

SILVIO LOPES ALABARSE

**“RESPOSTAS METABÓLICAS NOS LIMIARES DE LACTATO E
ANAERÓBIO, NA MUSCULATURA ESQUELÉTICA DOS
MEMBROS INFERIORES DE IDOSAS, NO TESTE DE
BRUCE MODIFICADO”**

**Tese apresentada à Universidade
Federal de São Paulo-Escola Paulista
de Medicina, para obtenção do Título
de Mestre em Ciências**

**SÃO PAULO
2005**

SILVIO LOPES ALABARSE

“RESPOSTAS METABÓLICAS NOS LIMIARES DE LACTATO E ANAERÓBIO, NA MUSCULATURA ESQUELÉTICA DOS MEMBROS INFERIORES DE IDOSAS, NO TESTE DE BRUCE MODIFICADO”

Tese apresentada à Universidade Federal de São Paulo-Escola Paulista de Medicina, para obtenção do Título de Mestre em Ciências

Programa de Pós-Graduação em Reabilitação
Coordenador: Prof. Dr. José Roberto Jardim
Orientador: Prof. Dr. Luiz Roberto Ramos
Co-Orientadora: Prof^a. Ms. Mara L. D. R. Denadai

**SÃO PAULO
2005**

Alabarse, Silvio Lopes

Respostas metabólicas nos limiares de lactato e anaeróbio, na musculatura esquelética dos membros inferiores de idosos, no teste de Bruce modificado / Silvio Lopes Alabarse --São Paulo, 2005. cli, 151f.

Tese (Mestre) Universidade Federal de São Paulo. Escola Paulista de Medicina. Programa de Pós-graduação.

Título em inglês: Metabolic responses of the lactate and anaerobic threshold of lower limb's skeletal muscles of elderly women, assessed through the modified Bruce Protocol.

1. Limiar anaeróbio 2. Ergometria 3. Músculo esquelético 4. Extremidade inferior 5. Idosos

SILVIO LOPES ALABARSE

“RESPOSTAS METABÓLICAS NOS LIMIARES DE LACTATO E ANAERÓBIO, NA MUSCULATURA ESQUELÉTICA DOS MEMBROS INFERIORES DE IDOSAS, NO TESTE DE BRUCE MODIFICADO”

Presidente da Banca: Prof. Dr. Luiz Roberto Ramos

Banca Examinadora:

Titulares:

Prof. Dr. José Roberto Brito Jardim

Prof. Dr. Marco Túlio de Mello

Prof. Dr. Benedito Sergio Denadai

Suplente:

Prof. Dr. João Fernando Laurito Gagliardi

Aprovada em: 20 / 12 / 2005

Dedicatória

*A minha família, filha, **Giovanna Fuentes Lobo Alabarse**, que a cada luz do dia, me oferta forças para ir em frente e esposa **Giuliana Fuentes Lobo Alabarse**.*

Agradecimentos

A Deus, a quem agradecer em palavras seria egoísmo, simplesmente obrigado.

Aos meus pais, Rosa Maria Lopes, Armando Landim Alabarse, pela minha criação e formação do meu caráter, à irmã, Márcia Lopes Alabarse.

A Maria Teresa de Sousa Alabarse, pela franqueza e sinceridade.

Ao Doutor Luiz Roberto Ramos, pela oportunidade de realizar esta tese nesta conceituosa instituição.

A minha co-orientadora, Professora Mara Lucy Dompietro Ruiz Denadai, que mais uma vez guiou-me no caminho do conhecimento e formação profissional, ética e moral.

Ao Professor Doutor José Roberto Brito Jardim, coordenador da pós-graduação da Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina, pelas informações que contribuíram valiosamente para este estudo.

Ao Professor Doutor Marco Túlio de Mello, coordenador do CEPE – Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício e ao Professor Doutor Sergio Tufik da Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina, pelo incentivo e liberação do departamento de pesquisa para a realização dos testes ergoespirométricos.

À AFIP – Associação de Fundo de Incentivo a Psicofarmacologia e Exercício.

Ao Dr. Turíbio Leite de Barros Neto e ao Dr. Edgar Freire pelo apoio técnico aos testes de esforço físico do CEMAFE – Centro de Medicina da Atividade Física e do Esporte.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior CAPES pelo apoio financeiro na realização da pesquisa.

A Sueli Fuentes Lobo e Francisco Wanderlei Lobo, pelo estímulo a vida acadêmica e o apoio fraternal.

A Roche Diagnóstica do Brasil, divisões *Diabetes Care*, *Near Patient Testing* (RNP), pela doação dos equipamentos, tiras reagentes e o apôio incondicional permanente.

A Maria Antonia de Almeida Prado Campos e ao Professor Alceu Landim Alabarse pelo carinho da revisão lingüística.

A Adriana Fuentes Lobo, Maritza Fabianee Kazuko Azato, Sheila Bertolino, Fernando Cezar Alves de Salles e Mário Giovannini Neto, pelo apôio técnico nas avaliações metabólicas no CEPE.

A Ana Paula Sivieiro, Camila Daniel e Fernanda Simões, do departamento de nutrição do Lar Escola São Francisco / Escola Paulista de Medicina no auxilio nas avaliações antropométricas.

A Marcela Hipolita Aguirre, secretária da pós-graduação, pela competência e orientações administrativas.

Ao Professor Doutor Wilson Maciel da Escola Paulista de Medicina pela sua sinceridade e espírito de bondade.

À Professora Maria Augusta Peduti Dal’Molin Kiss e a Edson Toshiyuki Degati do Laboratório CENESP-USP/EEFE/LADESP da Universidade de São Paulo, pelas informações cedidas e empréstimo de material.

A todos os meus ex-professores e amigos que de alguma forma contribuíram para a minha carreira acadêmica.

E, principalmente, às queridas alunas voluntárias do Lar Escola São Francisco, pela dedicação, pontualidade e carinho, como participantes deste estudo, que sem elas, é claro, nada seria possível.

RESUMO

Introdução: Atualmente encontramos uma emergente procura de idosas acima de 60 anos de idade pela prática de exercícios físicos. Existe uma grande preocupação dos profissionais da área de saúde em diagnosticar primeiramente a condição física de iniciantes ou já praticantes de atividades físicas, nesta faixa etária, através de um teste ergométrico usado em larga escala, denominado protocolo modificado de Bruce, tendo, em geral, como objetivo, analisar as respostas cardíacas do envolvido, principalmente as eletrocardiográficas, não relatando o comportamento metabólico devido ao estímulo sugerido no teste. Como descrito na literatura, indivíduos jovens, não sedentários, no final de um teste de esforço, apresentam, em geral, o limiar de lactato (LLac 3,5mMol) e respectiva fadiga muscular, após atingirem o limiar anaeróbio I. No entanto, em idosas, deste estudo, suspeitamos que este comportamento não seria o mesmo, também atingiriam o limiar anaeróbio I, porém, na finalização do teste, apresentariam o limiar de lactato com valores inferiores (LLac 2mMol) em relação a indivíduos com menos idade, representando uma fadiga muscular (periférica) precoce em relação a sujeitos jovens. **Objetivo:** analisar as respostas metabólicas nos limiares de lactato e anaeróbio, na musculatura esquelética dos membros inferiores de idosas, no teste de Bruce modificado. **Material e Métodos:** Analisamos 16 indivíduos do sexo feminino, com idade média de 69 ± 6 anos através de um teste ergométrico tipo rampa, protocolo modificado de Bruce, em esteira rolante elétrica, com um analisador de trocas gasosas e um lactímetro. Avaliou-se a resposta do lactato sanguíneo, procurando identificar se os sujeitos estavam acima do limiar de lactato fixo de 2mMols ao final do teste em exaustão física, após atingirem o limiar anaeróbio I, representando uma fadiga central e periférica concomitante. **Resultados:** Os sujeitos envolvidos apresentaram valores de lactato superiores ao limiar de lactato fixo de 2mMols, após estarem acima do limiar anaeróbio I, ao atingirem o maior desempenho físico no protocolo modificado de Bruce. **Conclusão:** Ao contrário de sujeitos jovens, que apresentam, em geral, fadiga muscular no final de um teste de esforço com valores elevados de lactato sanguíneo, idosas do grupo investigado, como nós esperávamos, demonstraram fadiga na musculatura, com índices menores de lactato, quando ultrapassado o limiar anaeróbio I e o limiar de lactato fixo de 2mMols ($p \leq 0,001$), indicando, assim, a ocorrência de fadiga simultânea da musculatura esquelética dos membros inferiores e da capacidade de troca respiratória, devido à acidose metabólica.

palavras chaves: 1- Limiar anaeróbio 2- Ergometria 3- Músculo esquelético
4- Extremidade inferior 5- Idosas.

ABSTRACT

Introduction: Recently there has been a substantial increase of elderly women over 60 years old looking for exercise practice, aiming therapeutical or recreational proposes. There is a great concern of health professionals to diagnose the physical condition of beginners and those who are already practitioners of physical activities in this age group, through a largely applied ergometric test, the Modified Bruce Protocol, which aims to analyze cardiac responses of the individual, mainly through the electrocardiographical aspects, without quoting the metabolic behavior related to the stimulus suggested in the test. As described in literature, non-sedentary young subjects, at the end of an effort test, usually present the lactate threshold (TrLac 3.5 mMol) and muscle fatigue after achieving the anaerobic threshold I. Nevertheless, in the group of edelry women assessed in this study, it was presumed that this behavior would not be the same: they would also achieve the anaerobic threshold I, but at the end of the test they would present a lower values of lactate threshold (TrLac 2 mMol) compared to younger subjects, demonstrating that the periferic muscle fatigue, occurs more precociously than in younger subjects. **Objective:** Analyze the metabolic responses of the lactate and anaerobic threshold of lower limb's skeletal muscles of edelry women, assessed through the Modified Bruce Protocol. **Materials and Methods:** 16 women with median age of 69 years old were assessed through the ramp ergometric test, designated as the Modified Bruce Protocol, in a treadmill with a device which analyzes gas exchanges and also a lactate analyzer. The subjects' metabolic response to blood lactate was analyzed in order to identify if the lactate threshold was higher than the settled value of 2mMols by the end of the test, when the individuals were in physical exhaustion, after achieving anaerobic threshold I, which represents a simultaneous central and peripheral fatigue. **Results:** The individuals involved in this study reached blood lactate rates higher than the settled value of 2m/Mols after exceeding the anaerobic threshold I and achieving the highest physical performance in the Modified Bruce Protocol. **Conclusion:** In contrast to young adults, that mainly achieve muscle fatigue at the end of an effort test with high blood lactate rates, the group of edelry women assessed in this research, as expected, had muscle's fatigue and presented lower lactate rates, when the anaerobic threshold I and the settled lactate threshold of 2mMols ($p \leq 0.001$) was exceeded, thus denoting fatigue both in skeletal muscles of lower limbs as well as of the respiratory exchange due to metabolic acidosis.

Key-words: anaerobic threshold, ergometrics, skeletal muscle, lower limb, edelry women.

SUMÁRIO

Dedicatória.....	iii
Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	vii
Abstract.....	viii
Índice de tabelas.....	xii
Índice de figuras.....	xiii
Índice de anexos.....	xv
Abreviaturas.....	xix
1. Introdução.....	01
1.1. Demografia.....	01
1.2. Intensidades de exercícios, variáveis antropométricas e metabólicas	08
1.3. Características gerais	10
2. Justificativa, Hipótese e Objetivos.....	12
2.1. Justificativa.....	12
2.2. Hipótese.....	13
2.3. Objetivo geral.....	14
2.4. Objetivo específico.....	14
3. Envelhecimento humano e atividade física.....	15

4. Limiar de lactato.....	21
5. Consumo de O₂ Máximo (VO_{2máx.}) e envelhecimento	37
6. Treinamento físico aeróbio com idosos.....	46
7. Locomoção e envelhecimento.....	51
8. Farmacologia e idosos.....	53
9. Casuística e Métodos.....	54
9.1. Casuística.....	54
9.1.1. Critérios de Inclusão.....	54
9.1.2. Critérios de Exclusão.....	54
9.2. Métodos.....	55
9.2.1. Amostra.....	55
9.2.2. Espirometria.....	56
9.2.3. Teste incremental de membros inferiores.....	56
9.2.4. Teste modificado de Bruce.....	56
9.2.5. Coleta das amostras do lactato sanguíneo.....	62
9.2.6. Avaliação antropométrica.....	64
9.2.7. Outros equipamentos.....	69
10. Análise estatística.....	72
11. Resultados.....	73

11.1. Resposta metabólica do lactato sanguíneo no teste de Bruce modificado, da musculatura esquelética, dos membros inferiores, de idosas.....	73
11.2. Relação entre a coleta final de lactato após o eletrocardiograma (T1) e o teste de esforço máximo T2).....	76
11.3. Relação entre a coleta final de lactato após teste de esforço físico máximo para identificar os limiares (T2) e a gordura corporal da amostra.....	78
11.4. Relação entre a coleta final de lactato após teste de esforço físico máximo para identificar os limiares (T2) e a massa corporal magra da amostra.....	80
11.5. Relação entre a coleta final de lactato após teste de esforço físico máximo para identificar os limiares (T2) e o índice de massa corpórea da amostra.....	82
11.6. Relação entre a frequência cardíaca máxima atingida após o teste de eletrocardiograma (T1) e o teste para análise dos limiares (T2) da amostra.....	84
12. Discussão.....	86
13. Conclusão.....	92
14. Referências bibliográficas.....	93
15. Anexos.....	101

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Classificação do índice de massa corpórea.

Tabela 2 - Valores da relação cintura/quadril conforme a idade.

Tabela 3 - Características biológicas da amostra.

Índice de Figuras

- Figura 1** - Ação da enzima LDH na conversão do piruvato em lactato sanguíneo.
- Figura 2** - Conseqüências fisiológicas devido ao aumento da mitocôndria celular.
- Figura 3** - Teste modificado de Bruce.
- Figura 4** - Reação enzimática da fita reagente do lactímetro Accutrend Lactato[®].
- Figura 5** - Lactato sanguíneo: coletas imediatamente após o teste de esforço.
- Figura 6** - Correlação entre a coleta final do teste 1 (T1) e a coleta final do teste 2 (T2).
- Figura 7** - Correlação entre o lactato coletado imediatamente após ao teste de esforço máximo (T2) para análise do limiar de lactato fixo (2mMols) e gordura corporal.
- Figura 8** - Correlação entre o lactato coletado imediatamente após ao teste de esforço máximo (T2) para análise do limiar de lactato fixo (2mMols) e massa corporal magra.

Figura 9 - Correlação entre o lactato coletado imediatamente após ao teste de esforço máximo (T2) para análise do limiar de lactato fixo (2mMols) e índice de massa corpórea.

Figura 10 - Correlação entre a frequência cardíaca máxima do teste 1 (T1) e a frequência cardíaca máxima do teste de esforço máximo (T2) para análise do limiar de lactato fixo (2mMols).

Índice de Anexos

- Anexo 1** – Valores referentes ao lactato sanguíneo com coletas pré-teste, imediatamente após o teste de esforço físico máximo e 1º e 4º minutos de recuperação no protocolo modificado de Bruce em 16 sujeitos idosos.
- Anexo 2** – Valores referentes à coleta de lactato após o teste de esforço físico máximo no eletrocardiograma, assim como a F.C. pré-teste, F.C. máxima, P.A. sistólica e diastólica pré-teste e máxima, débito cardíaco estimado, $VO_{2máx.}$ predito, glicemia pós-teste, estágio atingido, exaustão ou interrupção do teste.
- Anexo 3** – Valores referentes ao $VO_{2máx.}$ para cada estágio e maior valor do teste de esforço físico máximo no protocolo modificado de Bruce em 16 sujeitos idosos.
- Anexo 4** – Valores referentes a coleta da frequência cardíaca pré-teste, cada estágio, máxima e recuperação do 1º, 2º e 3º minutos, assim como a pressão arterial pré-teste e máxima do teste máximo de esforço físico no protocolo modificado de Bruce em 16 sujeitos idosos.
- Anexo 5** – Valores referentes a coleta do quociente respiratório (QR) para cada estágio e maior valor do teste de esforço físico máximo no protocolo modificado de Bruce em 16 sujeitos idosos.
- Anexo 6** – Valores referentes a coleta da glicemia, colesterol e triglicérides após o 1º e 4º minutos de recuperação do teste de esforço físico máximo no protocolo modificado de Bruce em 16 sujeitos idosos.

- Anexo 7** – Valores referentes ao estágio atingido, tempo máximo, temperatura e umidade local, exaustão e interrupção do teste de esforço físico máximo no protocolo modificado de Bruce em 16 sujeitos idosas.
- Anexo 8**– Valores individuais, médias, desvios padrão, máximo, mínimo, moda e percentuais referentes ao lactato sanguíneo com coletas pré-teste, imediatamente após o teste de esforço físico máximo e 1º e 4º minutos de recuperação no protocolo modificado de Bruce em 16 sujeitos idosas.
- Anexo 9**– Valores individuais, médias, desvios padrão, máximo, mínimo, moda e percentuais referentes ao lactato sanguíneo com coleta imediatamente após o teste de esforço físico máximo do eletrocardiograma no protocolo modificado de Bruce em 16 sujeitos idosas.
- Anexo 10**– Valores individuais, médias, desvios padrão, máximo, mínimo, moda e percentuais referentes à gordura corporal, massa corporal magra, IMC e relação cintura/quadril da amostra.
- Anexo 11**– Valores individuais, médias, desvios padrão, máximo, mínimo, moda e percentuais referentes ao $VO_{2máx.}$ para cada estágio do teste de esforço físico máximo no protocolo modificado de Bruce em 16 sujeitos idosas.
- Anexo 12** – Valores individuais, médias, desvios padrão, máximo, mínimo, moda e percentuais referentes ao $VO_{2máx.}$ do teste de esforço físico máximo no protocolo modificado de Bruce em 16 sujeitos idosas.
- Anexo 13** – Valores individuais, médias, desvios padrão, máximo, mínimo, moda e percentuais referentes à frequência cardíaca pré-teste, estágios 1, 2 e 3 do teste de esforço físico máximo no protocolo modificado de Bruce em 16 sujeitos idosas.

Anexo 14 – Valores individuais, médias, desvios padrão, máximo, mínimo, moda e percentuais referentes à frequência cardíaca do quarto estágio, 1º, 2º e 3º minutos de recuperação do teste de esforço físico máximo no protocolo modificado de Bruce em 16 sujeitos idosas.

Anexo 15 – Valores individuais, médias, desvios padrão, máximo, mínimo, moda e percentuais referentes à frequência cardíaca máxima do teste de esforço físico máximo T1 e T2 no protocolo modificado de Bruce em 16 sujeitos idosas.

Anexo 16 –

Anexo 21 – Agradecimento aos participantes da tese.

Anexo 22 – Termo de consentimento livre e esclarecido aplicado aos participantes da referida tese.

Anexo 23 – Materiais utilizados no estudo.

Anexo 24 – Cronograma usado para o desenvolvimento da pesquisa.

Anexo 25 – Carta de aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina.

ABREVIATURAS

ACSM: *American College of Sports Medicine*

AHA: *American Heart Association*

ATP: Trifosfato de adenosina

ATP-ase: Enzima miofibrilar

AVC: Acidente vascular cerebral

bpm: Batimentos cardíacos por minuto

C AB: Circunferência abdominal média

CB: Circunferência de braço

CC: Circunferência de cintura

CELAFISCS: Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul

CEPRAP: Centro Brasileiro de Análise e Planejamento

CEPUNIFESP: Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo

CP: Circunferência de perna

CQ: Circunferência de quadril

CV: Coeficiente de variação

Dc: Densidade corporal

DMNID: Diabetes melito não insulino dependente

DP: Duplo produto

ECG: Eletrocardiograma

ECREPA: Grupo Europeu para Investigação da Atividade Física para Idosos

EPE: Erro padrão de estimativa

EPM: Escola Paulista de Medicina

ET: Estatura corporal

FC: Frequência cardíaca

FCMáx: Frequência cardíaca máxima

FIOCRUZ: Fundação Osvaldo Cruz

GC: Gordura corporal

GCT: Glicemia – colesterol – triglicérides

GD: Gêmios dizigóticos

GM: Gêmios monozigóticos

HDL: Lipoproteína de alta intensidade

IA: Coleta de lactato imediatamente após o teste de esforço físico

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IMC: Índice de massa corpórea

[Lac]: Concentração de lactato sanguíneo

LAn: Limiar anaeróbio

LDH: Lactato desidrogenase

LDL: Lipoproteína de baixa intensidade

LESF: Lar Escola São Francisco

LL: Limiar de lactato

M: Massa corporal

MCM: Massa corporal magra

MLACSS: Máxima fase estável de lactato sanguíneo

MLG: Massa livre de gordura

NAD: Dinucleotídio adenina nicotinamida

NADH: Nicotinamida adenina dinucleotídeo hidrogênio

OMS: Organização Mundial de Saúde

ONU: Organização das Nações Unidas

OPLA: *Onset of plasma lactate accumulation*

PAM: Pressão arterial média

QR: Coeficiente respiratório

R1: Recuperação física do primeiro minuto

R4: Recuperação física do quarto minuto

r: Coeficiente de correlação

R C/Q: Relação cintura quadril

RP: Resistência periférica

T1: Teste de eletrocardiograma da amostra

T2: Teste de esforço máximo dos limiares da amostra

TMR: Taxa metabólica de repouso

UNIFESP: Universidade Federal de São Paulo

V_E máx.: Volume de ventilação máxima

VO_2 : Consumo de oxigênio

$VO_{2\text{máx.}}$: Consumo máximo de oxigênio

VS: Volume sistólico

1. INTRODUÇÃO

1.1. DEMOGRAFIA

Diversas são as informações que norteiam os meios de comunicações afirmando que a população de idosos está sofrendo um significativo aumento³¹. De acordo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a população mundial aumentará de seis bilhões em 2000 para 10 bilhões em 2050^{58,68}. Nesta mesma fase, a quantidade de pessoas com mais de 60 anos deverá triplicar, modificando de 600 milhões para 2 bilhões de idosos.

Cerca de 600 milhões de idosos vivem atualmente no mundo, aproximadamente 370 milhões se encontram nos países em desenvolvimento. Os indicativos para os próximos 20 anos apontam para um contingente de mais de 1 bilhão, dos quais 700 milhões (70%) destes estarão residindo em países considerados pobres¹¹.

Em acréscimo, de acordo Elza S. Berquó do Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (Cepap), “no mundo, a proporção de idosos superou a de crianças em 1998”⁴⁷.

Segundo estimativas da OMS em 2020, três quartos de todos os óbitos observados nos países classificados como em desenvolvimento estarão relacionados ao processo de envelhecimento, como câncer, doenças do aparelho respiratório e diabetes¹¹.

Estima-se que, em 2030, teremos uma proporção de pessoas acima de 65 anos de 25% da população, podendo chegar a 30% em países da Europa continental que teve um envelhecimento mais rápido, de acordo o Centro de Estudos Internacionais e Estratégicos⁶⁴.

Com esta mesma perspectiva, cita-se que até o ano de 2050, 25% da população dos países pobres terão mais de 60 anos de idade. Considera-se ainda que a faixa etária que apresenta um maior aumento no mundo é a de pessoas acima de 80 anos de idade, cujo o crescimento é de 3,8% ao ano^{23,31,32}. Relata-se, ainda, que, em 2000, no Brasil, os sujeitos de 80 anos ou mais representavam 1,8 milhão. Em 2050, eles serão 13,7 milhões⁹.

Este fenômeno não é restrito exclusivamente aos países desenvolvidos, segundo a Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo¹⁵. Em 2000, a América Latina e o Caribe possuíam 42 milhões de idosos (8% da população mundial) e para 2020 existirão 82 milhões de pessoas com 60 anos, ou mais (dois milhões somente em São Paulo). E, ainda, expectativas da OMS projetam que, em 2025, haverá 93 milhões de latino-americanos com mais de 60 anos³¹.

No Brasil, de acordo informações reportadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no CENSO 2000, revela-se que as pessoas com 60 anos de idade, ou mais, representavam 7,3% da população em 1991 e, atualmente, esse percentual atinge 8,6%, indicando um aumento de 17% na década. “Há 15,5 milhões de brasileiros na terceira idade”⁴⁸, e 14,5 milhões, segundo Miranda. Essa população atingiu a quantidade de 15 milhões^{18,21}. E, ainda, recentemente, a quantidade de 14,6 milhões¹¹.

Estima-se que no Brasil, em 2020, os idosos representarão 25,3 milhões, o equivalente a 15,5% do total da população, o dobro da atual. Existe uma projeção ainda maior, para 30 milhões em 2020, “o triplo da população atual de Portugal”^{18,43}.

Acrescentando, “em vinte anos, atesta a ONU (Organização das Nações Unidas), precisamente em 2025, um total de 32 milhões de brasileiros terá

mais de 60 anos, o que garantirá ao Brasil o sexto lugar na lista dos países com maior número de idosos”⁴⁸.

Em 2030, esta proporção será de 20% da população brasileira⁴³.

Nesta mesma década, seremos o sexto país em maior número absoluto de idosos, em relação aos demais países, de acordo com o IBGE².

Adicionando, “em termos práticos, no ano 2025 o Brasil terá a sexta maior população de idosos do mundo (cerca de 32 milhões de pessoas com 60 anos ou mais)⁶⁶”. No Brasil, entre 1950 e 2025, a população total crescerá cinco vezes, enquanto o contingente de indivíduos com 60 anos, ou mais, sofrerá um aumento de 15 vezes. Neste sentido, o Brasil ocupará a sexta posição entre os dez países que possuirão as maiores populações de idosos no mundo, aproximadamente 32 milhões de indivíduos nesta faixa etária¹¹.

Existem projeções onde os 5,1% de idosos atualmente³¹, portanto, um valor menor, 8,6%⁴⁷ e 8%⁶⁴, serão 14,5% dos brasileiros em 2040.

Em 1950, a configuração da população brasileira era de uma pirâmide com base larga composta de crianças e um pico afunilado de idosos. Atualmente, é retangular, um “miolo” na idade adulta, mais populoso.

E, ainda, de acordo o IBGE, através de um documento denominado Síntese de Indicadores Sociais⁴⁴, aborda-se que os sujeitos entre 60 e 69 anos de idade aumentarão significativamente, 263%. Estes sexagenários somados aos idosos com mais de 70 anos representarão aproximadamente 35% da população em 2050, considerando que este percentual era de 8,5% no final do milênio passado, 2000.

Em acréscimo, pessoas com mais de 70 anos irão quintuplicar no nosso país de 2000 a 2050, atingindo o contingente de 34,3 milhões. O aumento nessa faixa etária será de 440%, bem acima do avanço de 53% da população total que alcançará 259,8 milhões ao fim do período.

Na cidade de São Paulo, a quantidade de pessoas com 60 anos, ou mais, está em 1 milhão¹⁶. “É como ter uma Campinas habitada só por idosos”, relata Marília Berzins, da área do idoso da Secretaria Municipal de Saúde.

Em relação à expectativa de vida, descreve-se que “ser velho depende do referencial histórico”, exemplificando, no ápice do Império Romano era de 30 anos, não podendo ser comparado à expectativa média na África, atualmente de 45 anos, ou o Japão, de 85 anos⁶⁶.

Em média, 40% dos fatores, que influenciam a expectativa de vida, podem ser controlados, sugerindo que não somente a duração da vida pode ser estendida, mas, também, que a qualidade de vida, possa ser melhorada, em especial, nos últimos anos de vida⁴⁵.

No Brasil aborda-se que no início do século passado era de 33,6 anos, 46 anos na década de 1950, em 1991, 66 anos, em 1998, 68,1 anos, passando para 68,4 anos em 1999, 68,6 anos em 2000, 69,9 em 2001 e 70,7 para as pessoas que nasceram em 2002, de acordo com o IBGE. É a primeira vez, segundo este instituto, que as projeções anuais da “Tábua da Vida” superam a casa dos 70 anos.

A expectativa de vida no Brasil ultrapassa os 70 anos, mais do que o dobro da população mundial no início do século passado, 1900³².

Podemos ainda descrever que o Brasil está deixando de ser um país jovem em sua maioria. Em 1995, a faixa etária jovem declinou para 30,3% e a projeção para 2020 é de que este índice diminua para 24,3%. Em outra face, a população de 60 anos ou mais, que em 1940 era de 4%, aumentando para 8% em 1999. Projeta-se para 2020 um percentual de 12% a 13%, o que corresponde entre 25 a 30 milhões de idosos, enquanto haverá 51,2 milhões de jovens^{29,31,48,53,64,67,72}.

A expectativa de vida brasileira está hoje acima da média mundial, que é de 65,4 anos, “ocupamos a 88ª posição no *ranking* da ONU”, entre os países da América Latina e Caribe, pertencemos a 23ª colocação, por exemplo, atrás, da Costa Rica, 78,1 anos, Uruguai, 75,3 anos e Colômbia com 72,2 anos. Esta lista da ONU possui o Japão com a liderança, 81,6 anos e a Zâmbia na última posição, com apenas 32,4 anos^{68,72}.

Os brasileiros estão vivendo mais, segundo dados do Atlas de Desenvolvimento Humano. Entre 1991 e 2000, a esperança de vida ao nascer aumentou de 64,73 anos para 68,61 anos no Brasil, um acréscimo de 6%¹⁷.

Uma interessante relação sobre a expectativa de vida do brasileiro, mais precisamente, o estado de São Paulo em relação a um tradicional país europeu, isto é, uma comparação entre a curva de expectativa de vida da Inglaterra com a de São Paulo, relatou que, até a idade de 50 anos para os homens e 55 para

Na Bulgária, Alemanha, Itália, Espanha, Grécia e Japão, um fenômeno demográfico inédito já é fato, os idosos já são mais numerosos que as crianças, uma experiência que o mundo todo viverá em 2050, quando se prevê que as pessoas acima de 60 anos totalizarão 2 bilhões⁹.

Para a economia brasileira esta parcela populacional, já movimentará 90 bilhões de reais por ano³².

Em acréscimo, os países do continente europeu possuem no início deste século mais de 25% da população com faixa etária com 65 anos ou mais⁶⁶.

O aumento da expectativa de vida se deve às descobertas de novos medicamentos que permitem um maior controle e eficiência de doenças crônicas degenerativas, assim como ao desenvolvimento de sofisticados diagnósticos e técnicas cirúrgicas². Neste sentido, “na medida em que as condições gerais de vida e o avanço da ciência têm contribuído para controlar e tratar muitas das doenças responsáveis pela mortalidade, tanto nos países desenvolvidos como na maioria dos países em desenvolvimento, têm incrementado, nos últimos anos, a sua expectativa de vida.⁵⁵”

Para o IBGE, a principal causa para a elevação da expectativa de vida é a retração na mortalidade infantil, que passou de 69,1 óbitos/mil nascidos vivos, em 1980, para 28,4/mil em 2002.

A mortalidade infantil está atingindo taxas cada vez menores. Como conseqüência, a vida média da população tende a se elevar. Também em relação a essa elevação, os aumentos são continuamente menores e mais difícil de se obter, “sendo o controle da mortalidade infantil um dos determinantes principais do aumento da expectativa de vida e não, exclusivamente, os progressos médicos no tratamento das doenças ligadas à senectude⁶³”.

Porém, o médico epidemiologista, Dr. Eduardo Costa, da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), relata que, além deste fenômeno, uma outra causa

pode ser acrescentada, ainda mais importante, isto é, a queda na taxa de fecundidade nos últimos anos. “O fato da mulher ter menos filhos, puxa para baixo a taxa de mortalidade infantil – um dos índices analisados para compor a taxa de expectativa de vida”^{65,72}.

A situação demográfica atual brasileira é consequência de mudanças que vêm ocorrendo nas três últimas décadas, caracterizadas de forma básica pela queda da mortalidade infantil e pelo declive acentuado da fecundidade. E esta declinação acarretou uma diminuição de 5,8 filhos na década de 1970 para 2,3 em 2000, originando uma redução e desaceleração do crescimento da população no Brasil, que, se na década de 1970 atingiu 2,8%, atualmente está em aproximadamente 1,6% ao ano¹¹.

O gerente de Projeto de Dinâmica Demográfica do IBGE, Fernando Albuquerque, afirma que “esse aumento terá impacto, principalmente, nos programas de saúde e assistência ao idoso e na Previdência. O País sempre foi muito jovem e agora devemos nos voltar para programas específicos para os mais velhos”⁶⁸.

Outro alerta para todos os países nesta direção, origina-se na própria OMS, reportando que as doenças crônicas serão a principal causa de incapacidade e morte no mundo em 2020, contribuindo com aproximadamente 75% do total das doenças e ocasionando enormes custos com os cuidados de saúde para a sociedade em geral².

Em relação à nomenclatura “terceira idade”, esta denominação foi designada para pessoas acima de 65 anos de idade em países desenvolvidos. Posteriormente, com diversas reuniões da comunidade científica internacional, decresceu-se para 60 anos nos países em desenvolvimento, fato legitimado pela legislação brasileira. Ela afirma que existem controvérsias a respeito, no

entanto, “é idoso no Brasil o maior de 60 anos, conforme a Lei 8.842 / 94. E também o Decreto 1948 / 96”^{5,48,49}.

De acordo a OMS, designou-se 60 anos de idade as pessoas pertencentes à terceira idade em países em desenvolvimento². E, ainda, “nos países em desenvolvimento, como o Brasil, onde a velhice ainda tem como ponto de corte o início da sétima década da vida (60 anos)”⁶⁶.

Há pouco tempo em Heidelberg, Alemanha, 1996, esta mesma organização, a OMS, reuniu-se como responsável do IV Congresso Internacional de Atividade Física e Esportes para Idosos, associada à EGREPA (Grupo Europeu para Investigação da Atividade Física para Idosos) e confeccionou a “Carta Aberta para Política de Saúde e Qualidade de Vida de

freqüência cardíaca. De forma geral, a intensidade do treinamento é determinada através da monitorização desta, sendo, também, uma forma indireta de estimar o uso do oxigênio pelo organismo.

Em convergência⁴², “a intensidade representa a sobrecarga sobre o sistema cardiovascular necessária para gerar um efeito do treinamento. As melhorias da função cardiorrespiratória ocorrem quando a intensidade é de 50% a 85% do $VO_{2máx}$ ”. Considerando a relação linear entre a intensidade do exercício e a freqüência cardíaca, tal intensidade pode ser pregonizada através do uso de valores da freqüência cardíaca entre 60% e 80% do $VO_{2máx}$.

Abordamos também que a presente investigação relatou a composição corporal dos sujeitos envolvidos no estudo, com a intenção de se identificar o perfil das frações dos tecidos lipídicos e musculares. Relatamos que foi utilizada a equação de Tran & Weltman (1989), para se estimar a gordura corporal⁴¹. E para a identificação da MLG (massa livre de gordura), utilizamos uma equação simples, envolvendo porcentagem ($MLG = 100\% - \%GC$).

Considerando que percentuais acima de 25% de gordura corporal representou sobrepeso e índices superiores a 30%, o sujeito foi classificado como obeso³⁸.

Foram verificadas também as seguintes variáveis estatísticas²²: massa (M), estatura total (E T), circunferência de braço (C B), perna (C P), circunferência de cintura (C C) e quadril (C Q), assim como a sua respectiva relação, onde para a presente investigação, de acordo sugestão da referida autora, utilizou-se a padronização de França e Vívolo (1982, 1995)^{57,54}. E, ainda, o índice de massa corpórea (IMC).

Corroborando com esta informação, Matsudo afirma: “a avaliação de componentes antropométricos, metabólicos e neuromusculares da aptidão física é fundamental na determinação dos efeitos do envelhecimento no

desempenho físico e na avaliação dos efeitos dos programas de atividade física, exercício e treinamento”⁵⁴.

E, ainda, o IMC é de suma importância no processo de envelhecimento, considerando que índices acima de 26-27, relacionam-se com o aumento da mortalidade, devido a doenças cardiovasculares e diabetes. Por outro lado, em valores menores, associa-se com o incremento de óbitos por câncer, doenças infecciosas e respiratórias.

Outras variáveis de cunho metabólico foram coletadas e reportadas, glicemia sangüínea, colesterol e triglicérides e valores hemodinâmicos, pressão arterial sistólica e diastólica e frequência cardíaca. Todas as medidas e análises foram feitas pelos mesmos profissionais envolvidos no estudo, sendo estes qualificados, treinados e orientados para as suas respectivas funções, com a intenção de se manter um bom nível técnico para as coletas de dados.

1.3. CARACTERÍSTICAS GERAIS

É notável a procura atualmente de pessoas pertencentes à terceira idade por locais que ofereçam atividades físicas direcionadas a esta faixa da vida⁵⁸, seja por objetivos de lazer, lúdicos, terapêuticos, salutareos ou envolvimento social. Descrevendo, “os gerontes de hoje buscam o lazer no ensino informal, participando ativamente em programas esportivos, culturais, educativos, sociais, entre outros⁵”, assim como, “com a tendência de envelhecimento da população brasileira, muitas academias têm voltado a atenção para os idosos³⁷”, e, ainda, “para tanto os programas de promoção da atividade física

na comunidade para indivíduos acima de 50 anos de idade têm crescido em popularidade nos últimos anos^{52,55}.

Torna-se, portanto, relevante por parte dos profissionais da área da saúde a obtenção de informações qualitativas a respeito de pessoas capacitadas a receber este crescente fenômeno social.

Em relação a hipótese deste estudo, abordamos que idosas desta amostra, submetidas ao teste modificado de Bruce, após atingirem o limiar ventilatório I, também apresentariam índices de lactato acima do valor fixo de 2mMols, considerado o limiar de lactato para estes sujeitos, representando uma fadiga central e periférica concomitante, após atingir o esforço físico máximo.

O presente estudo teve como objetivo primário analisar as respostas metabólicas nos limiares de lactato e anaeróbio, na musculatura esquelética dos membros inferiores de idosas, no teste de Bruce modificado.

Evidenciamos que existe uma quantidade significativa na literatura mundial informando as respostas do lactato sanguíneo em jovens não sedentários, após diferentes tipos de testes de esforço, em geral, apresentam altos valores de lactato durante e ao final do protocolo. Porém, para idosos, existe uma considerável carência a respeito, apenas alguns indicativos sugerindo índices menores para esta faixa etária após a realização de testes.

Considerando que atualmente ainda não existe uma quantidade de informações favoráveis ao tema, acreditamos estar contribuindo para um processo inicial, que certamente, no futuro, terá maiores avanços, com o objetivo de somar maiores conhecimentos sobre o envelhecimento e o exercício físico, em especial, as respostas metabólicas devido a estímulos fisiológicos.

2. JUSTIFICATIVA, HIPÓTESE E OBJETIVOS

2.1. JUSTIFICATIVA

Atualmente, existe uma emergente participação da terceira idade em exercícios físicos, cuja orientação primária, no âmbito da medicina e da educação física preventiva, é a realização de uma avaliação médica, que envolve, impreterivelmente, um *check up* cardíaco.

Para esta avaliação, em geral, o teste modificado de Bruce é utilizado em larga escala, com a finalidade de diagnosticar possíveis patologias que possam inviabilizar o envolvimento de pessoas acima de sessenta anos a participarem de programas contendo exercícios físicos. Este protocolo, porém, não apresenta valores metabólicos indicando que estão com exaustão física devido ao estresse gerado pelo teste.

A análise destas respostas metabólicas em pessoas idosas proposta neste estudo, com o uso do teste modificado de Bruce, é um assunto relativamente novo na ciência da saúde. Em virtude de não haver ainda uma quantidade de informações favoráveis ao tema, acreditamos estar contribuindo para um processo inicial, que certamente terá maiores avanços no futuro, com o objetivo de somar conhecimentos sobre o envelhecimento e o exercício físico.

2.2. HIPÓTESE

A nossa hipótese é que idosas deste estudo, submetidas ao teste modificado de Bruce, após atingirem o limiar ventilatório I, também apresentam índices de lactato acima do valor fixo de 2mMols, considerado o limiar de lactato para estes sujeitos, representando uma fadiga central e periférica concomitante, após atingir o esforço físico máximo.

2.3. OBJETIVO GERAL

* O presente estudo teve como objetivo geral, analisar as respostas metabólicas nos limiares de lactato e anaeróbio, na musculatura esquelética dos membros inferiores de idosas, no teste de Bruce modificado, através de investigações indiretas do ácido láctico e trocas respiratórias.

2.4. OBJETIVO ESPECÍFICO

* Analisar o comportamento do lactato sanguíneo plasmático no limiar de lactato fixo de 2mMol com o limiar anaeróbio I, em idosas acima de 60 anos de idade.

* Relacionar o limiar de lactato (2mM) com gordura corporal de idosas acima de 60 anos de idade.

* Relacionar o limiar de lactato (2mM) com a massa corporal magra de idosas acima de 60 anos de idade.

* Relacionar o limiar de lactato (2mM) com o índice de massa corpórea de idosas acima de 60 anos de idade.

3. ENVELHECIMENTO HUMANO E ATIVIDADE FÍSICA

O envelhecimento humano é ainda motivo de controvérsias quanto à dinâmica e à natureza de seu processo, mesmo sendo comum a todos os seres vivos. Caracteriza-se por diferentes formas, de acordo com as sociedades e a cultura de cada povo⁶⁰.

De forma geral, é aceitável, com a restrição assinalada, que o envelhecimento é um processo dinâmico, progressivo e irreversível, em que existem interações de vários fatores biológicos, psíquicos e sociais¹¹.

O envelhecimento do organismo humano é um processo caracterizado pela diminuição funcional dos diversos sistemas orgânicos, com declínio da capacidade de manter a homeostase normal e de responder a estímulos endógenos e exógenos^{33,38}.

Acrescentando, “o envelhecimento dos seres humanos, à semelhança do que se observa nos seres vivos em geral, caracteriza-se por uma progressiva deterioração da capacidade do organismo de adaptar-se às mudanças ambientais, resultando numa maior vulnerabilidade a doenças e à morte”. É

para a definição de seu início. Este surge deste a concepção como definem alguns estudiosos, entre a segunda e a terceira década de vida, como justificam outros, e, ainda, apenas nas fases mais avançadas da existência para outros. Do que podemos ter certeza é da inexistência de um limiar de transição. A responsável por estas três propostas divergentes é a inexistência de eficazes e confiáveis marcadores biológicos do fenômeno de envelhecimento. De qualquer maneira, independente da indefinição de seu início, é correto que o processo de envelhecer é multidimensional e multifatorial⁴⁵.

Para Olszewer⁶², o fenômeno do envelhecimento inicia-se aproximadamente aos 30 anos de idade.

Existem diversas definições de diferentes autores sobre as nomenclaturas envelhecimento, velhice, senescência e senilidade, Weineck, em 1992, possui a seguinte definição: “como sendo a soma de todas as alterações biológicas, psicológicas e sociais, que, depois de alcançar a idade adulta e ultrapassar a idade de desempenho máximo, leva a uma redução gradual das capacidades de adaptação e desempenho psicofísicos do indivíduo”. O fenômeno natural do envelhecimento é tão antigo quanto o surgimento do mundo, e, apesar disso, existe uma grande limitação bibliográfica a respeito⁶⁰.

O envelhecimento é um fenômeno que, em geral, reduz a capacidade orgânica e o desempenho do indivíduo⁶⁰.

Entre as diversas alterações que acontecem com a elevação da idade cronológica, destacamos a composição corporal, onde o acúmulo da gordura e o ganho de peso parecem resultar de um padrão geneticamente programado, nas alterações na dieta e níveis de atividades físicas, relacionadas com a idade ou uma interação destes fatores. Ainda considerando que a taxa metabólica de repouso sofra uma diminuição de aproximadamente 10% por década, essas

mudanças metabólicas, por si, não elucidam o incremento da gordura com a idade. Resultando em um aumento no peso, que, de forma geral, inicia-se aproximadamente entre os 45 a 50 anos de idade, estabilizando-se aos 70 anos, quando passa a declinar até os 80⁶¹.

Parece existir uma redistribuição desta gordura corporal dos membros para a região central (tronco) com o avançar da idade⁶¹.

Segundo Najas e Pereira⁶¹, a mudança nas dimensões corporais, principalmente na estatura, devido a compressão vertebral, o estreitamento do disco e a cifose. A perda da massa mineral óssea, no sexo masculino inicia-se aproximadamente entre os 50-60 anos de idade, a uma taxa de 0,3% ao ano, enquanto nas mulheres mais precocemente, 1% anualmente, dos 45 aos 75 anos⁵⁵. Considerando-se que esta perda não está relacionada somente ao envelhecimento propriamente dito, mas também aos fatores genéticos, estado hormonal, nutricional e nível de atividade física do sujeito.

A respeito das perdas neuromusculares, informamos que, entre os 25 e 65 anos de idade, ocorre uma diminuição significativa da massa livre de gordura, ou massa magra, água, vísceras, ossos, tecidos conectivo e músculos (sarcopenia) de 10% a 16%. Considerando-se que o tecido muscular é o que sofre a maior perda, aproximadamente 40%, devido a este fenômeno do envelhecimento⁶¹.

Mesmo existindo uma dificuldade para se verificar adequadamente a massa muscular em seres humanos, estimativas usando a excreção urinária de creatinina indicam diminuições dramáticas na ordem de 50%, entre os 20 e 90 anos de idade. Verificações com potássio corporal relataram perdas em mulheres e homens de 3% a 6% por década de vida, 3 Kg de massa livre de gordura, sendo que esta diminuição é cerca de 1,5 vez maior no sexo masculino em relação ao feminino. Esta ocorrência tem como possível causa a

diminuição das taxas do hormônio de crescimento ocorrida devido ao envelhecimento e à diminuição do nível de atividade física do indivíduo.

Um estudo realizado com cadáveres do sexo masculino de 15 a 83 anos de idade no músculo *vastus lateralis* teve como objetivo explicar a causa da atrofia muscular causada pelo envelhecimento. O autor⁵⁵ evidenciou informações importantes para a área da educação física e do envelhecimento: a) redução na área da secção transversa das fibras musculares dos sujeitos maiores de 70 anos, como alterações na forma destas. b) diminuição da área muscular de 40%, dos 20 aos 80 anos. c) redução do número total das fibras musculares em 39%. d) diminuição seletiva no tamanho das fibras musculares de contração rápida (tipo II) de 26%. e) diferença na composição da área muscular do jovem e o idoso, sendo que 70% do tecido muscular do jovem são compostos por fibras musculares, enquanto que nos idosos o valor atingiu 50%.

A diminuição do número de fibras musculares pode ser causada por uma perda do contato permanente nos nervos com as fibras musculares ou por um prejuízo irreparável destas. O aumento da idade associa-se a uma diminuição de aproximadamente 25% da capacidade muscular oxidativa e do fluxo sanguíneo, durante a atividade de contração⁵⁵.

Em relação aos efeitos do envelhecimento na cinética do rápido aumento do fluxo sanguíneo no início do exercício físico é extremamente desconhecido, “além disso, se a cinética é alterada com o treinamento em idosos também está indefinido”. Este investigador³⁹ argumenta que existem diversas dificuldades para se esclarecer este acontecimento, como, por exemplo, a utilização dos métodos de avaliação não-invasivas. Além disso, os mecanismos envolvidos na regulação desta cinética não estão bem claros e definidos se são ou não afetados pelo envelhecimento ou treinamento físico³⁹.

E, ainda, redução na concentração muscular de glicogênio em situação de repouso, assim como uma diminuição da atividade enzimática miofibrilar (ATP-ase), eficiência parcial das enzimas oxidativas, (principalmente a malato desidrogenase) e glicolíticas (fosforilase, fosfofrutoquinase, gliceraldeído fosfato desidrogenase e lactato desidrogenase), redução dos estoques de ATP, CP e proteína mitocondrial^{46,55}.

Em referência à força muscular e o desempenho neuromotor, descreve-se que a perda da massa muscular é associada a uma redução da força muscular voluntária, sendo de 10-15% por década, quando, de forma geral, atinge uma maior evidência entre os 50 a 60 anos de idade. Esse decréscimo no desempenho pode ter como causa as alterações nas propriedades intrínsecas das fibras musculares. A diminuição da velocidade de contração muscular pode ser devida, parcialmente, à menor contribuição das fibras do tipo II (contração rápida).

Essa redução crítica da força muscular pode ser também potencializada por algumas patologias comumente encontradas nesta faixa da vida, como enfermidades de Parkinson e Alzheimer, AVC (acidente vascular cerebral), neuropatia diabética, artrites e a própria distrofia do tecido muscular⁵⁵.

Sobre a relação da fadiga muscular e o incremento da idade, Matsudo, em 2004, descreve que, existem algumas controvérsias a respeito, porém quando as contrações voluntárias são colocadas em foco, os resultados adquiridos possuem maior consistência em evidenciar que não existe efeito do envelhecimento na fadigabilidade muscular. O que também está elucidado para os estudiosos é que “a fadiga muscular, que pode limitar o desempenho, depende de variáveis ligadas a tarefa executada”, como a motivação do sujeito, a intensidade, a duração em que a solicitação da atividade contínua for mantida e o padrão da ativação muscular.

O decréscimo da massa muscular e a conseqüente diminuição da força muscular estão relacionadas às alterações da potência aeróbia máxima, resistência à insulina, intolerância à glicose, menor TMR (taxa metabólica de repouso) e “solicitação energética”, disfunções do equilíbrio e da marcha, desordens imunológicas, fraturas ósseas devido a osteoporose, velocidade lenta da caminhada e à dependência funcional, em idosos⁵⁵.

Em suma, a perda de fibras musculares, unidades motoras, motoneurônios, força muscular e massa muscular iniciam-se entre os 50 e 60 anos de idade, relevando-se ainda que, aproximadamente, aos 80 anos, essa diminuição pode alcançar 50% destes componentes. Parece que as duas maiores causas por este efeito do envelhecimento são o “progressivo processo neurogênico e a diminuição da carga muscular”⁵⁵.

A redução da água corporal total, diminuição na síntese de pepsina e do ácido clorídrico, tem, como conseqüência, a diminuição na ingestão e na absorção de micronutrientes valiosos, como vitamina B₁₂, ferro e folato, assim como a perda do paladar e do olfato⁶¹.

O envelhecimento humano se processa pela ação do tempo sobre os sujeitos, “tempo individual da vida de cada um, que se esgota na finitude objetivada na morte biológica, e tempo inesgotável da infinitude subjetivada nas possibilidades de produzir eternidades, que cada imaginário possui”⁷¹.

4. LIMIAR DE LACTATO

Historicamente abordando, no começo do século XX, Fletcher e Hopkins notaram a elevação do lactato sanguíneo durante o exercício e justificaram este fenômeno devido a uma oferta de oxigênio inadequada para o trabalho muscular.

Em meados de 1920, Hill e Luton abordaram este acontecimento como um *déficit* de O₂.

Hollmann, em 1959, identificou o denominado “ponto de eficiência ótima da ventilação com o incremento de carga no exercício”. Neste período, foi demonstrado a coincidência do início da elevação curvilínea da ventilação com o aumento de ácido láctico no tecido sanguíneo.

Entre as décadas de 1960 e 1970, Wasserman e McIlroy conceituaram o termo Limiar Anaeróbio (LAn), “que precisamente indicava a intensidade de exercício que faz com que os parâmetros ventilatórios sejam menos lineares e tenham um aumento desproporcional em relação ao consumo de oxigênio”.

Neste sentido, estes investigadores encontraram a intensidade de exercício que provoca a elevação inicial da concentração do lactato ([Lac]), através da medida de características respiratórias. Este achado foi classificado como o início do metabolismo predominantemente anaeróbio e designado como Limiar Anaeróbio e, atualmente, chamado de Limiar Ventilatório.

Brooks, em 1985, em artigo cujo conteúdo representava uma discussão entre ele e um outro estudioso sobre limiares, Davis, descreve que segundo este último autor o limiar anaeróbio muscular ocorre durante exercícios submáximos. E também, que este limiar pode ser predito a partir de mensurações da ventilação pulmonar. Mais adiante veremos uma controvérsia a este respeito¹².

Nas décadas de 80 e 90, produziram-se diversas investigações sobre o conceito de limiar com base na facilidade em determinar os parâmetros do ácido láctico na análise da capacidade fisiológica de performance. Entre estes diversos estudos com diferentes tipos de treinamento, Mader e colaboradores afirmaram que o LAn se fixa em uma concentração de 4mMol.l^{-1} , onde, em níveis acima desta proposta em exercícios com períodos de longa duração, com incremento de carga, esta elevação do lactato, provoca uma fadiga do praticante, devido ao acúmulo deste ácido^{7,28,35}.

Esses achados podem ser utilizados em indivíduos de populações “normais”, e, ainda, em resultados de testes incrementais. Também para identificar a razão metabólica sobre a qual ocorre o acúmulo do lactato durante exercícios prolongados.

O ácido láctico é um ácido fixo predominante sintetizado durante o exercício físico, possui um pH de aproximadamente 3,8 e, portanto, está totalmente dissociado do pH celular ($\sim 7,40$)^{7,42}.

O Limiar de Lactato (LL) define-se por: “o súbito aumento do ácido láctico durante o exercício progressivo, que representa um ponto de aumento da dependência do metabolismo anaeróbio (glicólise)”. Este fenômeno é conhecido como Limiar Anaeróbio, porém, considerando as divergências a respeito da nomenclatura, também denominamos de limiar de lactato, ou “início do acúmulo de lactato no sangue”^{7,25,34,42}.

Adicionando, “chama-se limiar anaeróbio esta transição que indica a zona em que o abastecimento, ou utilização de oxigênio na célula de músculo, não é mais suficiente para atender às necessidades metabólicas”⁶⁹.

E, ainda, o limiar anaeróbio representa o nível de consumo de oxigênio durante o exercício, onde a produção de energia aeróbia é suplantada pelos

mecanismos anaeróbios, provocando uma elevação do nível de lactato no tecido muscular e sanguíneo⁷⁵.

Índices amplamente usados associados à capacidade aeróbia submáxima são o lactato sanguíneo e o limiar anaeróbio, “que quando caracterizados exclusivamente em função das trocas respiratórias, recebe a denominação de limiar ventilatório”, ou ainda, define-se como “a intensidade de esforço, ou o consumo de oxigênio, no qual a produção de ácido láctico supera sua remoção, provocando hiperventilação”⁵⁰.

Também, o limiar ventilatório pode ser determinado através do valor de consumo de oxigênio que precede: a) a elevação sistemática da fração expirada de O₂; b) o ponto em que um aumento do equivalente ventilatório de O₂ (VE/VO₂) se apresenta sem o aumento do equivalente ventilatório de CO₂ (VE/CO₂); o ponto no qual uma elevação da pressão expiratória final de O₂ (PET O₂) aparece sem diminuição do CO₂ d) método *Slope*, onde surge uma ausência de linearidade entre o VO₂ e VCO₂^{50,75}.

Denomina-se OPLA (*Onset of Plasma Lactate Accumulation*) a intensidade de exercício anterior à elevação exponencial do lactato no sangue. “Embora alguns autores utilizem basicamente o mesmo referencial do estudo anterior, eles definem esta intensidade de exercício como sendo o LL”^{24,25}.

Além do conceito de limiar anaeróbio, outros investigadores, como Sjodin & Jacobs, referiam-se a um limiar láctico fixo de 4mMol/L no tecido sanguíneo como sendo o início do acúmulo láctico do sangue arterializado, obtidos através de incrementos de exercício com duração de 3 a 4 minutos para cada nível de esforço físico⁷.

Abordamos que este valor fixo de lactato (4mMol) é utilizado para atletas extremamente bem condicionados fisicamente, porém, para senhoras, apesar da carência de informações a respeito, encontramos que, especialmente,

as obesas que não apresentaram assiduidade em um programa de exercício físico utilizou-se 2mMol como referência⁴⁶. Neste caso, para esta investigação, onde a amostra apresentou uma faixa etária média de 69 anos e percentual de gordura 42 (classificação obesidade, tabela 1 e anexo 10), optamos por esta conduta: estratificar o limiar de lactato a 2mMols fixo.

Como descrito na literatura, jovens não sedentários, após diferentes tipos de testes de esforço, em geral, apresentam altos valores da lactato durante e ao final do protocolo⁴⁶. No entanto, para idosos apenas alguns indicativos sugerem índices menores para esta faixa etária, após a realização de testes de esforço físico.

Em indivíduos idosos, os valores máximos de lactato são menores, em função de uma série de características relacionadas ao envelhecimento que influenciam o aumento deste substrato, tais como, menor ventilação pulmonar, diminuição do débito cardíaco, frequência cardíaca, volume sistólico, diferenças arterio-venosa para oxigênio, elevação da resistência total periférica e pressão sistólica⁷¹.

Considerando, ainda, que existe uma dificuldade para a determinação do rendimento físico pelo método do limiar de lactato com valores não fixados, pois em testes submáximos ocorrem pequenas diferenças entre as concentrações de lactato, assim como no final do exercício e dos altos níveis encontrados na fase inicial da recuperação⁷¹.

Existe uma forte controvérsia na literatura em relação a fatores fisiológicos, metabólicos, terminologias, critérios e identificações deste fenômeno e, também, entre fisiologistas do exercício, bioquímicos e matemáticos, assim como nas aplicações dos resultados de investigações, que analisam a resposta do lactato sangüíneo. Inclusive, alguns grupos defendem que o verdadeiro limiar metabólico não existe^{7,24,25,28}.

No entanto, estes investigadores, que afirmaram a não existência de um limiar, utilizaram-se de intensidades com valores abaixo do L_{An} . Isso foi evidenciado por existir um “*steady state*” (equilíbrio metabólico atingido após uma elevação e manutenção da intensidade em níveis adequados), nas taxas de lactato. Portanto, a relação linear entre a razão do aparecimento do lactato e o metabolismo descrito por estes pesquisadores não pode ser extrapolada para intensidades acima do L_{An} .

Ainda assim, outros cientistas deste assunto criticam o termo limiar anaeróbio, no que, através de interpolação linear, deduziram que a deficiência de oxigênio no tecido muscular (hipoxia muscular), não tem relação com a síntese de lactato no músculo.

Neste mesmo sentido, outras evidências também confirmam este conflito. Pesquisadores descobriram que, utilizando-se 15 a 20% dos locais de ligação de oxigênio da hemoglobina com monóxido de carbono no homem, também provoca-se que a $[Lac]$ se eleve mais durante exercício, do que no estado de controle.

Outra situação foi a redução do volume sanguíneo circulante em sujeitos normais. Eles apresentaram um aumento na $[Lac]$ em exercício. Este fenômeno se deu provavelmente devido a concomitante vasoconstrição.

E, ainda, “se entendermos que o lactato pode se formar e ser liberado de vários tecidos, como por exemplo, a musculatura esquelética, fígado e pele em condições de repouso, de carregamento de carboidrato e estimulação adrenérgica, veremos que isto vai contra a velha crença de que o lactato se forma em consequência de metabolismo com limitação de oxigênio”. Ao contrário, a ausência de provas de que uma falta do fornecimento de O_2 provoca a produção de lactato, associado à veracidade de que ele surge em circunstâncias de fornecimento adequado de O_2 , pode levar a conclusão de que

fatores ligados a um suprimento diminuído e à ação de massa são os responsáveis pela formação deste substrato.

Particularmente, enfatizamos que esta afirmação oculta um paradoxo, pois o comportamento das [Lac] são extremamente diferentes nas situações descritas. Ou seja, a dinâmica comportamental do lactato não é a mesma em situação de repouso em relação a de exercício, onde existe uma atividade muscular contínua, principalmente se o estímulo for crescente e ininterrupto.

Além destas informações, descrevemos que, diversos cientistas em seus experimentos descobriram que existe uma grande contribuição da glicólise anaeróbica como fonte energética, acreditando ser correto o termo limiar anaeróbio nestas condições. Entre estes, Rowell e colaboradores pesquisaram os efeitos da hipoxemia (gás de respiração contendo 10 a 11%), no metabolismo da coxa durante exercício graduado até o máximo. Concluíram que na situação de hipoxemia, o fluxo femural se elevou para compensar o decréscimo e O_2 (a-v), de forma que o VO_2 foi mantido. Em acréscimo, a eficiência muscular se manteve, “embora estes resultados não possam ser interpretados como uma indicação da presença de metabolismo com limitação de oxigênio, a hipoxemia provocou um aumento de três vezes na liberação de lactato líquido durante exercício na coxa”^{6,24,25,28}.

Em controvérsia, reporta-se que o lactato é produzido totalmente abaixo de condições aeróbicas, onde foi demonstrado que, em contrações do músculo grácil em cachorros *in situ*, a síntese do lactato ocorreu abaixo de condições totalmente oxigenadas. “A produção de lactato não é necessariamente sugerida anaerobicamente para produção de ATP com limitação de oxigênio”¹².

Em adição, este mesmo pesquisador assume que uma elevação abrupta da ventilação pulmonar não pode ser interpretada como uma concomitante elevação na concentração do lactato. “Claramente, a resposta ventilatória para

qualquer *stress*, semelhante ao exercício, é o resultado de diversas contribuições”.

Para este autor¹², as definições sobre LAn são devido a três hipóteses inválidas e independentes: 1) a produção do lactato ser resultado da limitação de oxigênio para a produção de ATP. 2) as mudanças na concentração de lactato sangüíneo serem exclusivamente relacionadas às alterações na produção de lactato no músculo e 3) a ventilação pulmonar ser uma pista do nível de lactato no sangue.

O uso do termo transição aeróbia-anaeróbia significa a transição, quando se inicia no limiar aeróbio, caracterizado pelo primeiro aumento do ácido láctico no sangue, sendo, geralmente, idêntico ao limiar anaeróbio, denominado por Wasserman de limiar ventilatório³⁴.

Adicionando “a resposta do lactato sangüíneo sobre exercícios incrementais, o limiar aeróbio, corresponde ao ponto em que o lactato sangüíneo eleva-se sistematicamente acima dos valores de repouso”. Enquanto que o limiar anaeróbio acontece após o segundo ponto, o que representa uma outra elevação dos níveis de lactato no sangue²⁸.

Em referências americanas, o LAn é chamado de ponto de parada do lactato. Ressaltando, também, que de acordo com o processo biológico natural, o limiar é ultrapassado gradualmente, e não de uma forma abrupta e repentina.

O LL associado a outras mensurações fisiológicas é um importante preditor de performance esportiva, planejamentos de programas de treinamento aeróbio e prescrição de exercícios. “O treinamento de *endurance* é composto de sessões de treino de várias intensidades. Essas intensidades podem ser monitoradas pela curva de performance do lactato”^{24,25,28,34,42,69}.

A concentração de lactato sanguíneo tem sido utilizada para ajustar a intensidade de treinos, assim como para monitorar a resposta de testes específicos²⁰.

Pesquisadores¹⁴, da Universidade de Mogi das Cruzes, São Paulo, através do estudo “Identificação do lactato mínimo e glicose mínima em indivíduos ativos”, propuseram a possibilidade de se identificar o lactato mínimo e a glicemia mínima em testes de pista para sujeitos não atletas e a comparar os índices de corrida e FC correspondente ao limiar anaeróbio, à glicemia mínima e à velocidade de 4mM de lactato. Para esta investigação, selecionaram 13 indivíduos de ambos os sexos, voluntários, com idade média de 21 anos, estudantes ativos do curso de Educação Física. Concluíram que é possível identificar a velocidade de corrida e a FC correspondente ao limiar anaeróbio e glicemia mínima.

O LAn pode ser utilizado para descrever a medida das maiores taxas de lactato em *steady state*. Sobre os exercícios com predominância aeróbia, contendo um volume de trinta a quarenta e cinco minutos, em que se utilizam cargas de trabalho diferentes, ou constantes em variados percentuais de intensidade do limiar, o *steady state* do lactato pode ser encontrado, também, em níveis diferentes, quando a intensidade utilizada for menor ou igual à intensidade do LAn. O equilíbrio entre a síntese e remoção do lactato sanguíneo foi encontrado em 93% dos indivíduos durante os exercícios aeróbios, com o uso da intensidade do limiar anaeróbio, realizados, tanto em cicloergômetros (35 ciclistas), quanto em esteiras (26 corredores ou estudantes ativos fisicamente). Uma importante afirmação sobre as [Lac], “um pequeno aumento de 5% na intensidade do limiar anaeróbio pode também induzir um aumento contínuo das concentrações de lactato, ou causar um abandono precoce do exercício”³⁵.

Diversos laboratórios, utilizando ou não o termo limiar de lactato, têm procurado determinar a intensidade de exercício correspondente à máxima fase estável de lactato sanguíneo (MLACSS). Ela pode ser definida como “a máxima intensidade de exercício de carga constante, onde ainda se observa equilíbrio entre a taxa de liberação e a remoção do lactato sanguíneo”, na qual a MSSLAC sugere ser o limite superior, onde ainda ocorre uma estabilidade nas respostas metabólicas e nas trocas gasosas pulmonares^{14,25}.

Podemos citar um estudo que comparou caucasianos e afro-americanos, sendo estes corredores de longa distância, com idênticos $VO_{2máx.}$ durante a mesma velocidade submáxima de corrida. Os afro-americanos produziram uma menor taxa de ácido lático e foram capazes de competir em uma porcentagem maior de $VO_{2máx.}$, em relação aos caucasianos. Não foram encontradas diferenças em relação à economia de corrida, comprovando que o diagnóstico da performance que apenas leva em consideração o indicador máximo é insuficiente e impróprio para diagnosticar e monitorar o rendimento físico de treinamento.

Sobre a comparação entre dois equipamentos que analisam valores de lactato sanguíneo, o *Accusport®* e *Yellow Springs 1500 Sport®*, (portátil e “tradicional”), podemos abordar o seguinte estudo²⁰, envolvendo 14 atletas jovens de 15 a 25 anos de idade, com o objetivo de verificar a medida da concentração de lactato do sangue nestes dois analisadores.

Considerando o segundo como referência, com uma notável faixa de concentração (0,5 a 13,53mM) após exercício físico em intensidades submáxima (0,5 – 5,0mM), máxima e supramáxima (acima de 5,1mM), concluiu-se que houve uma diferença significativa entre as médias nos dois aparelhos, com superioridade no aparelho *Yellow Springs 1500 Sport®*.

Os valores encontrados apresentaram uma alta correlação ($r = 0,9632$; $p < 0,0000$), porém, para valores abaixo de 5mM, em especial em aproximadamente 2mM, encontra-se uma inclinação do instrumento *Accusport®* para ofertar maiores concentrações em relação ao padrão (*Yellow Springs 1500 Sport®*).

Para índices médios, acima de 5mM, o inverso foi verdadeiro. “Esse resultado indica que a diferença entre os equipamentos não é constante do decorrer das diferentes faixas de concentração de lactato”. Ressalta-se que em valores aproximados de 4 a 5mM, os dois aparelhos apresentaram resultados bastante próximos.

A respeito da reprodutibilidade para a determinação do limiar de lactato, foi investigada a influência dos examinadores sobre os resultados com diferentes níveis de experiência em métodos. Entre os que possuíam pouca experiência em relação aos experientes houve uma baixa variabilidade ($r = 0,98$), sendo que entre os vinte e cinco analisadores, apenas dois ofereceram divergências individuais com relevância³⁴.

Sobre a segurança entre as comparações dos testes e re-testes houve um elevado índice: “em vinte e cinco atletas, o coeficiente de correlação entre os dois testes foi de 0,98 em relação à velocidade de corrida no limiar anaeróbio e de 0,82 em relação à frequência cardíaca na velocidade do limiar anaeróbio”, com nível de significância $p < 0,001$. Esses achados sobre a reprodutibilidade e segurança corroboram com outras investigações com o uso de cicloergômetros. Sendo assim, este autor recomenda o treinamento em função do limiar.

Em relação aos mecanismos de produção láctica em nível celular, reporta-se que, quando o oxigênio é exigido pelos músculos metabolicamente ativo e o suprimento de O_2 para um corpúsculo da célula denominado

mitocôndria é insuficiente (predominância anaeróbia), o nível de trabalho está suficientemente alto para ocasionar o desequilíbrio entre a exigência de O₂ maior do que o seu fornecimento.

Isto provoca um aumento líquido na oxigenação anaeróbia no citoplasma celular com a conversão do piruvato em lactato⁷.

Neste sentido, “a formação de lactato ocorre quando existe um acúmulo de NADH (nicotinamida adenina dinucleotídeo H) e de piruvato no citoplasma da célula, no qual existe a ação da enzima lactato desidrogenase (LDH) presente⁴²”.

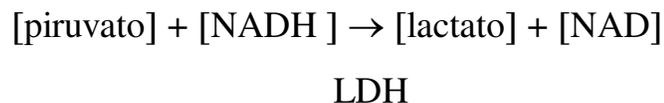


Figura 1 – Ação da enzima LDH na conversão do piruvato em lactato sanguíneo.

A taxa da formação do lactato é diretamente afetada por qualquer fenômeno que altere a concentração do piruvato, de NADH, ou até do tipo de LDH presente na célula. Considera-se que até o aumento da quantidade de mitocôndrias em consequência de um treinamento de *endurance* afeta a formação do piruvato.

O lactato é tamponado na célula, em primeira instância, pelo HCO₃. O CO₂ gerado pela tamponagem ocasiona um aumento do próprio. Este tamponamento, assim como os distúrbios acidobásicos, produzem mudanças previsíveis na troca gasosa.

A produção de ácido láctico se eleva durante o exercício, quando o componente glicolítico da produção de energia se processa a uma taxa tal, que

o dinucleotídio adenina nicotinamida (NAD), em sua forma reduzida do citoplasma, não pode ser reoxidado suficientemente de forma rápida pela passagem através da membrana mitocondrial H^+ (próton), para uma combinação final H^+ do citoplasma com o O_2 mitocondrial. Em consequência, o piruvato se torna o receptor de H^+ e é convertido em lactato e, simultaneamente, reoxida o NAD reduzido do citoplasma, permitindo a ocorrência da glicólise.

O acúmulo do lactato na corrente sanguínea depende do equilíbrio entre a produção do lactato pelo músculo em atividade e a sua posterior remoção pelo fígado, e/ou por outros tecidos. Em repouso, ou atividades de leve intensidade, a sua concentração é de aproximadamente 1mmol/L, evidenciando um equilíbrio entre a suas síntese e remoção⁴².

Podemos abordar um esquema sugerido⁴² descrevendo outras formas que alteram diretamente a formação do lactato, (figura 2):

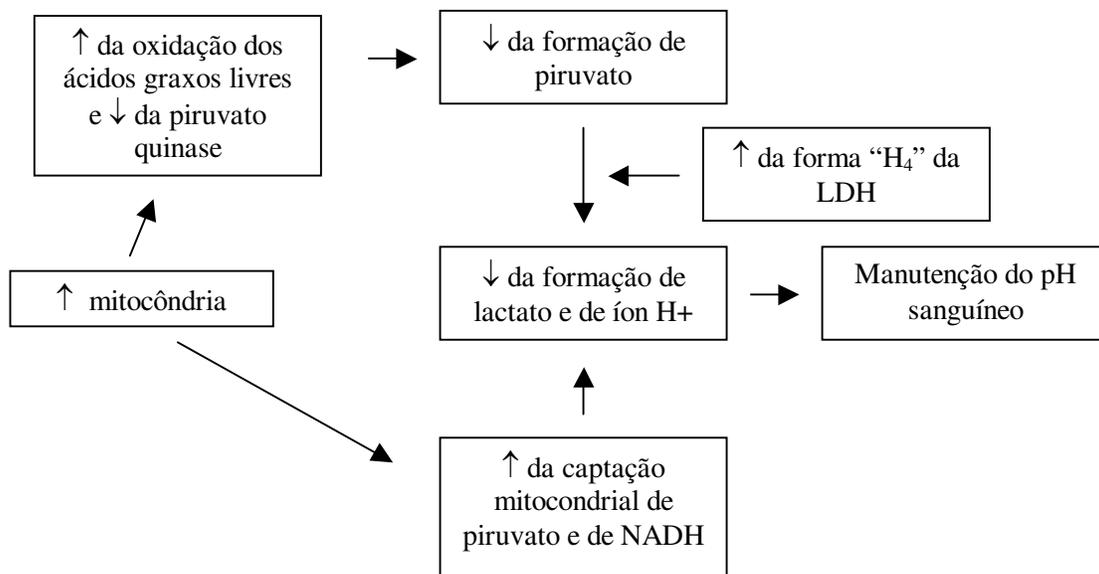


Figura 2 – Conseqüências fisiológicas devido ao aumento da mitocôndria celular.

Acrescentando informações sobre a cinética deste substrato em questão, afirmamos que este se origina através da hidrogenólise do piruvato, quando sofre oxidação no ciclo do ácido cítrico e que estes substratos, piruvato e lactato, estabelecem equilíbrio através da enzima denominada desidrogenase láctica (LDH)³.

De acordo a lei de ação de massas, o piruvato tende a se acumular na existência de uma degradação intensa da glicose proveniente do glicogênio, quando as velocidades das reações do ciclo do ácido cítrico são mais lentas que a glicólise, e a atividade da desidrogenase é elevada, gerando a formação do lactato, sendo este um metabólico intermediário da glicólise em equilíbrio³.

O comportamento da concentração sérica de lactato é modificado, quando o organismo humano é submetido a uma atividade física, em primeiro plano pela intensidade da carga de trabalho e, secundariamente, pela duração do exercício, considerando que após 20 a 30 minutos, os valores atingem níveis de repouso. A fisiologia do lactato também pode se modificar quando existe uma oferta ou carência de substratos. O aumento da glicemia e a insulinemia que ativam a glicólise provocam a lactoacidemia. Do mesmo modo, uma elevada oferta de ácidos graxos livres permite sua oxidação, tendo, por conseqüência, uma menor síntese de lactato, assim como a disponibilidade de glicogênio muscular^{3,34}.

Durante a realização de uma atividade física, de carga submáxima e longa duração, a concentração sérica de lactato eleva-se com taxas insignificantes em corredores fundistas treinados. Em uma hora de exercícios estes valores são inferiores a 4mMol/l. Este fenômeno justifica-se, em parte, pelo fato que o aumento do consumo de oxigênio contribui para uma maior extração do lactato sangüíneo³.

À medida que a intensidade do exercício se eleva, o lactato sanguíneo pode aumentar, em consequência de uma aceleração da produção, deste ou de uma redução da taxa de remoção pelo fígado, ou por outros tecidos, pois o fluxo do sangue aos músculos “não-ativos”, aos rins e ao trato gastrointestinal diminui à medida que a intensidade do exercício se eleva, reduzindo a taxa de remoção do lactato⁴².

Tanto em condições laboratoriais, ou de campo, as medições do ácido láctico não ocorrem dentro do músculo, e sim em tiragens de amostras de sangue dos capilares arterializados, como do lóbulo da orelha. Técnica presente nesta investigação, ou em raras exceções, da ponta dos dedos e de coletas de sangue venoso, ainda menos preciso. Por causa destas circunstâncias, alguns fatores devem ser considerados quanto à sua interpretação.

As [Lac] estão diretamente relacionadas com a sua produção nos músculos trabalhados, assim como a difusão do lactato proveniente dos músculos do sangue, seguida da sua eliminação no coração, no fígado e nos rins, fenômeno que acontece, tanto em situações de repouso, como em exercícios de intensidades moderadas. Ou seja, existe um balanço entre sua síntese na musculatura exigida e sua eliminação em diferentes mecanismos biológicos^{12,34}.

Um grupo de investigadores⁷, utilizando-se de infusão contínua de lactato (U-¹⁴C) em cães durante repouso e exercício contínuo em estado constante, fizeram diversas descobertas a respeito do metabolismo láctico: 1- existe um “*turnover*” ativo durante a situação pós-absorvente em repouso; 2- aproximadamente a metade da formação do lactato em repouso é removida através da oxidação; 3- a taxa de “*turnover*” deste substrato se eleva durante exercício, em comparação com o estado de repouso, inclusive se houver

apenas uma breve alteração na [Lac] no sangue; 4- a fração de lactato descartada através da oxidação aumenta até aproximadamente 3/4 durante o exercício; 5- uma pequena fração, 1/10 a 1/14 de lactato é convertida em glicose via ciclo de Cori em situação de exercício.

Em cargas de trabalho baixas, durante o exercício progressivo, os níveis de difusão do lactato são também baixos, proporcionando uma elevação na eliminação e, simultaneamente, aumentando a velocidade de difusão. Igualmente, a [Lac] nos capilares sangüíneos, ao final do exercício leve, não provoca nenhuma alteração, ou acarreta pequeno aumento com a elevação da intensidade do esforço físico. Se a sobrecarga continuar a existir, a velocidade de difusão também cresce. Sendo assim, “o declive excessivo encontrado na curva de performance do lactato pode ser explicado pelas baixas taxas de difusão”³⁴.

A respeito do efeito de treinamento na cinética do lactato no sangue, investigadores, usando técnicas de radiotraçador em corridas com ratos durante exercício submáximo, “não encontraram qualquer efeito significativo de treinamento no aparecimento de lactato no sangue durante exercício e atribuíram os níveis mais baixos de lactato circulante em ratos treinados durante exercício a uma melhor capacidade de eliminação”. Outros cientistas, Donovan & Pagliassotti, com o uso, tanto de traçador isotópico quanto de técnicas de não-traçamento, concluíram que, mesmo em situação de repouso, os ratos treinados apresentavam uma melhor capacidade de “limpar” uma carga de lactato do sangue⁷.

De forma similar, um estudo envolvendo seres humanos determinou parâmetros de cinética de lactato no sangue, em resposta a exercício submáximo com bicicleta em dois indivíduos com históricos atléticos diferentes. Em um dos sujeitos, um remador treinado, o lactato arterial se

elevou na transição de repouso para exercício com característica submáxima. Em comparação, a taxa deste substrato arterial caiu no ciclista durante a transição repouso-exercício. A utilização de traçadores isotópicos ofertou a possibilidade de se concluir que o exercício causou incrementos similares no aparecimento de lactato no sangue nos dois indivíduos. Porém, a diferença na [Lac] no sangue foi devida a uma maior capacidade de eliminação no ciclista. “O treinamento aumenta a eliminação de lactato no sangue e este efeito é grandemente responsável pelos níveis mais baixos de lactato circulante em sujeitos treinados durante exercício submáximo”. O

5. CONSUMO DE O₂ MÁXIMO (VO_{2máx.}) - ENVELHECIMENTO

Abordaremos nesta fase uma descrição de grande importância sobre a investigação proposta, os sistemas cardiovascular e respiratório, idade cronológica e VO_{2máx.}.

Sobre o consumo máximo de oxigênio (VO_{2máx.}) Hill e Lupton do ano de 1923, de posse de algumas informações, provavelmente incorretas, propuseram que, instantes antes do sujeito atingir a capacidade máxima de trabalho, o VO₂ atinge um platô e não se eleva mais. Mesmo considerando que este indivíduo ainda consiga se exercitar de uma forma um pouco mais intensa, o VO₂ não se modifica, mantendo-se estável. Neste ponto, caracteriza-se que o indivíduo alcançou o seu VO_{2máx.}, sendo que este esforço, realizado acima do platô de VO₂, foi suportado pelo mecanismo de predominância anaeróbia, provocando um acúmulo de lactato intracelular, de acidose e uma exaustão física inevitável²⁷.

Robison et ali, em 1938, foram os primeiros estudiosos a identificar o VO_{2máx.} como um fenômeno determinante de rendimento do exercício de longa duração.

Astrand, em 1952, definiu o VO_{2máx.} como a mais elevada capacidade de oxigênio atingida por um indivíduo respirando ar atmosférico ao nível do mar²⁷.

O VO_{2máx.} é o produto da produção máxima cardíaca e a diferença artério-venosa de oxigênio. Maiores valores são observados em homens do que em mulheres, em adultos jovens em relação a pessoas idosas, assim como em atletas sobre pessoas sedentárias, quando corrigidas as diferenças de massa corporal. O VO_{2máx.} diminui com a inatividade física e aumenta com o treinamento físico¹².

Outro investigador²⁷ reporta que “a capacidade do ser humano para realizar exercícios de média e longa duração depende principalmente do metabolismo aeróbio”. Neste sentido, um dos índices de maior uso para avaliar esta capacidade é o $VO_{2máx.}$, considerando que este, em condições de repouso, é muito similar entre sujeitos sedentários e treinados. Porém, durante um esforço máximo, os indivíduos treinados possuem maiores valores, aproximadamente duas vezes maiores em relação aos sedentários.

O $VO_{2máx.}$ pode ser expresso em valores absolutos, l/min, ou relativo à massa corporal, $ml.kg^{-1}.min^{-1}$, sendo esta a de maior utilização no meio científico²⁷.

Enquanto o consumo de oxigênio, VO_2 , é indicado por unidade de tempo, ou por unidade de distância, EO_2 ⁴.

Os itens que determinam o $VO_{2máx.}$ são: **a)** fator genético: Klissouras (1971) salientou que este suporte biológico seria o principal responsável pela variabilidade do $VO_{2máx.}$, o qual diagnosticou que gêmeos monozigóticos (GM) apresentaram respostas de $VO_{2máx.}$ muito próximos em comparação com gêmeos dizigóticos (GD) que possuíam valores maiores. Concluindo, portanto, que os fatores genéticos são responsáveis por 67% da variação no $VO_{2máx.}$. Já pesquisadores, em 1989, sugeriram que após um experimento envolvendo 27 pares de irmãos, 33 pares de GD e 53 pares de GM, concluíram que a influência genética foi baixa, não sendo responsável por mais de 25% da variação²⁷.

A hereditariedade foi a causa direta de 66% da variação dos índices de $VO_{2máx.}$, quando os dados tiveram um ajuste para a massa corporal, a participação em esporte e as dobras cutâneas. Neste caso, podemos perceber o quanto esta discussão sobre o efeito da genética no $VO_{2máx.}$ ainda é recente e conflitante. **b)** Idade e sexo: após uma avaliação em 75 meninos e meninas dos

8 aos 16 anos de idade, Klissouras²⁷ verificou uma elevação anual de 11,1% do $VO_{2máx.}$, porém, em meninas as respostas parecem ser diferente. Elas adquirem uma elevação do $VO_{2máx.}$ em um período menor na puberdade, entre 8 e 13 anos, enquanto os meninos, na faixa dos 8 aos 16 anos de idade.

Um estudo com característica transversal verificou-se que o $VO_{2máx.}$ (l/min), é 12% maior em meninos, do que meninas aos 10 anos de idade. Porém, quando os *scores* são expressos de forma relativa à massa corporal, a influência da idade e do sexo no $VO_{2máx.}$ são diferentes. Em um estudo longitudinal demonstrou-se que os meninos apresentam uma manutenção do $VO_{2máx.}$ entre os 8 e 16 anos, enquanto que as meninas apresentam um decréscimo em função da idade²⁷.

É interessante ressaltar que sujeitos inativos saudáveis apresentam uma diminuição de aproximadamente 9% do $VO_{2máx.}$, por década de vida. Pollock et alii (1987) afirmaram que o exercício vigoroso realizado com regularidade pode reduzir o decréscimo do $VO_{2máx.}$ determinado pela idade para 5% por década de vida e c) Treinamento: o treinamento pode elevar o $VO_{2máx.}$ de 4% a 93% de acordo com evidências de estudos transversais e longitudinais. E com valores menores, entre 20% a 40%, quando o $VO_{2máx.}$ é descrito em valores relativos à massa corporal dos sujeitos, e se eles diminuïrem o percentual de gordura corporal em grande escala, durante a fase de treinamento. Em outra ótica, descrevemos que os fatores limitantes do $VO_{2máx.}$ são a ventilação pulmonar e difusão alvéolo-capilar do oxigênio, assim como o sistema de transporte de oxigênio e a diferença artério-venosa de oxigênio²⁷.

Em 1975, Drinkwater e colaboradores avaliaram 109 mulheres com idade entre 10 e 68 anos, nas variáveis cardiovasculares e respiratórias, reportando que até os 50 anos, as diferenças entre as faixas etárias foram mínimas. O volume da ventilação máxima ($V_{Emáx.}$), o débito de oxigênio, o

lactato sanguíneo pós-exercício, a capacidade máxima respiratória e a capacidade vital declinaram com o aumento da idade nas mulheres de menor nível de condicionamento físico⁵⁶.

Os resultados apresentaram ainda um platô para a maioria das variáveis verificadas dos 20 aos 49 anos de idade, com uma diminuição a partir dos 50. Porém, um fato curioso foi que os sujeitos mais idosos, com níveis de condicionamento físico aeróbico acima da média, obtiveram taxas da potência aeróbia similares às mulheres sedentárias com 20 anos de idade, podendo suscitar que as diferenças do $VO_{2máx.}$ são mais relacionadas ao nível habitual de atividade física, do que à idade propriamente dita.

Outro estudo clássico⁵⁶ que investigou o impacto da idade na potência aeróbia, através de dados transversais, em homens ativos de 25 a 75 anos de idade, diagnosticou um decréscimo desta variável de 10% por década, 1% ao ano.

No final do século passado, Paterson e colaboradores também analisaram as alterações dos parâmetros da função aeróbica, do $VO_{2máx.}$ e do limiar ventilatório em função da idade, com uma amostra de 289 homens e mulheres, de 55 a 86 anos, que viviam de maneira independente em uma comunidade. A diminuição do $VO_{2máx.}$ relativo à massa corporal foi similar em homens ($0,31 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) e mulheres ($0,25 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}.\text{ano}^{-1}$). Segundo as conclusões dos autores, a idade foi responsável somente por 8 a 37% da variação destes parâmetros fisiológicos. Neste caso, sugere-se que nos sujeitos que mantêm a função diária normal e hábitos ambulatórios, a idade isoladamente não é o único fator importante que determina o $VO_{2máx.}$, inclusive nos sujeitos de 80 a 85 anos de idade. “Neste caso, variáveis como a gordura corporal, o nível de atividade física e as doenças podem ser fatores

determinantes importantes independentemente do processo de envelhecimento, como discutido por outros autores”⁵⁶.

A respeito da incapacidade funcional, calculou-se o valor mínimo de $VO_{2m\acute{a}x.}$ compatível para uma vida independente, aos 85 anos de idade, para mulheres, $15ml.Kg^{-1}.min^{-1}$ e para homens, $18ml.Kg^{-1}.min^{-1}$. E, ainda, segundo informações do estudo de Jackson e colaboradores (1995), se a composição corporal e o nível de atividade física se mantivessem constante, ao passar dos anos, a taxa esperada de diminuição no $VO_{2m\acute{a}x.}$ seria de $0,25ml./Kg^{-1}.min^{-1}/ano$. Neste sentido, o envelhecimento isolado, não causaria esta incapacidade funcional⁵⁶.

Através de dados obtidos com atletas, demonstrou-se que, mesmo em virtude de não terem continuado em uma condição física sistemática, após a interrupção de suas atividades, estes sujeitos possuíam uma maior capacidade física, expressa em $VO_{2m\acute{a}x.}$, em relação aos seus companheiros sedentários e não atletas. Esta situação ocorreu, provavelmente pelos altos padrões de atividades de lazer nos ex-atletas. “Um dos aspectos mais fascinantes que tem sido objeto de várias pesquisas é a relação entre o exercício, a atividade física e a longevidade”⁵⁵.

Ainda a respeito da perda da potência aeróbica, podemos descrever brevemente algumas informações sobre os mecanismos fisiológicos.

Matsudo e colaboradores⁵⁶, concluíram que não houve relação entre a diminuição do $VO_{2m\acute{a}x.}$ e a atrofia muscular que acompanha o processo de envelhecimento. Com base nas suas conclusões, esses estudiosos afirmaram que “é o declínio na frequência cardíaca máxima de 1 bpm por ano o responsável pela diminuição dessa variável com a idade”. Estes resultados indicaram como maior responsável pelo menor débito cardíaco e declínio da

potência aeróbia, o decréscimo da frequência cardíaca máxima com a idade, e a diminuição do volume sistólico máximo.

Existem outros efeitos cardiovasculares associados ao exercício físico que incluem um menor aumento da frequência cardíaca, durante a fase do exercício, com a elevação da idade, em função, provavelmente, à menor perda do tono vagal do coração e à diminuição das respostas beta-adrenérgicas⁵⁶.

Um envelhecimento bem sucedido caracteriza-se por três situações essenciais, que dentro de uma situação dinâmica, interagem entre si: boa capacidade funcional, tanto cognitiva, quanto física, baixa probabilidade de doenças e de incapacidades relacionadas a elas e uma ativa participação na comunidade¹¹.

Em relação aos determinantes da manutenção de uma boa capacidade física, um estudo nos Estados Unidos de 1998 relatou que a influência de perfis sócio-econômicos, como possuir uma baixa renda, relaciona-se como um dos fatores de declínio de uma boa condição física. Porém, suporte emocional de amigos e familiares e atividades de lazer ajudam a manutenção de uma capacidade física.

Em concordância “numa sociedade que envelhece, a capacidade funcional dos indivíduos passa a ser o real divisor de águas entre os que envelhecem com saúde e os que experimentam um envelhecimento malsucedido”⁴⁵.

O envelhecimento, somado ao estilo de vida sedentário, assim como as doenças, contribuem para a diminuição da capacidade física do idoso⁶.

O avanço da idade provoca, também, uma diminuição da capacidade aeróbia máxima, sendo de aproximadamente 1% ao ano entre as idades de 20 a 70 anos. Ou, ainda, $5\text{ml}^{-1}/\text{Kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$ por década (sujeitos sedentários). Esse fenômeno se deve a diversos fatores, como declive nos níveis de atividade

física, alterações da função cardíaca e diminuição da massa muscular esquelética^{6,34}.

Este envelhecimento está associado às alterações na estrutura cardíaca, onde este fenômeno ocorre de forma individualizada, e, ainda, entre os 30 e 90 anos de idade ocorre diminuição da massa muscular do coração de 1g a 1,5g/ano, assim como diminuição dos mecanismos do sistema nervoso de condução para este órgão. Estas limitações provocam, também, uma queda no $VO_{2máx.}$ de 0,4 a $0,5ml.kg^{-1}.ano^{-1}$, sendo que atividades físicas realizadas de forma regular podem diminuir este decréscimo em até 50%².

A diferença arteriovenosa é determinada pela capacidade do sangue de carrear oxigênio, através do fluxo sanguíneo para a musculatura esquelética e pela habilidade do músculo de extrair oxigênio. O envelhecimento provoca uma diminuição nesta diferença, cujo declínio é influenciado por mudanças na composição corporal no idoso sedentário, como perda da massa muscular e redistribuição de gordura⁷.

Em convergência, “a capacidade aeróbia declina de 8 a 10% por década, em indivíduos não atletas, mediada pela diminuição da frequência cardíaca máxima e da diferença arteriovenosa”⁵⁰.

O tecido muscular é o principal responsável por toda a variabilidade do $VO_{2máx.}$, tanto em homens como em mulheres abaixo de 60 anos³⁴.

Os exercícios aeróbios atualmente são recomendados para prevenção e tratamento de diversas patologias tipicamente associadas à idade avançada, como diabetes melito não insulino dependente (DMNID), hipertensão arterial, doenças cardíacas e osteoporose. “Assim, realizar exercícios aeróbios regularmente é uma importante forma de fazer com que as pessoas idosas aumentem a tolerância à glicose e ainda auxiliem nos programas de perda de peso”. Porém, esse mesmo autor se contradiz, reportando que “o treinamento

de *endurance* tem-se mostrado um fator de grande importância nos programas de perda de peso em homens e mulheres jovens, aumentando o gasto energético diário, porém no tratamento da obesidade no idoso pode não ser tão eficiente”. Justifica que idosos sedentários não fazem uso de muitas calorias deste tipo de treino, em razão do baixo nível de condicionamento físico³⁴.

Segundo o chefe da disciplina de Geriatria da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), João Toniolo Neto, “a diferença entre alguém que chega aos 80 anos fazendo esporte e alguém que não fez é absurda, geralmente de uma a duas décadas. Acontece desde o aspecto psicológico, porque atividade física tem relação direta com depressão, ansiedade e até preservação de memória, como mostram alguns estudos, até o aspecto físico”³⁶.

Há um estudo realizado por Meredith e colaboradores³⁴, com a intenção de se verificar a resposta inicial de sedentarismo de jovens (entre 20 a 30 anos) e mulheres e homens idosos (de 60 a 70 anos), com um treinamento contendo um volume de 45 minutos, frequência de três vezes semanal e intensidade de 70% da frequência cardíaca máxima.

Concluíram que “os ganhos absolutos na capacidade aeróbia foram similares entre os dois grupos. Entretanto, o mecanismo de adaptação ao exercício submáximo regular parece ser diferente entre pessoas jovens e idosas”.

Em relação à metodologia e conclusões desta pesquisa, estes investigadores³⁴ descrevem que houve uma elevação de duas vezes na capacidade oxidativa do músculo em sujeitos idosos, enquanto que nos indivíduos jovens surgiu um menor aumento, conclusão sintetizada através de biópsia muscular. As reservas de glicogênio muscular nos idosos foram significativamente menores em relação aos jovens e às mulheres, mas, ainda assim, relatou-se um grande aumento deste substrato energético no músculo.

Sobre a elevação do débito cardíaco em idosos em resposta a um treinamento de *endurance*, as respostas não são conhecidas, apenas existem algumas controvérsias a respeito³⁴.

Battistella e Júnior, descrevem que: “a baixa capacidade funcional é a principal determinante para a admissão do idoso numa instituição”. Esta diminuição funcional torna-se visível não apenas na dificuldade de realizar atividades físicas, como também nas tarefas cotidianas, comprometendo sua qualidade de vida⁷.

A capacidade funcional representa um novo paradigma de saúde, particularmente para a população idosa. Ela passa a ser a resultante da interação multidimensional entre saúde mental, saúde física, integração social, independência na vida diária, econômica e suporte familiar. Qualquer uma dessas características, se prejudicada, pode afetar a capacidade funcional do indivíduo. “O bem-estar na velhice, ou saúde, num sentido amplo, seria o resultado do equilíbrio entre as várias dimensões da capacidade funcional do idoso, sem necessariamente significar ausência de problemas em todas as dimensões”⁶⁶.

6. TREINAMENTO FÍSICO AERÓBIO COM IDOSOS

Os principais parâmetros a serem observados em uma prescrição adequada de treinamento na terceira idade são a modalidade, duração, frequência, intensidade e forma de progressão, sendo importante enfatizar que este planejamento deve ser individualizado, respeitando as capacidades, preferências e co-morbidades de cada sujeito. E devem ser incorporados o lazer e a sociabilização para sucesso total do programa^{2,6,55,60}.

Em relação à frequência semanal das sessões de treino, deve ser de 3 a 5 vezes por semana e de uma duração de 20 a 30 minutos, com intensidade de leve a moderada. Estas intensidades podem ser determinadas por porcentagens do $VO_{2máx.}$, mensurações diretas da frequência cardíaca máxima, ou estimada por algumas equações. Altas intensidades propostas para os sujeitos idosos estão associadas a um alto risco de desconfortos musculares e à baixa adesão aos programas de atividades físicas^{2,6,55,60}.

Segundo o Colégio Americano de Medicina Esportiva, a qualidade e a quantidade de exercícios recomendados para manutenção e desenvolvimento da aptidão cardio-respiratória e do sistema muscular de adultos em boas condições de saúde são de uma intensidade entre 55-65% a 80% da frequência cardíaca máxima, em atividades que utilizem grandes grupos musculares⁵⁵.

De acordo com o *American College of Sports Medicine (ACSM)*, existe uma indicação de três a cinco vezes por semana, com duração de 20 a 60 minutos por sessão, dependendo da intensidade. Pollock e colaboradores (1994) informam que, segundo informações do *American Heart Association (AHA)*, preconiza-se três vezes por semana, com duração de 20 minutos por sessão⁷⁵.

Segurança é essencial também em relação aos cuidados ambientais, como luminosidade, ventilação e tipo de piso a serem utilizados nas sessões, e, também, roupas e calçados adequados à prática física. Os gerontes não devem ser expostos a temperaturas excessivas, ao contrário. Ao frio excessivo pode levar a uma vasoconstrição cutânea e coronariana reflexa, causando elevação da pressão arterial^{2,7,60}.

Os participantes devem ser encorajados a aprender e utilizar uma auto-monitorização da sua intensidade durante o exercício físico, assim como a uma grande atenção sobre a hidratação, pois estas pessoas possuem uma diminuição na percepção da sede, o que pode levar a um estado agudo, ou crônico de desidratação corporal.

Com a finalidade de se prevenir a ocorrência de problemas decorrentes do condicionamento físico, é indispensável uma avaliação rigorosa, assim como uma contínua vigilância durante um programa de exercícios físicos e uma orientação adequada. “Com efeito, nossa experiência tem demonstrado que a prescrição indiscriminada de exercício para o idoso causa lesões músculoesqueléticas de diferentes graus em mais de 40% dos casos”⁶.

Ainda sobre a prescrição de exercícios, afirma-se que aqueles denominados dinâmicos (predominantemente isotônicos), acarretam maiores benefícios para os sistemas cardiovascular e respiratório, enquanto que os exercícios estáticos (predominância isométrica) são tradicionalmente restritos a cardiopatas e idosos. Porém, recentemente esta conduta sofreu uma alteração no âmbito científico, alguns pesquisadores afirmam que quando existe uma prescrição adequada, podem ocorrer diversos benefícios a esta faixa etária, como, por exemplo, redução da osteoporose.

A respeito dos ganhos adquiridos pelos idosos por participar de um programa de exercício físico, existe um incremento da capacidade aeróbia de

no mínimo 20%, o que equivale a uma redução de 10 a 20 anos na idade funcional. Evidências sugerem que a elevação do $VO_{2máx.}$ no treinamento está primeiramente relacionado à diferença arteriovenosa. Desta forma, as mudanças na musculatura esquelética, como hipertrofia, elevação da capilarização e aumento da atividade enzimática do metabolismo predominantemente aeróbio parecem ser determinantes na melhora do rendimento físico⁷.

Sobre os valores lipidêmicos, o treinamento provoca um aumento nos níveis de HDL colesterol (lipoproteínas de alta intensidade). Este fenômeno parece ser mais importante nos gerontes do que a diminuição do LDL colesterol (lipoproteínas de baixa intensidade). Ressaltamos que estas variáveis foram analisadas na presente investigação⁷.

Podemos descrever um estudo⁷ interessante onde o objetivo principal foi analisar as adaptações fisiológicas em homens e mulheres saudáveis e sedentários, com idade média de 68 anos, durante 16 semanas em um programa de exercício de baixa, para média intensidade. Participaram desta análise 247 sujeitos livres de doenças metabólicas descontroladas e patologias significativas cardiológicas e pulmonares, assim como anemias, anormalidades no eletrocardiograma, pressão arterial em repouso igual, ou maior que 165/90 ou, também, doenças crônicas que afetassem a habilidade de exercitar-se na bicicleta ergométrica.

Os indivíduos foram randomizados em dois grandes grupos, exercício (n = 166) e grupo controle (n = 81). O grupo de exercício treinou três vezes por semana, durante 40 minutos a 70% (percentual corrigido no decorrer da investigação), da frequência cardíaca máxima atingida em um teste de esforço, enquanto que o grupo controle foi atendido semanalmente durante a investigação apenas para um contato social e certificação da inatividade.

Concluiu-se que o $VO_{2m\acute{a}x}$ aumentou 8,5% nos idosos treinados e diminuiu insignificamente no grupo controle. O consumo máximo no limiar ventilatório elevou-se 3,5% no bloco dos ativos e declinou 3% nos inativos. Demonstrou que um treinamento de longa escala é viável para pessoas idosas e saudáveis e que as melhoras fisiológicas podem ser mensuradas após 16 semanas de treinamento de baixa, para moderada intensidade.

Secundariamente, esta investigação relatou um significativo aumento da massa corporal magra e leve diminuição do tecido adiposo, menores taxas da pressão sistólica e diastólica de repouso e recuperação, pré e pós treinamento, em relação ao grupo controle.

Não houve significância quanto às taxas dos valores lípedes sanguíneos, colesterol total, HDL, LDL e triglicérides, em ambos os grupos pré e pós treinamento.

Em uma outra investigação, realizada no laboratório do CELAFISCS⁵⁵, observou-se os efeitos do exercício no VO_2 , em diferentes faixas etárias, de 18 até 81 anos. Os investigadores demonstraram claramente que mulheres com idade entre 60-69 anos e 70-81 anos, praticantes regulares de atividade física, possuíam valores maiores de VO_2 , quando comparadas a mulheres de igual faixa etária, não praticantes de atividades física. “Talvez o fato mais importante foi que as mulheres daquelas faixas etárias apresentaram valores de $VO_{2m\acute{a}x}$ similares aos obtidos por mulheres sedentárias uma ou duas décadas mais novas⁵⁵.

Segundo um plano nacional para aumentos dos níveis de atividade física dos Estados Unidos, “há um conjunto significativo de evidências científicas indicando que a atividade física regular pode trazer benefícios expressivos para a saúde das pessoas de qualquer idade e habilidade, e que esses

benefícios estendem-se por toda a vida”. Há, portanto, maiores oportunidades de prolongar os anos de vida ativa e de forma independente, com melhor qualidade de vida destas a partir da meia idade¹⁹.

7. LOCOMOÇÃO E ENVELHECIMENTO HUMANO

Biomecanicamente descrevendo, existem diversas pesquisas que verificaram as alterações do padrão de locomoção (deslocamento do centro da massa), em relação ao avançar da idade. Entre estas, a pauta de maior investigação se refere à descrição dos mecanismos da caminhada que surgem com a idade, porém existe um profundo interesse em suas causas potenciais e nas eficácias das estratégias de intervenções para o aprimoramento dos fatores mecânicos, em adultos com faixas etárias avançadas. A maior parte dos resultados relata “grandes alterações que consistem na diminuição da velocidade preferida, ou escolhida para a locomoção”³⁵.

Ainda sobre este prisma, evidencia-se que “a capacidade aeróbia máxima também tem sido positivamente associada à velocidade de preferência, sugerindo que os indivíduos com melhor condicionamento aeróbio tendem a desenvolver maiores velocidades. De modo similar, a velocidade da caminhada também tem sido associada ao nível de atividade física dos idosos, de forma que os mais ativos tendem a desenvolver velocidades mais altas”³⁵.

Em comparações aos jovens, as velocidades de preferência dos idosos são tipicamente 10 a 30% inferior. Porém, o nível da diminuição da velocidade no decorrer dos anos é inconstante. Em uma proposta investigativa, envolvendo 438 adultos com idade entre 19 e 102 anos, Hilmann e cols. concluíram que a velocidade preferida para a caminhada decrescia modestamente, 0,11% a 0,20% ao ano até os 60 a 65 anos de idade. Acima desta idade é que a velocidade do declínio da marcha elevava-se para 1,24 a 1,60% por ano. Existem ainda outras alterações no padrão da marcha, relacionadas com a idade, o aumento do tempo do pé de apoio no solo,

responsável, pela sustentação do corpo, a diminuição da extensão e a velocidade de cada passada. Estes acontecimentos podem ser justificados pela queda das funções músculoesqueléticas com a idade, fato largamente esclarecido pela gerontologia. Tanto a amplitude de movimento das articulações, como a força muscular dinâmica diminui com o avançar da idade³⁵.

A marcha é uma habilidade motora altamente complexa, envolvendo vários níveis do sistema nervoso e um determinado grau de coordenação da musculatura esquelética. O mais simples e importante fator de descrição da cinemática da locomoção é a velocidade. “A alteração da velocidade de locomoção é também um dos meios mais comuns de se manipular a intensidade do exercício tanto em teste como no lazer.”³⁵

8. FARMACOLOGIA E IDOSOS

Este tópico consiste em relatar a influência, ou não, dos mais comuns fármacos, utilizados por esta parcela da população, que podem interferir na síntese de lactato sanguíneo, assim como as respostas na frequência cardíaca durante o exercício físico, tendo como objetivo principal a segurança dos indivíduos nos testes de esforço e interpretações corretas dos resultados no decorrer e no final da presente investigação. Drogas de ação vascular podem modificar a relação entre valores cardíacos e intensidade de exercícios².

Já outro investigador⁶⁸ reporta que “a curva de lactato é muito menos influenciada pelo bloqueador betaadrenérgico, do que a frequência cardíaca”, sendo que esta curva se apresenta com um comportamento típico para usuários deste tipo de medicamento, em seu início. Em um esforço de intensidade moderada, os níveis séricos aumentam muito pouco. Em sujeitos sedentários, com intensidade de aproximadamente 55% do máximo, observa-se um acentuado e crescente aumento no sangue, considerando que os betabloqueadores que o autor se refere são: Propanolol[®] 40mg, Acebutol[®] 200mg e Atenolol[®] 50mg.

9. CASUÍSTICA E MÉTODOS

9.1 CASUÍSTICA

O desenho da presente investigação foi um estudo descritivo.

9.1.1 Critérios de inclusão

- * Idade igual ou superior a 60 anos.
- * Indivíduos do sexo feminino.

9.1.2 Critérios de exclusão

* Estar participando ou ter participado de algum programa de exercícios físicos sistematizados nos últimos seis meses, com frequência igual ou superior a 3 vezes por semana.

* Não possuir laudo eletrocardiográfico (ECG) de repouso e de exercício com resposta negativa, assinado por médico cardiologista.

- * Apresentar comprometimentos ósteo-músculo-articulares.
- * Possuir pressão arterial hemodinâmica descontrolada.
- * Negar-se a assinar o “termo de consentimento”.

O estudo foi submetido à aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo / Escola Paulista de Medicina. Todos os participantes foram informados sobre o objetivo do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido para a participação do mesmo, (anexo 22).

9.2 MÉTODOS

9.2.1. Amostra

A amostra foi composta por 25 indivíduos voluntários do Centro de Reabilitação Física Lar Escola São Francisco – Escola Paulista de Medicina / Universidade Federal de São Paulo (LESF-EPM/UNIFESP). Houve 9 desistências, sendo quatro por motivo de viagem e tratamento, uma por apresentar angina pré-teste, e quatro devido ao resultado positivo para arritmia cardíaca no eletrocardiograma preventivo, (tabela 3).

Pertenciam ao gênero feminino, com idade igual ou maior que 60 anos, sadias, que participaram de exercícios físicos sistematizados em, no máximo, duas vezes por semana nos últimos seis meses. As envolvidas no estudo, obedeceram a todos os critérios de inclusão e exclusão.

9.2.2. Espirometria

O teste de esforço máximo espirométrico foi realizado em um aparelho da marca COSMED[®], modelo QUARK PFT1 – *Pulmonary Function Testing Spirometry Module*.

Este equipamento possui a capacidade de analisar o consumo de oxigênio e a produção de dióxido de carbono durante o exercício físico⁴¹, assim como outras informações, como ventilação pulmonar, batimentos cardíacos, VO_2 em valor absoluto e relativo e $VO_{2máx.}$, (anexo 3).

Informamos que este equipamento foi calibrado a cada teste de esforço para se evitar possíveis erros técnicos.

9.2.3. Teste incremental de membros inferiores

A seleção de um protocolo apropriado para a avaliação da capacidade funcional é de suma importância e o principal objetivo nos testes funcionais é atingir o VO_2 pico, sendo este de maior eficiência em relação ao $VO_{2máx.}$ ⁵⁰. Para o presente estudo, adotamos o termo $VO_{2máx.}$ para evitar possíveis erros de interpretação.

Os denominados protocolos de rampa, onde o incremento da carga ocorre de forma contínua, tendo como objetivo uma determinação mais fidedigna da capacidade funcional, vêm sendo utilizado de forma interessante nos últimos anos⁵¹.

Estes testes em esteiras, iniciam-se normalmente com uma fase de aquecimento de 1 a 3 minutos, com caminhadas de maneira confortável, em seguida, incrementa-se de forma contínua e progressiva a inclinação e/ou

velocidade, de acordo com a individualidade apresentada de cada indivíduo. A finalidade é atingir o maior consumo de O₂ em um período de tempo pre-estabelecido de aproximadamente 10 minutos⁵¹.

Bruce e col. relatam que alguns testes com o objetivo de analisar e estimar o VO_{2máx.} para aplicações clínicas podem conter as seguintes características e objetivos: a) utilizar exercícios dinâmicos com grandes grupos musculares, sem habilidades ou treinamentos especiais e evitar riscos de trabalhos isométricos. b) iniciar com esforço submáximo com tempo para adaptações fisiológicas, com incrementos de cargas progressivas, até determinar a capacidade máxima individualmente alcançada, e/ou ocorrências de sinais sintomáticos limitante. c) ser seguro e acessível ao sujeito. d) solicitar um tempo mínimo para supervisão e monitoramento personalizado. e) ter estabelecido padrões normais de solicitações submáximas de oxigênio e alta correlação da duração do esforço com o VO_{2máx.}, para facilitar uma rápida e confiável avaliação do VO_{2máx.}, em grupos da mesma condição⁵⁰.

Para a estimativa do VO_{2máx.} (ml.Kg.min⁻¹) em esteira, apresenta-se a seguinte equação: $VO_2(\text{ml/Kg/min}^{-1}) = [(\text{mph} \times 26,82) \times 0,1] + [(\text{inclinação}/100) \times (26,82 \times \text{mph}) \times 1,8] + 3,5$. Ela considera que o avaliado esteja caminhando entre 2,0 e 4,0 milhas/hora, sem o uso do corrimão e, ainda, que o aparelho esteja calibrado⁵⁰.

Podemos discorrer uma informação onde se registrou valores médios de 5 a 7 Mets em idosos de 65 a 75 anos que vivem em comunidades, 2 a 4 Mets em idosos de 75 anos, ou mais, que residem em asilos, e, aproximadamente 10 Mets, em indivíduos da terceira idade praticantes de esportes⁷¹.

O idoso leva maior tempo para atingir um estado estável da ventilação, o consumo de oxigênio e a frequência cardíaca. Portanto, torna-se necessário respeitar: o tempo de aquecimento adequado, o aumento da intensidade que deverá ser gradual, de 0,5 a 1,0 MET por estágio e a duração deste, não poderá ser breve, isto é, no mínimo de 2 a 3 minutos⁷¹.

Neste sentido, o protocolo modificado de Balke não possui uma boa indicação, devido ao baixo tempo para cada estágio, dois minutos, contendo no início, 3mph (4,8Km/h), 0% de inclinação (3 Mets) e elevação de cerca 2,5%⁷¹.

No entanto, Smith e Gilligan propõem outra modificação no protocolo de Balke, começando com 2mph (3,2Km/h), 2% de inclinação (2 Mets) e aumento de 2% (0,55 MET) a cada dois minutos⁷¹.

Para efeito de conversão, podemos informar numericamente que 1 MET representa o consumo de $3,5 \text{ ml/Kg/min}^{-1}$ de O_2 ⁵⁰.

Leite, em 2000, descreve que existem vantagens quanto ao uso da esteira rolante. Este ergômetro utiliza um tipo comum de exercício, caminhar e/ou correr, usa uma massa muscular maior e impõem, para um mesmo VO_2 , um menor estresse ao sistema cardiovascular. Em outros termos, menores níveis do duplo produto (DP), pressão arterial média (PAM), resistência periférica (RP) e volume sistólico (VS).

A presente investigação utilizou o limiar ventilatório e o limiar de lactato como instrumentos de análise do rendimento fís

Por medida de segurança, os sujeitos envolvidos, realizaram um teste de repouso e esforço físico (T1) com eletrocardiograma (ECG) antes da verificação dos limiares propriamente citados no protocolo principal. Foram consideradas excluídas aquelas que apresentaram resposta positiva no laudo final fornecido pelo médico cardiologista responsável. Para este teste, utilizou-se o protocolo modificado de Bruce, ver maiores detalhes na página 61 deste trabalho.

A respeito do termo de consentimento livre e esclarecido, utilizamos as normas brasileiras em rigor, isto é, a resolução 196/96. O consentimento informado possuiu quatro características fundamentais: a informação, a compreensão, a voluntariedade e a autorização para participação, ou seja, o consentimento em si⁴⁰ (anexo 22).

Informamos que este estudo foi analisado e autorizado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo (CEPUNIFESP), sob a homologação número 0599/03 (anexo 25).

O teste (T2) realizado obedeceu ao protocolo do teste modificado de Bruce (figura 3), página 61.

Respeitou-se a frequência cardíaca máxima (F.C.Máx.) com a seguinte equação; $220 - \text{idade}$, como fator limitante, assim como outras peculiaridades em resposta ao esforço exigido citadas anteriormente, com a intenção de preservar os sujeitos de qualquer eminente risco.

Anterior ao teste de esforço, entre três e cinco minutos de repouso fisiológico, coletou-se uma gota de sangue arterializado do lóbulo da orelha, após assepsia do local para análise do lactato sanguíneo, assim como foram medidas a pressão arterial e a frequência cardíaca.

9.2.4. Teste modificado de Bruce

Em seguida, todos os participantes foram submetidos ao teste de esforço máximo, denominado teste de Bruce modificado, em uma esteira rolante da marca *Life Fitness*[®], modelo 9700HR[®], com velocidade inicial de 2.7 Km/h, a 0% de inclinação do primeiro ao terceiro minuto (estágio I); em seguida, do terceiro ao sexto minuto a velocidade se manteve a 2.7Km/h, porém com inclinação aumentada para 5% (estágio II); novamente, entre o sexto e nono minuto, não houve aumento da velocidade 2.7Km/h e a inclinação passou para 10% (estágio III); em seguida, entre o nono e décimo segundo minuto elevou-se a velocidade para 4.0 Km/h com 12% de inclinação (estágio IV); quando necessário, do décimo segundo minuto ao décimo quinto, a velocidade foi aumentada para 5.5Km/h, em 14% de inclinação (estágio V), ou ainda, 6,8Km/h com 16% de inclinação (estágio VI), entre o décimo quinto minuto e décimo oitavo minuto, (figura 3).

A cada estágio do teste, foi coletado o VO₂, a frequência cardíaca (FC) e coeficiente respiratório(QR), anexos 3, 4, 5, 11, 12, 16 e 17.

Imediatamente após o término do teste de esforço, coletou-se lactato e pressão arterial; após um minuto, lactato, triglicérides, colesterol, glicemia e FC; no segundo e terceiro minutos FC e, finalmente, no quarto minuto, lactato, colesterol, triglicérides e glicose.

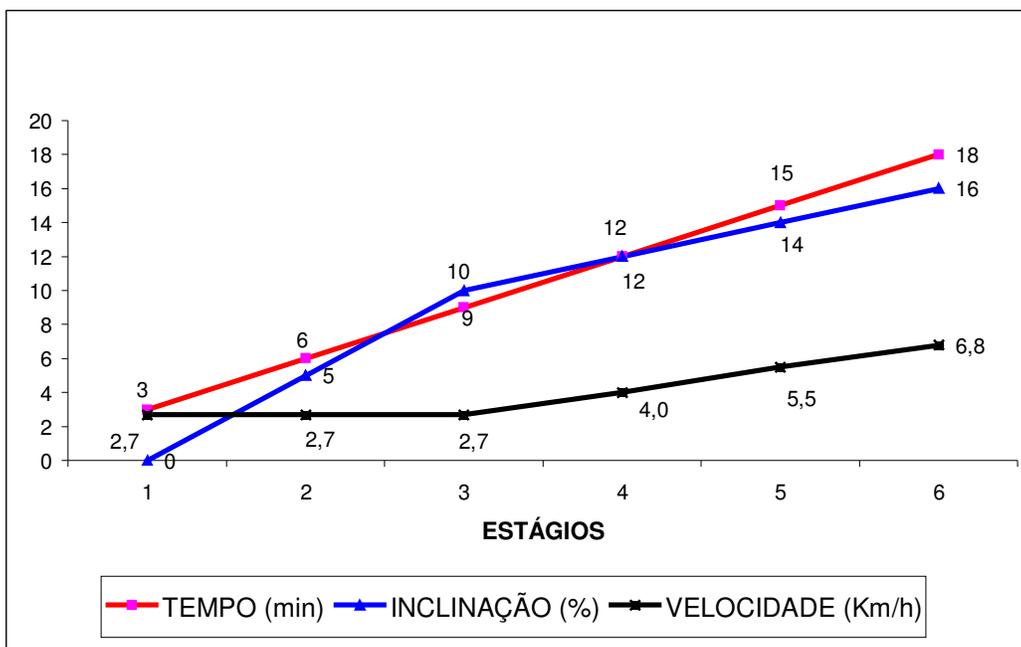


Figura 3 – Teste modificado de Bruce.

Evidenciamos novamente que a escolha do tempo de 3 minutos, com baixa elevação da intensidade para cada estágio está em concordância com a literatura³⁴: “estágios de longa duração e baixo incremento de cargas por estágio são interessantes devido aos diferentes sistemas fisiológicos envolvidos no teste. A duração de cada estágio de 3 a 5 minutos induz ao aumento progressivo da curva de lactato após o limiar”.

9.2.5. Coleta das amostras do lactato sangüíneo

A coleta de lactato sangüíneo foi realizada com um lactímetro Accutrend Lactato[®], produzido pela empresa “Produtos Roche Químicos e Farmacêuticos SA.”[®], que possui como princípio de medição a determinação através de fotometria de reflexão de lactato em sangue capilar. Contendo um comprimento de onda de 660nm e intervalo de medição, abrangendo 0,8 até 22mMol/l de lactato, com tempo de resposta correspondente a 60 segundos.

Foram usadas luvas cirúrgicas e realizada a assepsia do lóbulo da orelha com álcool, através de punção com utilização de lancetas descartáveis de aproximadamente 25 microlitros (μ l) de sangue arterializado em fitas reagentes enzimáticas BM Lactate[®]. E, também, em seguida, passagem de algodão para evitar possíveis contaminações a partir do suor no local.

As tiras reagentes possuem uma forma de validação, através de código indicado em etiqueta na embalagem e uma fita de identificação, que ao ser introduzida, revela no visor do aparelho, o número correspondente à indicação do frasco, caso contrário, a fita não efetua a medição do lactato.

Em relação ao princípio do teste, relata-se que quando aplicada na zona reativa, a amostra sangüínea passa através da malha de rede protetora de coloração amarela até uma camada de fibra de vidro, onde os eritrócitos ficam retidos, de forma que apenas o plasma do sangue penetre na zona de detecção. O lactato propriamente dito é determinado através de um fotómetro de reflexão pela reação colorimétrica do medidor lactato-oxidase, em um comprimento de onda de 657nm, sendo:

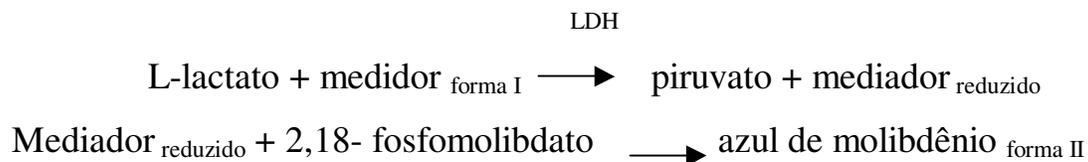


Figura 4 – Reação enzimática da fita reagente do lactímetro Accutrend Lactato[®].

Contendo como componentes por teste: lactato-oxidase (*rec. Aerococcus viridans*) 1,9 U; cloreto de amônio N,N-bi-(2-hidroxi-etil)-4-hidroximino-ciclohexa-2,5-dienilideno) 7,2µg; fosfomolibdato 11,4µg.

As coletas foram realizadas em temperatura ambiente entre 5°C e 35°C (anexos 7 e 19), evitando-se possíveis desvios de valores, conforme padrões estipulados pelo fabricante.

O fabricante ainda afirma que não foi causada nenhuma interferência para o lactato pelas seguintes substâncias em seus respectivos intervalos de concentrações testados, colesterol, 44,8 – 350mg/dl e triglicérides, 26,3 – 500mg/dl (anexo 18), nenhum dos sujeitos estava fora destas margens estipuladas.

Ressaltamos que a referida fita foi acoplada ao aparelho descrito acima e colocada diretamente no lóbulo da orelha do participante, portanto, sem armazenamento, conforme padrões estipulados pela referida empresa. O instrumento foi desinfetado ao final de cada utilização, evitando-se, assim, contaminações de um envolvido a outro.

9.2.6. AVALIAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS

$$Dc \text{ (g/cm}^3\text{)} = 1,168297 - [0,002824 \times C \text{ AB}] + [0,0000122098 \times (C \text{ AB})^2] \\ - [0,000733128 \times C \text{ quadril}] + [0,000510477 \times AL] \\ - [0,000216161 \times \text{idade}]$$

conversão de Dc para %GC

$$\%GC = [(5,01/Dc) - 4,57] \times 100$$

resultante para MLG

$$MLG = 100\% - \%GC$$

onde: Dc = densidade corporal (g/cm³); C AB = circunferência abdominal média (cm); C quadril = circunferência quadril (cm); AL = altura (cm); GC = gordura corporal (%), idade (anos) e MLG = massa livre de gordura (%).

Medidas antropométricas^{41,54} usadas na investigação:

Para a circunferência abdominal média (C AB) considera-se que está localizada na protuberância anterior máxima do abdômen, usualmente no nível da cicatriz umbilical, na posição horizontal. A fita foi aplicada firmemente ao redor do abdômen no nível de maior protuberância anterior, sendo necessário um assistente para posicionar a fita atrás do indivíduo. A medição foi realizada ao final de uma expiração normal.

Em relação à circunferência do quadril (CQ), anatomicamente se localiza na extensão posterior máxima dos glúteos em posição horizontal, onde a fita foi aplicada firmemente ao redor dos glúteos, foi necessário também um auxiliar para posicionar a fita ao lado oposto do corpo.

A circunferência do braço (CB) localiza-se anatomicamente no processo acromial da escápula e do processo olécrano da ulna. A medida foi realizada com o avaliado em pé, o braço na posição anatômica. O avaliador em posição látero-lateral realizou a medida na maior circunferência.

Para se analisar a circunferência máxima da perna (CP), cujo ponto está localizado no perímetro máximo do músculo da panturrilha em uma posição perpendicular ao eixo longo da perna, o sujeito posicionou-se anatomicamente. A fita foi aplicada horizontalmente em volta do perímetro máximo da musculatura da panturrilha.

Tratando-se da circunferência de cintura (CC), esta localiza-se na parte mais estreita do tronco da cintura “natural”, mais precisamente entre as costelas e a crista ilíaca na posição horizontal. A fita foi condicionada nesta região, e, mais uma vez, se fez necessária a presença de um auxiliar para posicionar a fita atrás do sujeito, realizando a medição após uma expiração final.

Para estas medidas de circunferência, o material utilizado foi uma fita métrica flexível, com precisão de 0,1 centímetro.

A massa foi verificada em balança com capacidade para 200 quilogramas e precisão de 100 gramas, marca Filizola®. Foi realizado um afastamento lateral dos pés em posição ereta e olhar fixo a frente. O resultado foi o valor equivalente à média da primeira e segunda medidas com aproximação de 0,1 quilograma.

Para se determinar a estatura total foi utilizada uma fita métrica metálica fixada à parede e um esquadro antropométrico. O avaliado encontrava-se sem calçados, em posição ortostática com os pés unidos, em contato com o equipamento de medida, assim como as superfícies posteriores dos calcanhares, cintura pélvica, cintura escapular e região occipital. A medida foi realizada com o sujeito em apnéia inspiratória e com a cabeça direcionada no plano Frankfurt, ou seja, paralela ao solo. O *score* foi realizado com o cursor em ângulo de 90°, em relação à escala após três medidas e à média da mesma como o valor correto da altura total.

Como precaução, considera-se que o avaliador foi posicionado à direita do avaliado e este foi orientado para evitar escolher-se no momento em que o cursor tocou em sua cabeça.

O índice de massa corporal (IMC) foi determinado pela relação da massa corporal (kg) com a estatura (m) elevada ao quadrado do indivíduo, permitindo classificá-lo. “Este índice antropométrico é amplamente reconhecido por sua habilidade para prever risco de doenças”^{41,54}, sendo:

$$\text{IMC} = \frac{\text{Peso em quilogramas}}{[\text{Estatura em m}]^2} = \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

Sobre a classificação adotada para o presente estudo⁶¹, foram utilizados para a condição de eutrofia os índices de 22,0Kg/m² a 27,0Kg/m² e não os valores indicados pela referência da OMS de 1995, a qual preconiza limites de normalidade entre 18,5Kg/m² e 25Kg/m²: “a mudança no ponto de corte mínimo para eutrofia também permite uma intervenção dietética preventiva, evitando que o indivíduo atinja formas graves de desnutrição”⁶¹.

Como, exemplo, para a OMS, independente da idade, (o que por si só já desconsidera um fenômeno importante, de que o envelhecimento leva a uma alteração típica, o aumento progressivo da massa de gordura corporal), para um sujeito com *score* de 20Kg/m² seria considerado eutrófico (entre 18,5Kg/m² e 25Kg/m²), enquanto que para a correção proposta por Lipschitz, este mesmo indivíduo seria classificado como desnutrido. Outro exemplo, um índice de 26Kg/m², teria uma qualificação de obesidade para a OMS e eutrofia, segundo Lipschitz, sendo:

CLASSIFICAÇÃO	IMC
Desnutrição	< 22,0
Eutrofia	22,0 - 27,0
Obesidade	> 27,0

Tabela 1 – Classificação do índice de massa corpórea.

Sobre a relação cintura/quadril (C/Q), esta é fortemente associada à gordura visceral, sendo um índice aceitável de tecido gorduroso intra-abdominal, considerando que a referida associação pode ser alterada, de acordo o padrão da menopausa da mulher (tabela 2). Esta relação é calculada pela divisão do valor da circunferência da cintura (em cm) pelo valor da circunferência do quadril (cm), sendo:

$$C/Q = \frac{\text{Circunferência da cintura (cm)}}{\text{Circunferência do quadril (cm)}}$$

Alguns valores sugeridos na literatura^{41,54} como critérios de risco alto e muito alto para os dois sexos em indivíduos acima de 50 anos de idade foram apresentados:

	IDADE (anos)	RISCO ALTO	RISCO MUITO ALTO
Homem	50 – 59	0,97 – 1,02	> 1,02
	60 – 69	0,99 – 1,03	> 1,03
Mulher	50 – 59	0,82 – 0,88	> 0,88
	60 – 69	0,84 – 0,90	> 0,90

Tabela 2 – Valores da relação cintura/quadril conforme idade.

9.2.7. OUTROS EQUIPAMENTOS

Para a realização da coleta de glicose sangüínea, considera-se que o procedimento ocorreu com um instrumento de análise denominado glicosímetro Accu-Chek Advantage II Glicose[®], da empresa “Produtos Roche Químicos e Farmacêuticos SA[®]”. Este instrumento possui um *chip* de código para caracterizar as fitas reagentes conditas em um frasco específico e é intransferível a codificação para sua utilização, assim como possui uma tira de checagem e soluções de controle das tiras, com finalidade de controlar a precisão e exatidão das análises e a calibração.

De acordo as orientações do fabricante, a coleta pode ser realizada na parte distal do dedo médio na sua face ântero-lateral, ou no lóbulo da orelha, onde, após passar por assepsia com álcool e secagem, assim como uso de luvas cirúrgicas, usou-se um lancetador descartável específico do aparelho. Retirou-se em micro punção uma gota de sangue que foi colocada em contato com uma fita reagente, que não sofreu influência de temperatura menor que 14°C, ou maior que 40°C, (anexos 7 e 19). Esta fita possui como princípio de teste, a bioamperometria.

O resultado fica disponível de 0 a 26 segundos em mg/dl em seu visor de cristal líquido. Esta conduta não foi para diagnóstico de diabetes, ou patologias relacionadas, e sim para analisar possíveis mudanças glicolíticas, em virtude da abordagem proposta (anexo 6).

Para a análise dos valores de triglicérides e colesterol foi utilizado um aparelho, Accutrend GCT[®], da empresa “Produtos Roche Químicos e Farmacêuticos SA[®]”, que, de acordo com informações do fabricante, a determinação de triglicérides proporciona dados sobre o metabolismo lipídico do avaliado. Contem o princípio de medição através da determinação da

glicose, colesterol e triglicérides no sangue capilar por fotometria de refletância com faixas de medição para glicose de 20-600mg/dl, colesterol 150 – 300mg/dl e triglicérides 70 – 600mg/dl com tempo para medição de 12 segundos, 180 segundos e 174 segundos respectivamente, com capacidade de armazenamento na memória de 50 valores de glicose no sangue, 20 valores de colesterol e 50 valores de triglicérides.

Sobre as tiras reagentes do referido aparelho, destaca-se que, quando se utilizou uma embalagem lacrada para triglicérides, as mesmas foram codificadas com a nova tira de código, somente as tiras testes com o referido código foram aceitas pelo aparelho. Para a coleta da amostra sangüínea foi usada a mesma técnica descrita anteriormente para a coleta da glicose. Aplicando-se em seguida esta amostra na zona amarela da tira teste ela foi completamente coberta por sangue, sem permitir o contato do dedo nesta área. O princípio do teste para esta análise refere-se ao seguinte processo: os triglicérides são primeiramente transformados por um esterase em glicerol e ácidos graxos livres; duas etapas convertem o glicerol em fosfato de hidroxiacetona e peróxido de hidrogênio. Na presença da peroxidase, o peróxido de hidrogênio oxida-se, formando uma coloração, cuja concentração é determinada por fotômetro de reflexão. Todas as coletas para determinação do triglicérides não foram realizadas em uma temperatura inferior a 18°C ou superior a 30°C, evitando, assim, possíveis erros metodológicos ao evento (anexos 6, 7 e 19).

Finalmente para as tiras reagentes para colesterol afirma-se que a análise dos valores de colesterol fornece importantes informações a respeito do estado do metabolismo lipídico do avaliado. Todas as vezes que uma nova embalagem foi aberta, o aparelho sofreu uma re-calibração. Contem um intervalo de medição de 150 – 300mg/dl. O processo foi sempre realizado com

utilização de luvas cirúrgicas e o local para a coleta foi limpo e seco, para se evitar possíveis contaminações entre os envolvidos. Como citado anteriormente, esta análise não possuía cunho clínico para determinação de possíveis patologias e sim interesse em eventuais modificações que a presente investigação podia ou não provocar nesta característica metabólica orgânica, (anexo 6).

Evidencia-se que todos os materiais utilizados nos procedimentos citados foram tratados como lixo hospitalar, tendo como destino um local apropriado, obedecendo ao máximo de cuidado, para que não ocorressem quaisquer contatos com pessoas sem conhecimento técnico.

Afirma-se ainda que todas as medidas e análises foram feitas pelos mesmos profissionais envolvidos no estudo, qualificados, treinados e orientados para suas respectivas funções, com a intenção de se manter bom nível técnico para coletas de dados.

10. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para verificar se a média do lactato coletado imediatamente após o teste máximo (T2) era diferente do limiar de lactato fixo (2mMols) utilizou-se o teste t de Student para uma amostra.

Análise de correlação linear entre duas variáveis quantitativas foi aplicada, utilizando o coeficiente de correlação de Pearson. O teste de normalidade Ryan-Joiner⁷⁰ foi aplicado para testar se as variáveis apresentavam distribuição Gaussiana.

O coeficiente de correlação (r) possui uma variação -1 a 1. Foi classificado como baixo se $r < 0.4$, moderado se r era entre 0.4 e 0.7, e alto de $r > 0.7$

Todas as probabilidades de significância (valor p) apresentadas eram do tipo bilateral e valores menores que 0.05 foram considerados estatisticamente significativos.

O *Software* Minitab 13.1 (State College, PA) foi usado na análise estatística dos dados.

11. RESULTADOS

11.1. Resposta metabólica do lactato sanguíneo no teste de Bruce modificado, da musculatura esquelética, dos membros inferiores, de idosas.

A amostra foi composta por 16 sujeitos voluntários do gênero feminino, saudáveis, que participaram de exercícios físicos sistematizados em no máximo duas vezes por semana nos últimos seis meses.

As participantes obedeceram a todos os critérios de inclusão e exclusão da presente investigação.

Possuíam valores médios e respectivos desvios padrão de 69 anos (± 6 anos), 154cm (± 6 cm) de estatura, massa corporal de 63Kg (± 10 Kg), sendo 58% de massa magra ($\pm 6\%$) e 42% de gordura corporal ($\pm 6\%$), IMC de $26,7\text{Kg/m}^2$ ($\pm 4,4\text{Kg/m}^2$), (tabela 3 e anexo 10).

Na relação cintura/quadril, que representa um índice para diagnosticar riscos cardíacos, o resultado médio e desvio padrão da amostra foram de 0,85 ($\pm 0,07$), neste caso, o grupo foi classificado como “risco alto”, considerando a faixa de 0,84 até 0,90 para mulheres com idade entre 60 e 69 anos.

Obtivemos uma distribuição de 50% de sujeitos acima de 0,85 e 50% da amostra abaixo deste percentual, (anexo 10).

ESTATÍSTICA	IDADE (anos)	ESTATURA (cm)	MASSA (Kg)	IMC (Kg/m ²)	MCM (%)	GC (%)	R C/Q
M	69	154	63	26,7	58	42	0,85
DP	6	6	10	4,4	6	6	0,07
máximo	79	164	80	34,1	71	52	0,99
mínimo	60	146	44	20,2	48	29	0,74
moda	77	164	-	-	-	-	-

Tabela 3 – Características biológicas da amostra.

Ao final do teste de esforço físico máximo, coletou-se o lactato sanguíneo de cada sujeito. Observamos que a maioria, 87,5%, 14 indivíduos, estava acima do limiar de lactato de 2mMols, e apenas 2 voluntárias, 12,5% da amostra, encontravam-se abaixo do limiar.

Este grupo apresentou índice médio e respectivo desvio padrão de 3,3mMols ($\pm 1,2$ mMols), valor máximo de 6,5mMols, mínimo de 1,8mMols e moda de 3,7mMols, (figura 5, anexos 1, 8 e 9).

Revelando que de acordo a hipótese esperada, idosas acima de 60 anos de idade participantes desta investigação, estariam acima do limiar de lactato fixo de 2mMols, após atingirem o limiar ventilatório I, indicando fadiga muscular (periférica) e respiratória (central) no protocolo tipo rampa, denominado modificado de Bruce, (figura 3, anexos 1 e 8).

Conforme indicado (anexo 9), em um gráfico tipo *boxplot*, a média do lactato de 3,3mMol apresentada pelo grupo, imediatamente após o teste de esforço, indicou uma diferença estatisticamente significativa, $p \leq 0,001$, evidenciando, assim, o resultado acima descrito.

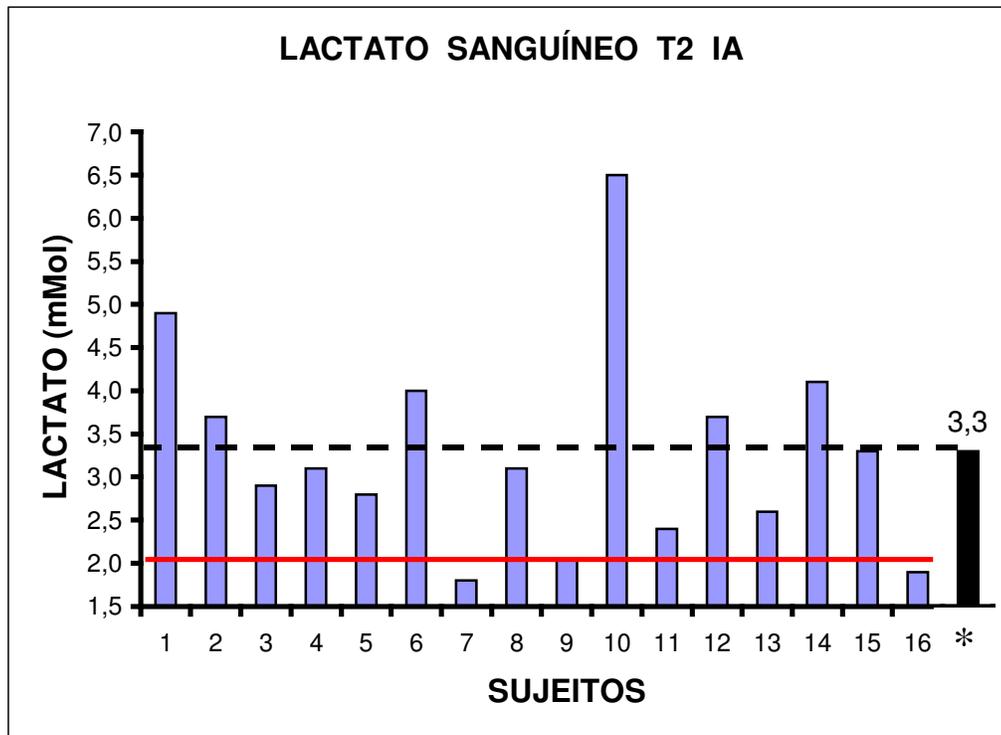


Figura 5 – Lactato sanguíneo: coletas imediatamente após o teste de esforço: desvio padrão 1,2 máximo 6,5 mínimo 1,8 e moda 3,7.

* $p \leq 0,001$ média do lactato (- - - - -)

limiar de lactato fixo de 2mMol (_____)

11.2. Relação entre a coleta final de lactato após o eletrocardiograma (T1) e o teste de esforço máximo (T2).

A amostra foi submetida a dois testes de esforço físico: um eletrocardiograma preventivo (T1) e outro teste para identificar os limiares de lactato e ventilatório I (T2), com o mesmo protocolo, modificado de Bruce, nas mesmas condições e em dias diferentes, com coletas de lactato sanguíneo ao final do esforço físico máximo atingido para cada teste.

A média e o desvio padrão de 3,2mMols ($\pm 0,9$ mMols), do lactato no eletrocardiograma e 3,3mMols ($\pm 1,2$ mMols), referente ao teste para diagnosticar os limiares, indicaram uma correlação e significância estatística moderada $r = 0,537$ e $p \leq 0,032$ (anexos 1, 2, 8 e 9), gráfico de barras (figura 5) e diagrama de dispersão (figura 6).

Esses resultados demonstraram que o uso do equipamento portátil *Accusport®* para esta amostra revelou-se confiável e prático. Estas análises foram feitas através da correlação de Pearson.

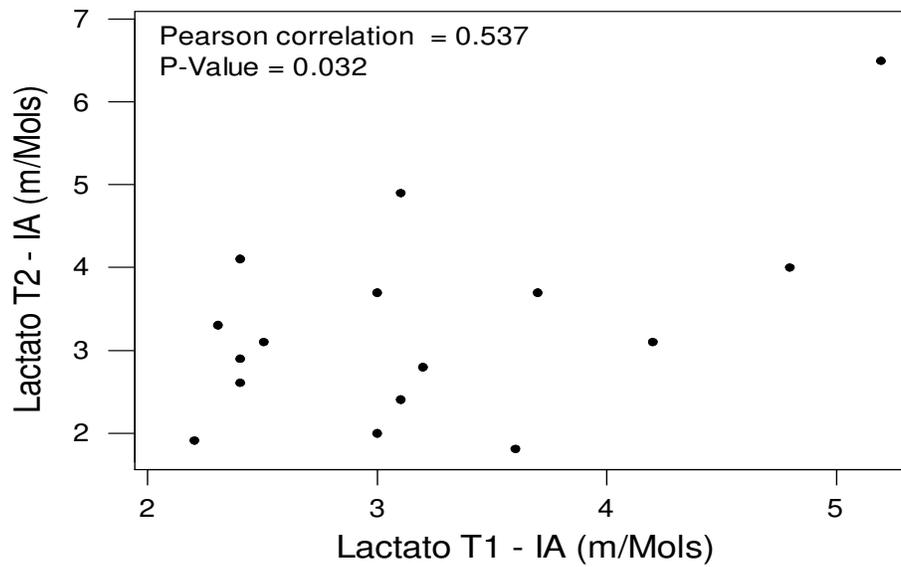
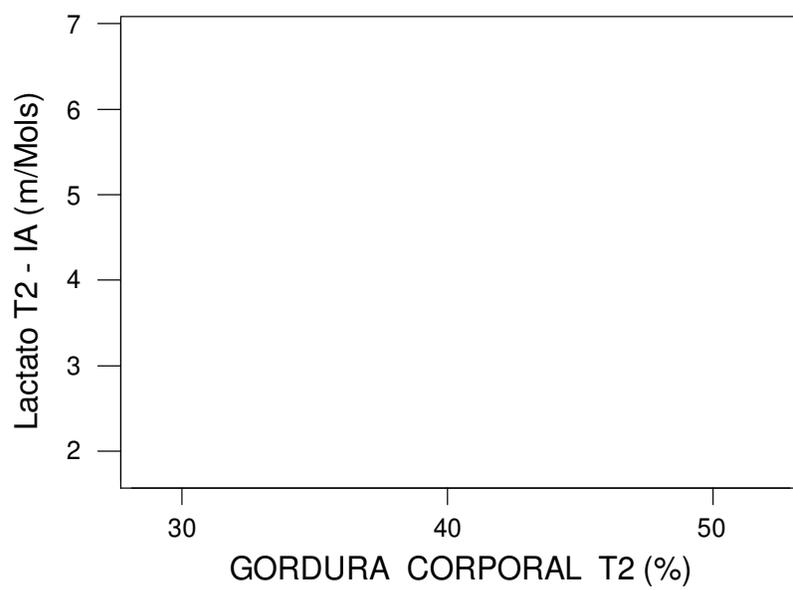


Figura 6 – Correlação entre a coleta final do teste 1 (T1) e a coleta final do teste 2 (T2). Foi realizada a correlação de Pearson. $r = 0,537$ $p \leq 0,032$.

11.3. Relação entre a coleta final de lactato após teste de esforço físico máximo para identificar os limiares (T2) e gordura corporal da amostra.

Quando se verificou a quantidade de gordura corporal, os indivíduos obtiveram a classificação para “obesidade” (42,2% de massa de gordura), onde o valor limítrofe é 30% para idosos. Desta amostragem, 93,7% dos indivíduos estavam acima deste limite de 30% e 6,3% abaixo, (tabela 3 e anexo 10).

Procuramos relacionar a produção de lactato imediatamente após o teste de esforço físico máximo com a porcentagem de gordura corporal da amostra, sugerindo que as idosas que possuíam maiores índices de massa adiposa teriam maiores valores de lactato sanguíneo ao final do estímulo, o que não se revelou, $r = 0,268$ e $p \leq 0,315$, conforme indica o diagrama de dispersão, (figura 7 e anexo 10).



11.4. Relação entre a coleta final de lactato após teste de esforço físico máximo para identificar os limiares (T2) e massa corporal magra da amostra.

Os sujeitos apresentaram valor médio e desvio padrão de respectivamente 57,8% (\pm 6,2%) de massa corporal magra, com um índice máximo de 71,2% e mínimo de 47,8%, considerando que, 93,7% da amostra possuía mais de 50% de massa magra, (anexo 10).

Procuramos identificar, (figura 8 e anexo 10) a relação entre a massa corporal magra da amostra e a síntese final de lactato sanguíneo, na qual obtivemos baixa correlação ($r = 0,268$) e não significativa diferença estatística ($p \leq 0,315$).

Neste caso, não podemos afirmar que a quantidade maior ou menor de massa livre de gordura corporal afetou a quantidade de lactato sanguíneo produzido ao final do teste de esforço (T2), para esta amostragem.

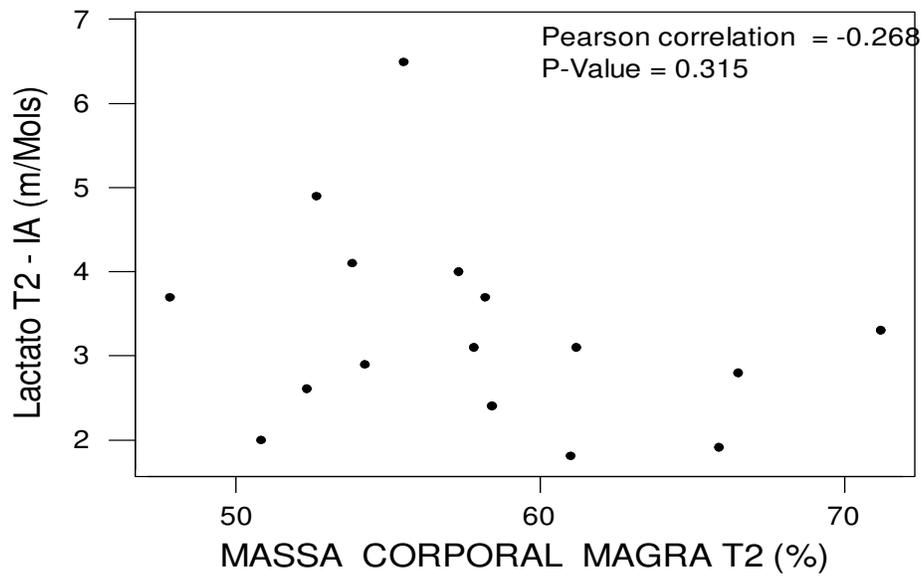


Figura 8 – Correlação entre o lactato coletado imediatamente após ao teste de esforço máximo (T2) para análise do limiar de lactato fixo (2mMols) e massa corporal magra. Foi realizada a correlação de Pearson. $r = 0,268$ $p \leq 0,315$.

11.5. Relação entre a coleta final de lactato após teste de esforço físico máximo para identificar os limiares (T2) e índice de massa corpórea da amostra.

O grupo foi classificado como “eutrófico” ($26,7\text{Kg/m}^2$) quando analisamos pelo IMC corrigido para idosos ($22,0\text{ Kg/m}^2$ a $27,0\text{ Kg/m}^2$), apesar de apresentar uma pequena margem para ser enquadrado em “obesidade” ($>27,0\text{ Kg/m}^2$). A amostra apresentou 56,3% de sujeitos abaixo de $27,0\text{ Kg/m}^2$ e 43,7% acima deste índice .

Também obtivemos uma baixa correlação ($r = 0,238$) e diferença estatística negativa (sem significância), $p \leq 0,375$, entre a amostra de lactato coletado ao final do teste de esforço físico máximo do grupo e o índice de massa corpórea. Portanto, sugerindo nenhuma relação entre maior ou menor produção de lactato com maiores ou menores valores de índice de massa corpórea (figura 9 e anexo 10).

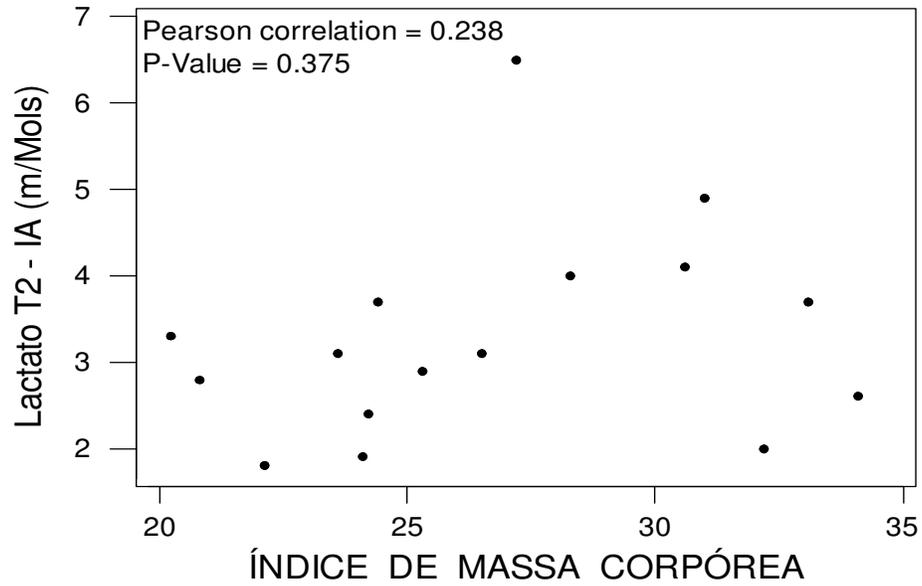


Figura 9 – Correlação entre o lactato coletado imediatamente após ao teste de esforço máximo (T2) para análise do limiar de lactato fixo (2mMols) e índice de massa corpórea. Foi realizada a correlação de Pearson. $r = 0,238$ $p \leq 0,375$.

11.6. Relação entre a frequência cardíaca máxima atingida após o teste de eletrocardiograma (T1) e o teste para análise dos limiares (T2) da amostra.

O grupo apresentou ao final do T1, frequência cardíaca máxima no valor médio e desvio padrão de 144bpm (± 12 bpm), máximo de 176bpm, mínimo de 129bpm com moda de 154bpm, sendo que, 56,3% da amostra estava abaixo da referida média e 43,7% acima deste valor médio, (anexos 2 e 15).

Para o T2, a frequência cardíaca máxima obteve o valor médio e desvio padrão de 148bpm (± 10 bpm), máximo de 163bpm, mínimo de 129bpm e moda de 151bpm, sendo que 62,5% da amostra estava acima da média e 37,5% abaixo deste índice médio, (anexos 4 e 15).

Conforme a seguinte ilustração do diagrama de dispersão (figura 10), podemos concluir que para a variável frequência cardíaca máxima atingida após os testes T1 e T2 não diagnosticamos uma correlação significativa ($r = 0,205$) e nenhuma diferença estatística ($p \leq 0,446$) que pudesse oferecer uma resposta idêntica ou próxima entre os dois testes para esta variável.

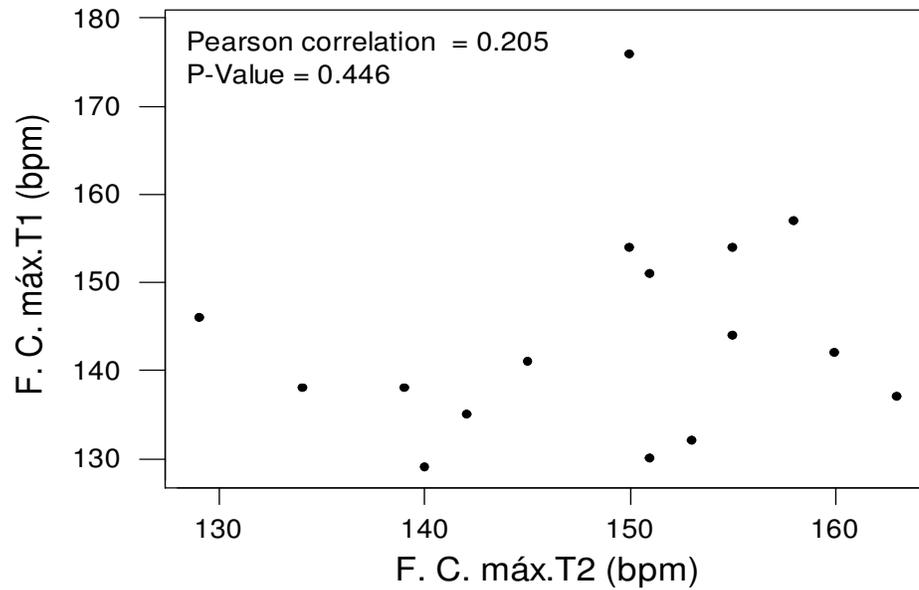


Figura 10 – Correlação entre a frequência cardíaca máxima do teste 1 (T1) e a frequência cardíaca máxima do teste de esforço máximo (T2) para análise do limiar de lactato fixo (2mMols). Foi realizada a correlação de Pearson. $r = 0,205$ $p \leq 0,446$.

12. DISCUSSÃO

A amostra foi composta por 16 sujeitos do gênero feminino, matriculadas do Centro de Reabilitação Física Lar Escola São Francisco - Escola Paulista de Medicina / Universidade Federal de São Paulo. Obedeceu a todos os critérios de inclusão e exclusão do estudo.

A idade média do grupo foi de 69 anos, 154cm de estatura, massa corporal de 63Kg, IMC de 26,7Kg/m² e a relação cintura/quadril de 0,85, (tabela 3 e anexo 10).

O estudo teve como objetivo principal, analisar as respostas metabólicas nos limiares de lactato e anaeróbio, na musculatura esquelética dos membros inferiores de idosas, no teste de Bruce modificado.

Sobre a hipótese da investigação, abordamos que idosas desta amostra, submetidas ao teste modificado de Bruce, após atingirem o limiar ventilatório I, também apresentariam índices de lactato acima de 2mMols, que representa o limiar de lactato para estes sujeitos, revelando uma fadiga central e periférica concomitante, após atingir o esforço físico máximo.

Ressaltamos que este valor fixo de 2mMols, representando o limiar de lactato como limite entre a participação predominante do sistema aeróbio para a predominância do sistema anaeróbio, que leva a fadiga muscular e interrupção do exercício em idosas, ainda é um assunto novo na fisiologia do exercício de considerável controvérsia^{24,25,26,27}.

Apenas para atletas de alto nível, extremamente bem condicionados, existe uma convergência científica em que o valor fixo de 4mMol de lactato, representa o limite tolerável para realização de exercícios físicos com predominância aeróbia, sem causar fadiga muscular^{7,28,35}.

Em indivíduos jovens, não sedentários, em diferentes tipos de testes de esforço, em geral, apresentam altos valores da lactato durante e ao final do protocolo, quando também alcançam a exaustão física⁴⁶. No entanto, para idosos apenas alguns estudos sugerem índices menores de lactato para esta faixa etária, após a realização de testes de esforço físico.

Apesar da carência de informações sobre o valor adequado para justificar o limiar de lactato para idosos, encontramos dados de um conceituado laboratório de fisiologia do exercício da Universidade de São Paulo⁴⁶, que utilizou este valor fixo de 2Mmol para definir o limiar de lactato, em um grupo de senhoras obesas. Porém, não foi relatado como se encontrou este índice de 2mMols, representando o limiar de lactato para esta população.

Neste caso, para esta investigação, onde a amostra apresentou uma faixa etária média de 69 anos e foi classificada como “obesidade”, 42% de gordura corporal, (tabela 3), optamos por esta conduta: assumir e estratificar o limiar de lactato em 2mMol fixo.

Ainda assim, pudemos observar que esta estratificação em 2mMol para o limiar de lactato em idosos deste estudo, apresentou-se como uma boa referência para indicar a fadiga muscular (periférica). Considerando que a maioria dos sujeitos, 87,5%, $p \leq 0,001$, que ultrapassaram este limiar, também, atingiram o maior esforço físico ao final do teste com exaustão física, inclusive acima do limiar anaeróbio I, fadiga central (figura 5 e anexos 1, 8 e 9).

O teste físico de esforço máximo: “teste modificado de Bruce”, é utilizado em larga escala em clínicas médicas e laboratórios clínicos em indivíduos cardiopatas em fase pós-operatória e de reabilitação cardiovascular. Também é utilizado em idosos, com o objetivo de avaliar as condições cardíacas, acompanhadas por eletrocardiogramas de repouso e exercício.

Considera-se que, através da escolha do protocolo modificado de Bruce, foi possível identificar todas as informações pertinentes ao estudo, pois todas as participantes atingiram o maior esforço físico possível, (anexo 7). O tempo máximo de teste foi considerado apropriado conforme indicações pré-estabelecidas.

Justificamos a opção de se utilizar o lactímetro portátil *Accusport®* e não o convencional *Yellow Springs 1500 Sport®* para análises do lactato sanguíneo, considerando que o primeiro possui um menor custo e melhor praticidade de uso.

Sobre a comparação entre os dois equipamentos, podemos abordar o seguinte estudo²⁰ cujo objetivo foi verificar a medida da concentração de lactato do sangue nestes dois analisadores. Considerando o segundo como referência, com uma notável faixa de concentração (0,5 a 13,53mM), após exercício físico em intensidades submáxima (0,5 – 5,0mM), máxima e supramáxima (acima de 5,1mM), concluiu-se que houve uma diferença significativa entre as médias nos dois aparelhos, com superioridade no aparelho *Yellow Springs 1500 Sport®*. Porém, os valores encontrados apresentaram uma alta correlação ($r = 0,9632$; $p < 0,0000$).

Relatamos que, por medida de segurança, as envolvidas no estudo, realizaram um teste de esforço físico máximo com eletrocardiograma de repouso e atividade (T1), anterior ao teste para detectar os limiares, com a intenção de se verificar possíveis arritmias cardíacas, ou outras patologias que pudessem colocar em risco os sujeitos. Imediatamente após esta conduta, coletou-se uma amostra de sangue arterializado do lóbulo da orelha, nas idênticas condições e protocolo do segundo teste (T2).

Posteriormente, verificamos os resultados médios do lactato nestes dois momentos (anexos 1, 2, 8, 9 e figura 5). Os resultados foram de 3,3mMols de

lactato médio para o T2 e 3,2mMols para o T1, indicando assim que houve uma boa correlação entre os dois testes (figura 6). Portanto, este lactímetro portátil *Accusport®* para este estudo, demonstrou-se compatível para os propósitos.

Pelo perfil subjetivo da composição corporal apresentado pelo grupo, esperávamos que fosse classificado pelo IMC como “obesidade”. Porém, esta observação não se revelou verdadeira, apesar do alto valor alcançado. O IMC resultante foi de 26,7Kg/m², considerando que a faixa para “eutrofia” corrigida para idosos está entre 22,0 Kg/m² a 27,0 Kg/m².

Para a gordura corporal, o resultado de 42,2% (obesidade), estava relativamente acima do percentual limítrofe desta faixa etária para “normalidade”, 30%, (tabela 3, figura 7 e anexo 10).

Percentuais acima de 25% de gordura corporal, para esta população, representam sobrepeso, e índices superiores a 30%, “obesidade”³⁸.

O simples uso da equação do IMC, que classificou os sujeitos em “eutrofia”, poderia ter omitido uma informação importante: a porcentagem fracionada de gordura corpórea verdadeira da amostra, ou seja, classificada como “obesidade”.

Um grupo de pesquisadores, liderado pelo Dr. Turíbio de Barros da Universidade Federal de São Paulo, em 2005, realizou um estudo envolvendo 2075 sujeitos de diferentes faixas etárias (dados não publicados). Também foram encontradas diferenças entre as avaliações. Os investigadores concluíram que o IMC, quando usado isoladamente, sem a verificação da gordura corporal, pode ter como consequência, um erro de interpretação do resultado na avaliação corporal, em classificar as pessoas pelo IMC como “eutrofia”, subestimando a taxa do tecido adiposo.

Quando analisamos a produção final de lactato dos sujeitos com a gordura corporal (figura 7), observamos que não existiu para esta amostra, uma relação direta entre uma quantidade maior ou menor de tecido adiposo e síntese de lactato, ou seja, supunha-se que, quanto mais elevada a taxa de tecido gorduroso, maior seria a quantidade de lactato ao término do teste, indicando que um nível elevado de gordura corporal levaria o sujeito a realizar um esforço físico aumentado, tendo como consequência, um aumento na produção de lactato, devido à fadiga muscular.

A massa corporal magra e a síntese de lactato ao final do teste de esforço, também não refletiram nenhuma relação, pois, como esperávamos, os sujeitos com maior massa livre de gordura, teria menores índices de lactato ao final do esforço físico, devido a elevada quantidade de tecidos com menor valor de gordura, principalmente músculos, o que facilitou a locomoção na esteira na realização do teste, (figura 8).

A produção de lactato no final do teste de esforço físico e o IMC para o grupo estudado apresentou uma correlação e significância estatística baixa. Nesta variável, novamente, não identificamos, para esta amostra, uma relação direta entre um maior ou menor IMC com a síntese de lactato após o encerramento do teste de esforço (figura 9).

Para estas três variáveis, gordura corpórea, massa corporal magra e IMC em relação à produção de lactato em idosas após teste de esforço, não encontramos informações na literatura que pudessem enriquecer este assunto, necessitando, portanto, de maiores investigações para esses índices de avaliação corporal.

Concluimos que de acordo com a hipótese esperada, idosas do grupo investigado apresentaram valores de lactato sanguíneo superiores ao limiar de lactato fixo de 2mMols para esta população, quando ultrapassado o limiar

ventilatório I no teste tipo rampa, denominado Bruce modificado, revelando uma fadiga central (respiratória) e periférica (muscular), com uma diferença estatisticamente significativa, $p \leq 0,001$ (figura 5 e anexos 1 e 9).

A análise destas respostas metabólicas em pessoas idosas proposta neste estudo, com o uso do teste modificado de Bruce, é um assunto relativamente novo na ciência da saúde, necessitando de informações complementares, principalmente a respeito do limiar de lactato fixo de 2mMol como indicador limítrofe de fadiga muscular nesta população especial.

Em virtude de não haver ainda uma quantidade de informações favoráveis ao tema, acreditamos estar contribuindo para um processo inicial, que certamente terá maiores avanços no futuro, com o objetivo de somar maiores conhecimentos sobre o envelhecimento e o exercício físico.

Esperamos que estas informações possam beneficiar os profissionais na área da saúde, principalmente os envolvidos com a população idosa, em relação à ergometria preventiva aplicada para esta faixa etária, no intuito de analisar o teste modificado de Bruce, com estes dados metabólicos complementares.

13. CONCLUSÃO

Ao final deste estudo, onde se analisou as respostas metabólicas nos limiares de lactato e anaeróbio, na musculatura esquelética dos membros inferiores de idosas, no teste de Bruce modificado, podemos definir as seguintes conclusões:

- O grupo de idosas investigado apresentou valor médio de lactato sanguíneo superior ao limiar de lactato fixo de 2mMols para esta população, quando ultrapassado o limiar ventilatório I no teste tipo rampa, denominado Bruce modificado.
- Não houve correlações entre o lactato médio apresentado no teste de esforço para analisar o limiar de lactato fixo de 2mMols e a gordura corporal da amostra investigada.
- Não houve correlações entre o lactato médio apresentado no teste de esforço para analisar o limiar de lactato fixo de 2mMols e a massa corporal magra da amostra investigada.
- Não houve correlações entre o lactato médio apresentado no teste de esforço para analisar o limiar de lactato fixo de 2mMols e o índice de massa corpórea da amostra investigada.

14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alabarse SL, Soares J. Guias de medicina ambulatorial e hospitalar – UNIFESP / Escola Paulista de Medicina. In: Ramos LR, editor. Envelhecimento e atividade física 1ª ed. São Paulo: Editora Manole; 2005. P. 255.
2. Araújo CGS, Baptista CAS, Borges SF, Carvalho T, De Rose E H, Drummond FA, et al. Position statement of the brazilian society of sports medicine and brazilian society of geriatrics and gerontology: physical activity and health in the elderly. *Revista Brasileira de Medicina Esportiva* 2000 Mar/Abr 6 (2): 35 - 36 - 38.
3. Arias GMP, Aristizabal RJC, Diaz HDP, Jaramillo LHN. Efecto de la deshidratación sobre la concentración sérica de lactato, la frecuencia cardíaca y la percepción subjetiva del esfuerzo, durante um ejercicio submáximo de larga duración. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento* 2002 Jan 10 (1): 36.
4. Baardman G, Boom HKB, Hermens JH, IJzerman MJ, Van'tHof MA, Veltink PH. Validity and reproducibility of crutch force and heart rate measurements to asses energy expenditure of paraplegic gait. *Ann Arch Phys Med Rehabil* 1999 Setembro; (80): 1017-1023.
5. Barbosa RMSP. Educação física gerontológica - saúde e qualidade de vida na terceira idade. 1ª ed. Rio de Janeiro (RJ): Sprint; 2000.
6. Battistella LR, Júnior PY. Condicionamento físico: do atleta ao transplantado aspectos multidisciplinares na prevenção e reabilitação cardíaca. In: Braga AMW, Santos ACS, Serro-Azul LG, Wayngarten M, editores Condicionamento físico no idoso. 1ª ed.; Sarvier APM; 1994. P. 187-190.
7. Battistella LR, Júnior PY. Condicionamento Físico – do atleta ao transplantado. In: Koyal SN, editores. Limiar anaeróbio: revisão do atual conceito e troca láctica durante exercício. Sarvier APM; 1994. P. 13-14 16-18 20 23-25.

8. Bleiman M, Gorman KM, Knebl J, Landsberg-Windsor L, Larsen J, Posner JD, Rosemberg B, Shaw C. Low to moderate intensity endurance training in healthy older adults: physiological responses after four months. *Ann Journal of the American Geriatrics Society* 1992 January; 40(1): 1 3-4.
9. Boscov I.. Para ficar de cabelos brancos. *Revista Veja*. 2004 Setembro edição 1871 (37): 106 - 107.
10. Bowers RW, Foss ML, Fox EL. Bases fisiológicas da educação física e dos desportos. In: C. Brown, editores. *Métodos de treinamento físico*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A.; 1971. P. 206.
11. Brito C, Litvoc J. Envelhecimento prevenção e promoção da saúde. In: Brito C, Litvoc J, editores. *Conceitos básicos*. 1ª ed. São Paulo: Editora Atheneu; 2004. P. 1-8.
12. Brooks GA. Response to Davi's manuscript. *Ann Medicine and Science in Sports and Exercise* 1985 February; 1(17): 19-21.
13. Bruce RA, Hosmer D, Kusumi F. Maximal oxigen intake and nomografhic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Ann American Heart Journal* 1973 April; 4(85): 546-562.
14. Campbell C S G, Simões H G, Souza T W T, Yamaguti S A L. Identificação do lactato mínimo e glicose mínima em indivíduos fisicamente ativos. *Ann Revista Brasileira Ciência e Movimento* 2003 Junho; 2(11): 71-5.
15. Cararo A. Estudo mostra quem é o idoso de São Paulo. *O Estado de São Paulo* 1 Julho 2003; Seção A:10.
16. Cararo A, Haddad C. Cidade não tem preparo para atender idosos. *O Estado de São Paulo* 27 Junho 2003; Seção C:6.
17. Carranca A. Expectativa de vida aumenta 4 anos no País. *O Estado de São Paulo* 2003; Seção A:14.
18. Chiara M. Idosos: um mercado de R\$ 8,8 bilhões. *O Estado de São Paulo*. 25 Mar 2004; Seção B:9.

19. Chodzko-Zajko W, Park CH, Mockenhaupt R, Senior J, Sheppard L. Estratégia nacional (EUA) para aumentar os níveis de atividade física entre adultos a partir de 50 anos de idade. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício* Ago 2003; 2 (2): 98.
20. Colantonio E, Franchini E, Kiss M A P D, Matsushigue, K A. Comparação dos analisadores de lactato accusport e yellow springs. *Ann Revista Brasileira Ciência e Movimento* 2004 Jan/Mar; 1(12): 39-43.
21. Corazza MA. Terceira Idade & Atividade Física. In Corazza MA, editores. *O turismo e a terceira idade*. 2ª ed. São Paulo (SP); Phorte Editora; 2001.
22. Costa SF. *Introdução Ilustrada à Estatística*. 2ª ed. São Paulo (SP); Editora Harbra; 1998.
23. Crossette B. ONU alerta para crescimento do número de idosos. *O Estado de São Paulo* 3 Mar 2002; Seção A:13.
24. Denadai BS. Índices fisiológicos de avaliação aeróbia / conceitos e aplicações. In: Denadai BS, editor. *Respostas do lactato sanguíneo ao exercício físico*. 1ª ed. São Paulo: 1999. P. 20.
25. Denadai BS, Faria RA, Higino WP, Nascimento P, Lopes EW. Validade e reprodutibilidade da resposta do lactato sanguíneo durante o teste shuttle run em jogadores de futebol. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento* 1 Abril 2002; 10(2): 72.
26. Denadai BS, Streiff TG. Determinação do limiar anaeróbio em jogadores de futebol com paralisia cerebral e nadadores participantes da Paraolimpíada de Sidney 2000. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Mai/Jun 2002; 3 (8).
27. Denadai BS. Consumo máximo de oxigênio: fatores determinantes e limitantes. *Ann Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde* 1995 ; 1 (1): 85-92.
28. Evans W, Fielding RA, Holden W, Hughes V, Knuttgen HG, Ribeiro JP. Metabolic and ventilatory responses to steady state exercise relative to lactate thresholds. *European Journal of Applied Physiology* 1986; 55(2): 215 – 218 – 219 – 220.

29. Farid J, Leal L N, Martins L. O Brasil no século. O Estado de São Paulo. 30 Set 2003; Seção A:10.
30. Ferreira A. Expectativa de vida no país sobe para 68,4 anos. O Estado de São Paulo. 02 Dez 2000; Seção A:24.
31. Formenti L. Número de idosos no mundo vai triplicar até 2050. O Estado de São Paulo. 08 Abril 2002; Seção A:7.
32. Fruet H, Hannuch T. de bem com a terceira idade. Revista Veja. 2005 Maio edição 1904 (38): 138-9.
33. Fuller R, Pereira RMR. Envelhecimento prevenção e promoção da saúde. In: Brito C, Litvoc J, editores. Doenças osteoarticulares. 1ª ed. São Paulo: Editora Atheneu; 2004. P. 93.
34. Garrett WEJ, Kirkendall DT. A ciência do exercício e dos esportes. In: Evans WJ, editor. Envelhecimento e exercício. Artmed Editora; 2003. P. 302 – 303 – 304 – 306.
35. Garrett WEJ, Kirkendall DT. A ciência do exercício e dos esportes. In: Martin PE, Sanderson DJ, editores. Biomecânica da caminhada e da corrida. Artmed Editora; 2003. P. 678 682 – 683.
36. Garbin L. Hora de malhar: E dane-se o envelhecimento. O Estado de São Paulo. 03 Ago 2003; Seção A:14.
37. Garbin L. Academias se voltam para público com mais de 60 anos. O Estado de São Paulo. 03 Ago 2003; Seção A:14.
38. Giacaglia LR. Envelhecimento prevenção e promoção da saúde. In: Brito C, Litvoc J, editores. Doenças endocrinometabólicas. 1ª ed. São Paulo: Editora Atheneu; 2004. P. 109 - 134.
39. Gobbi S. Cinética do fluxo sanguíneo no início de exercício moderado em idosos. Revista Motriz Dezembro 1997; 3 (2): 126.

40. Goldim JR. Tratado de geriatria e gerontologia. In: Cançado FAX, Freitas EV, Gorzoni ML, Neri AL, Py L, Rocha SM, editores. Bioética e envelhecimento 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan; 2002. P. 85-90.
41. Heywarf VH, Stolarczyk LM. Avaliação da composição corporal aplicada. Métodos antropométricos. Composição corporal e idosos. 1ª ed. São Paulo: Editora Manole Ltda.; 2000. P. 79-80 11-117.
42. Howley ET, Powers SK. Fisiologia do exercício – teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. Metabolismo do exercício. Prescrição de exercícios para a saúde e para o condicionamento físico. 3ª ed. São Paulo: Editora Manole Ltda.; 1997. P. 5-51-53-240-243 e 291.
43. Jansen R. Atlas do IBGE aponta envelhecimento. O Estado de São Paulo 16 Dez 2000; Seção A:24.
44. Júnior NB, Rodrigues A. População: mais velha e crescendo menos. O Estado de São Paulo. 14 Abr 2004; Seção A:11.
45. Junqueira VBC, Ramos LR. Envelhecimento prevenção e promoção da saúde. In: Brito C, Litvoc J, editores. Estresse oxidativo. 1ª ed. São Paulo: Editora Atheneu; 2004. P. 71 - 76.
46. Kiss MAPD. Esporte e Exercício: Avaliação e Prescrição. In: Barros RV, Colantonio E, Kiss MAPD, Regazzini M, Regazzini VM, editores. Variável aeróbia 1ª ed. São Paulo: Editora Roca Ltda.; 2003. P. 144-145-147-148-149-150-151-152-153-157.
47. Knapp L. SBPC: País deve estar pronto para envelhecimento. O Estado de São Paulo 09 Set 2002; Seção A:10.
48. Leal LN. IBGE mostra que idosos têm papel decisivo na renda familiar brasileira. O Estado de São Paulo 26 Jul 2002; Seção A:10.
49. Leal LN. Desafio do poder público é adaptar as cidades para os mais velhos. O Estado de São Paulo 26 Jul 2002; Seção A:10.

50. Leite PF. Fisiologia do exercício – Ergometria e condicionamento físico cardiologia desportiva. Ergometria: medida e avaliação do $VO_{2\text{máx}}$. 4ª ed. São Paulo: Robe editorial; 2000. P. 110-111.
51. Lima EV, Neto TLB, Tambeiro VL, Tebexreni AS. Protocolos tradicionais em ergometria, suas aplicações práticas versus protocolo de rampa. Ann Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo 2001 Maio/Junho; 11(3): 519.
52. Lins M. Terceira idade é alvo de pequenas empresas. O Estado de São Paulo 2004; Seção PN:02.
53. Martins L. Doenças do coração são as que matam mais. O Estado de São Paulo 2003; Seção A:11.
54. Matsudo SM. Avaliação do Idoso – Física e Funcional. In: Matsudo SM, editores. Avaliação da aptidão física. São Caetano do Sul: Midiograf; 2000. P. 25-28 31-34.
55. Matsudo SM. Envelhecimento prevenção e promoção da saúde. In: Brito C, Litvoc J, editores. Atividade física. 1ª ed. São Paulo: Editora Atheneu; 2004. P. 57 – 63 – 65 – 68.
56. Matsudo SM, Matsudo VKR, Neto TLB. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. Ann Revista Brasileira Ciência e Movimento 2000 Setembro; 8(4): 21-32.
57. Matsudo VKR. Testes em Ciência do Esporte. In: França NM, Vívoló MA, editores. Avaliação antropométrica. 1ª ed. São Caetano do Sul; 1982. P. 19 – 20 23-24.
58. Miranda L. Depois dos 60, eles estão de bem com a vida. O Estado de São Paulo 01 Out 2002; Seção A:14.
59. Mota GR, Gobbi S. Efeitos do envelhecimento e do treinamento físico sobre a capacidade de reserva em homens destreinados. Ann Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício 2003 Fevereiro; 1(2): 34 – 35 – 37.
60. Nadai A. Programa de atividades físicas e terceira idade. Ann Revista Motriz 1995; 2(1): 120-122.

61. Najas M, Pereira FAI. Tratado de geriatria e gerontologia. In: Cançado FAX, Freitas EV, Gorzoni ML, Neri AL, Py L, Rocha SM, editores. Nutrição 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan; 2002. P. 838 - 839.
62. Olszewer E. A influência do meio ambiente no nosso envelhecimento. VIV Senior Lifestyle Dezembro 2003; 1(1): 21.
63. Pasternak J. Envelhecimento prevenção e promoção da saúde. In: Brito C, Litvoc J, editores. Doenças infecciosas. 1ª ed. São Paulo: Editora Atheneu; 2004. P. 145.
64. Pinheiro P. Longevidade desafia previdência no 3º milênio. O Estado de São Paulo 24 Mar 2003: Seção A:5.
65. Pinheiro P. Aumento da expectativa de vida diminui renda inicial do segurado. O Estado de São Paulo 08 Dez 2003: Seção B:4.
66. Ramos LR. Tratado de geriatria e gerontologia. In: Cançado FAX, Freitas EV, Gorzoni ML, Neri AL, Py L, Rocha SM, editores. Epidemiologia do envelhecimento 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan; 2002. P. 72-78.
67. Rodrigues K. IBGE confirma: brasileiro vive mais de 71 anos. O Estado de São Paulo 07 Dez 2003: Seção A:9.
68. Rodrigues K. OMS desenvolve programas contra maus-tratos a idosos. O Estado de São Paulo Junho 2003: Seção A:26.
69. Rost DR. A atividade física e o coração. In: Rost DR, editor. Esforço físico e medicação cardíaca. Rio de Janeiro: MEDSI Editora médica e científica Ltda.; 1991. P. 158 - 161 - 162.
70. Ryan TA. Normal probability plots and tests for normality. Technical report. Department of Statistics. The Pennsylvania State University. University Park; 1976.
71. Skinner JS. Prova de esforço e prescrição de exercícios para casos especiais; bases teóricas e aplicações clínicas: Editora Revinter; 1991.

72. Soares P, Sofia J. Brasileiro vive mais e terá de trabalhar mais. Folha de São Paulo 07 Dez 2003: Seção C:1.

73. Trein F., Py L. Tratado de geriatria e gerontologia. In: Cançado FAX, Freitas EV, Gorzoni ML, Neri AL, Py L, Rocha SM, editores. Finitude e infinitude: dimensões do tempo na experiência do envelhecimento 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan; 2002. P. 1013-1019.

74. Tricoli V. Mecanismos envolvidos na etiologia da dor muscular tardia. Ann Revista Brasileira Ciência e Movimento 2001 Abril; 2(9): 39-44.

75. Zacarias EC. Análise comparativa entre os diferentes métodos de prescrição da intensidade do treinamento de membros inferiores com o limiar anaeróbio, em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica [dissertação de mestrado]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 1998.

15. ANEXOS

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

01- Respostas metabólicas do limiar de lactato e limiar anaeróbio no teste de Bruce modificado, da musculatura esquelética, dos membros inferiores, em idosas;

02- O objetivo deste estudo é analisar as respostas metabólicas do limiar de lactato e limiar anaeróbio no teste de Bruce modificado, da musculatura esquelética, dos membros inferiores, em idosas;

03- Você irá participar de uma pesquisa dividida em duas partes, um teste físico para determinar as condições do coração, chamado eletrocardiograma de esforço. Depois um outro teste de esforço para verificar a capacidade máxima de conseguir fazer uma caminhada. O teste será feito sempre com velocidades baixas e diferentes, nunca precisando correr, a altura da esteira irá aumentar a cada mais ou menos três minutos. Com quatro paradas, se necessário, para que possamos coletar uma gota de sangue da sua orelha, que não causa dor, apenas uma leve “picadinha”, esta coleta também será feita no final do teste com eletrocardiograma (primeiro), assim como no segundo teste. Irá usar um aparelho que mostra o seu batimento do coração e outro para a pressão arterial, para que você tenha mais segurança durante o teste. Sempre antes dos testes, serão feitos de três a cinco minutos de movimentos articulares (das juntas) de baixa intensidade, assim como um alongamento, para se evitar lesões. Todo o material é descartável, não existindo nenhum risco de contaminação. Todos os testes serão acompanhados por técnicos e a presença de um médico;

04- Iremos também medir o peso, altura, circunferências e diâmetros, medidas realizadas apenas com instrumentos manuais como balança e fita métrica, alguns valores do sangue também iremos analisar como lactato (substância do sangue), glicemia (açúcar do sangue), colesterol e triglicérides (gorduras do sangue), a partir de aproximadamente uma gota de sangue da ponta da orelha, sendo uma coleta para cada verificação;

05- Em relação aos itens 03 e 04, sobre as medidas do corpo, você não terá nenhum desconforto, assim como para as verificações da pressão arterial e do batimento do coração, e em relação a quantidade proposta de coleta do sangue, é uma medida pequena, o que representa um leve desconforto. Não havendo nenhum risco de contaminação, por se tratar de materiais descartáveis e de uso individual e os aparelhos serem usados de acordo orientações do fabricante, assim como o uso de luvas cirúrgicas, higienizadas a cada coleta e descartada após o seu uso. Informamos ainda que todo o material será tratado como lixo hospitalar, tendo um destino seguro e apropriado;

06- Podemos informar que você terá o benefício de receber informações a respeito da composição corporal (quantidade de gordura e músculos do corpo), índice de massa corpórea (IMC), riscos do coração, valores de glicemia, colesterol e triglicérides, pressão arterial e frequência cardíaca, assim como a verificação do lactato como forma de controlar a caminhada adequadamente, e orientações sobre alongamentos e relaxamento como fatores preventivos antes e depois de exercícios físicos;

07- Não haverá nenhuma necessidade de exames laboratoriais adicionais ou outros assuntos relacionados ao estudo que tragam custos aos participantes, pois a pesquisa está munida de equipamentos próprios;

08- Você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é o Prof. Silvio Lopes Alabarse, que pode ser encontrado na Rua dos Açores, 310, telefone 3735-7621. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética e Pesquisa (CEP), rua Botucatu, 572, 1º andar, conjunto 14, telefone 5571-1062, FAX 5539-7162, E-mail: cepunifesp@epm.br;

09- Você tem total liberdade de retirar-se do estudo a qualquer momento, sem nenhum prejuízo devido a sua participação;

10- Direito de confiabilidade, as informações obtidas serão analisadas em conjunto com outros participantes, não sendo divulgado a identificação de nenhum envolvido;

11- Direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais das

de lactato e limiar anaeróbio no teste de Bruce modificado, da musculatura esquelética, dos membros inferiores, em idosos;”. Eu discuti com o Prof. Silvio Lopes Alabarse, sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confiabilidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

----- Data ____/____/____
Assinatura do paciente/representante legal

----- Data ____/____/____
Assinatura da testemunha

para casos de pacientes menores de 18 anos, analfabetos, semi-analfabetos ou portadores de deficiência auditiva ou visual.

(Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

----- Data ____/____/____
Assinatura do responsável pelo estudo

Materiais

Para a presente investigação foram utilizados os seguintes materiais:

- fitas reagentes enzimáticas utilizadas para as medidas de colesterol e triglicérides Accutrend® GCT, da empresa “Produtos Roche Químicos e Farmacêuticos SA”®.
- fitas reagentes enzimáticas para glicosímetro Accu-Chek Advantage II Glicose®, da empresa “Produtos Roche Químicos e Farmacêuticos SA”®.
- lancetadores para capilares descartáveis Accu-Chek Softclix Pró Lancetas® da empresa “Produtos Roche Químicos e Farmacêuticos SA”®.
- fitas reagentes enzimáticas BM Lactate® para lactímetro Accutrend Lactato®, da empresa “Produtos Roche Químicos e Farmacêuticos SA”®.
- um medidor de colesterol e triglicérides Accutrend® GCT, da empresa “Produtos Roche Químicos e Farmacêuticos SA”®.
- um glicosímetro Accu-Chek Advantage II Glicose®, da empresa “Produtos Roche Químicos e Farmacêuticos SA”®.
- um lactímetro Accutrend Lactato®, da empresa “Produtos Roche Químicos e Farmacêuticos SA”®.
- um esfigmomanômetro marca Antraplim®, modelo redondo.
- dois cardiófrequenciômetros da marca Polar®, modelo A1 e A3.
- uma esteira elétrica da marca *Life Fitness*®, modelo 9700HR.
- um estetoscópio marca Antraplim®.
- uma fita métrica flexível.

CRONOGRAMA

Junho a Dezembro de 2003 – Elaboração do projeto: revisão literária, metodologia (desenho do estudo).

Janeiro a Dezembro de 2004 – solicitação de equipamentos, convocação da amostra, local da testagem, processos éticos e estatísticos, continuação da revisão e atualizações da literatura.

Janeiro a Junho de 2005 – Aplicação da fase experimental, análises, discussões e tratamento estatístico dos resultados.

Julho a Novembro de 2005 – Revisão integral de todo o estudo e possíveis correções finais. Conclusões adquiridas e eventuais solicitações administrativas inclusive o requerimento ou finalização da publicação.



São Paulo, 12 de setembro de 2003.
CEP 0599/03

Ilmo(a). Sr(a).
Pesquisador(a) SILVIO LOPES ALABARSE
Disciplina/Departamento: Geriatria e Gerontologia/Medicina da
Universidade Federal de São Paulo/Hospital São Paulo

Re: Projeto de pesquisa intitulado: **"Respostas metabólicas do limiar de lactato e limiar anaeróbio no teste de Bruce modificado, da musculatura esquelética, dos membros inferiores, de idosas"**.

Prezado(a) Pesquisador(a),

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo/Hospital São Paulo **ANALISOU e APROVOU** o projeto de pesquisa acima referenciado.

Conforme resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde são deveres do pesquisador:

1. Comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento. Nestas circunstâncias a inclusão de pacientes deve ser temporariamente interrompida até a resposta do Comitê, após análise das mudanças propostas.
2. Comunicar imediatamente ao Comitê qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento do estudo.
3. Os dados individuais de todas as etapas da pesquisa devem ser mantidos em local seguro por 5 anos para possível auditoria dos órgãos competentes.
4. Apresentar primeiro relatório parcial em **10/março/2004**.
5. Apresentar segundo relatório parcial em **06/setembro/2004**.

Atenciosamente,

Prof. Dr. José Osmar Medina Pestana
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa da
Universidade Federal de São Paulo/ Hospital São Paulo

Ressaltamos que é de essencial importância a pesquisa refinada, a melhoria dos processos e os resultados obtidos nesta pesquisa, se os mesmos são potencialmente patenteáveis ou passíveis de outras formas de proteção intelectual/industrial. A proteção por meio do depósito de patentes ou outras formas de proteção da propriedade intelectual, evita a ação indevida de terceiros e confere maior segurança quando da publicação dos resultados da pesquisa.