input type="radio"/>				
SÁBADO	<input type="radio"/>				
DOMINGO	<input type="radio"/>				

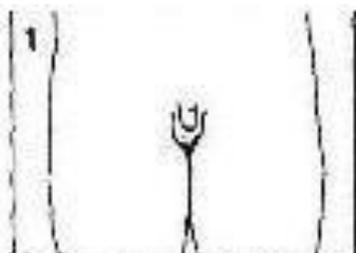
ANEXO 4 – CONTROLE DIETÉTICO - RECORDATÓRIO ALIMENTAR

O objetivo deste registro é conhecer os seus hábitos alimentares. Para que eles estejam o mais próximo possível da sua realidade, é importante que você anote TUDO o que comer e beber neste dia, durante as refeições e entre elas. Anote as quantidades (raso, cheio), as medidas caseiras (copo de requeijão, xícara, colher de sopa/chá, concha média, prato raso/fundo). Detalhe o tipo de alimento consumido, se o pão é integral ou branco, se o suco é artificial ou natural, se adoçou com açúcar ou adoçante, se o leite é desnatado ou integral, se comeu alguma fruta ou salada, especificar qual (por exemplo maçã, banana, rúcula, tomate, etc). Sempre que possível, procure anotar as marcas dos fabricantes (por exemplo, requeijão *nestlé*, pão de sanduíche *nutrella*, etc.), indicar quando o alimento for *light* ou *diet*. Seja o mais preciso e honesto possível, é melhor superestimar a quantidade de alimento consumido do que subestimar, ou não fazer nenhuma estimativa.

Exemplo de preenchimento:

Hora	Lugar	Medida Caseira	Alimento	Marca
7:00	Casa	1 copo de requeijão 1 colher de sopa cheia 2 fatias 1 colher de sopa rasa 1 fatia média	Leite Integral Achocolatado Pão de Sanduíche Margarina Queijo lanche	Santa Clara Nescau Seven Boys Becel
10:00	Fora	1 unidade	Barra Cereal Banana	Nutry
13:00	Fora	1 bife grande 8 colheres de sopa 1 concha média 2 colheres sopa cheias 3 folhas médias 1 colher sopa rasa 2 pegadores	Carne de gado magra Arroz Feijão Vagem Cozida Alface Azeite de Oliva Batata Frita	
16:00	Fora	1 unidade média 1 pote 200 ml	Maçã Iogurte de Morango	Elegê
18:00	Casa	6 unidades 1 lata	Bolacha Cream Craker Coca Cola Light	Nestlé
20:30	Casa	1 prato raso cheio 6 colheres de sopa 1 bife médio ½ unidade 2 rodela grandes	Macarrão Cozido Molho de Tomate Peito de Frango Cenoura crua ralada Tomate	Pomarola

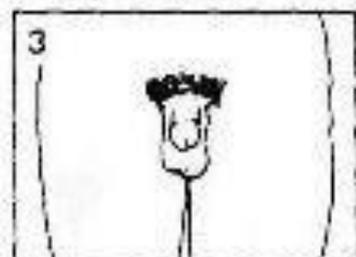
ANEXO 5 - DESENVOLVIMENTO PUBERAL MASCULINO (TANNER, 1982)



Estágio - 1
Ausência de pêlos pubianos



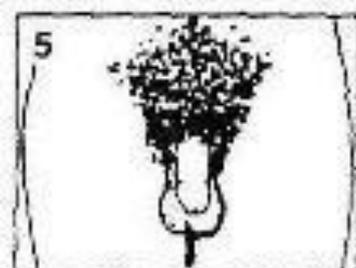
Estágio - 2
Pouco pêlos pubianos, pouco pigmentados, lisos ou pouco encaracolados, de cada lado da base do pênis.



Estágio - 3
Pêlos se estendem sobre a sínfise púbica, e são consideravelmente mais grossos, mais escuros e normalmente mais encaracolados.



Estágio - 4
Pêlos já têm aspecto adulto, mas cobrem uma área menor, não se estendendo para a face interna das coxas.



Estágio - 5
Pêlos são adultos em quantidade e na aparência, estendendo-se para a face interna das coxas.

ANEXO 6 - DESENVOLVIMENTO GENITAL MASCULINO (TANNER, 1982)



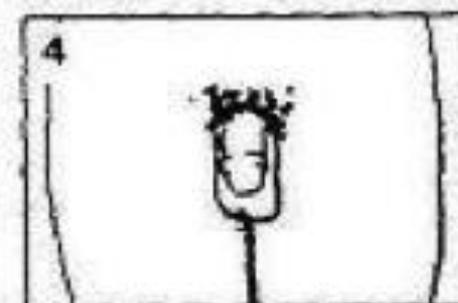
Estágio - 1
Do nascimento até a puberdade.
Discreto aumento de tamanho.
Pequena mudança de aparência.



Estágio - 2
Escroto começa a aumentar.
Pele mais avermelhada.
Mudança na textura da pele.



Estágio - 3
Pênis aumenta em comprimento,
pouco no diâmetro. Crescimento
da bolsa escrotal.



Estágio - 4
Bolsa escrotal e testículos
crescem. Pênis aumenta de
tamanho, mais no diâmetro.

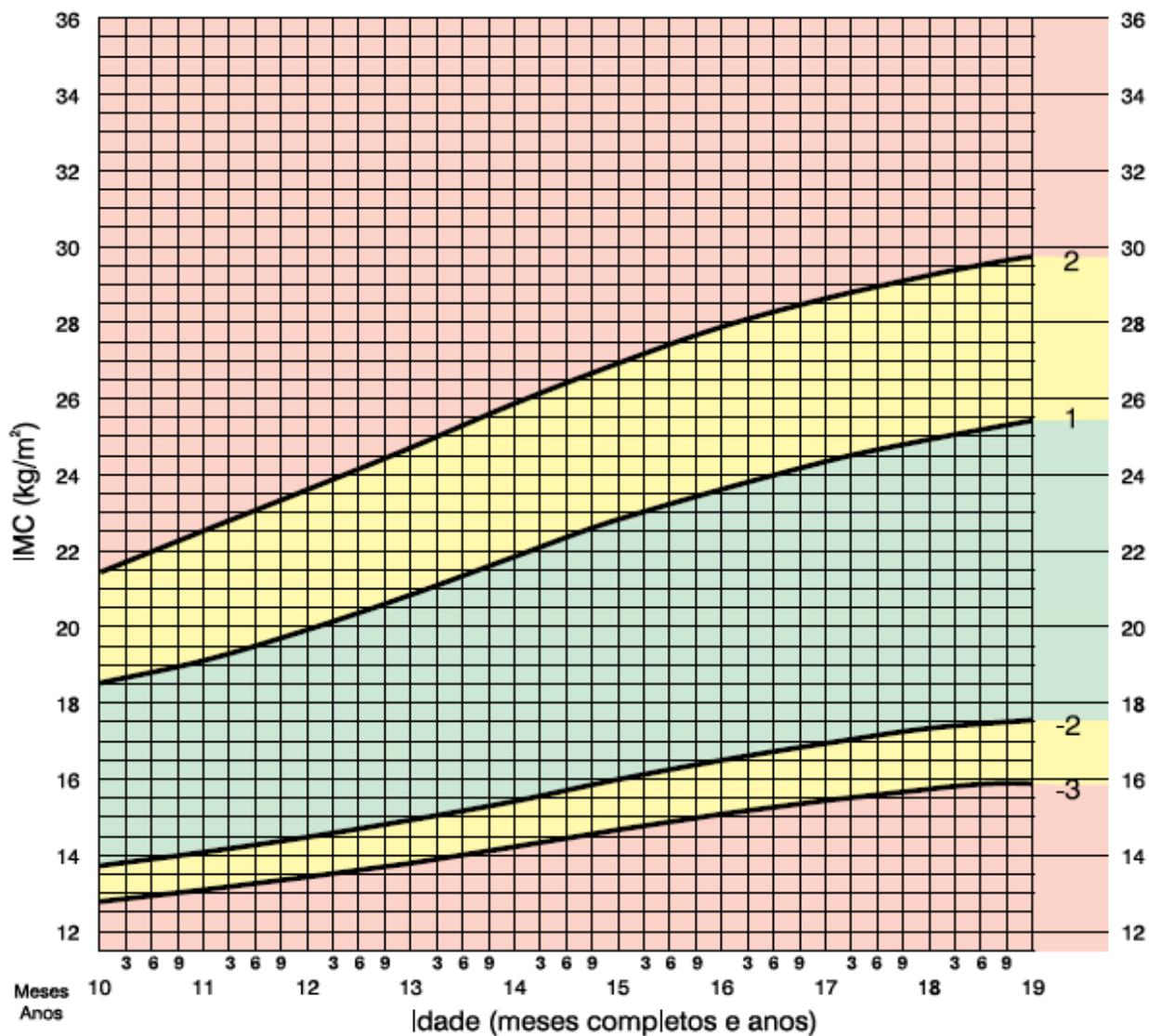


Estágio - 5
Genitália adulta em tamanho e
aparência

ANEXO 7 – GRÁFICO DE IMC

Gráfico de IMC por idade

Dos 10 aos 19 anos (escores-z)



Valores Críticos DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL	
> Escore-z +2	Obesidade
> Escore-z +1 e < Escore-z +2	Sobrepeso
> Escore-z -2 e < Escore-z +1	Eutrofia (IMC Adequado para a idade)
> Escore-z -3 e < Escore-z -2	Magreza
< Escore-z -3	Magreza accertuada

Fonte: Ministério da Saúde