
LIMIAR GLICÊMICO: UMA OPÇÃO PARA DETERMINAÇÃO DO LIMIAR ANAERÓBIO

GLYCEMIC THRESHOLD: AN OPTION FOR DETERMINING ANAEROBIC THRESHOLD.

Leonardo Recena Aydos^{1*}; Luane Aparecida Amaral¹; Roberta Serafim de Souza¹;
Ana Cristina Jacobowski²; Elisvânia Freitas dos Santos³; Maria Lígia Rodrigues Macedo⁴

1 - Nutricionista. Doutorando do Programa de Pós Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

2 - Farmacêutica. Doutora em Saúde e Desenvolvimento da Região Centro-Oeste pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

3 - Nutricionista. Doutora em Cirurgia Experimental pela Universidade Estadual de Campinas.

4 - Bióloga. Doutora em Ciências Biológicas (Biologia Molecular) pela Universidade Federal de São Paulo

RESUMO:

O limiar anaeróbio (LAn) é uma variável fisiológica utilizada para auxiliar a prescrição de exercícios físicos. Diante da importância de sua determinação para saúde dos praticantes de atividade física, foi feito nesse estudo, uma revisão de literatura sobre a validade da determinação do LAn por aferição da concentração de glicose sanguínea. Foram utilizados artigos publicados nos indexadores Scielo e *Pubmed*, resultando na seleção de 15 artigos, entre os anos de 1999 e 2013. A literatura aponta que a determinação do LAn por aferições de glicose é estatisticamente igual a aferição por lactato sanguíneo. O LAn varia de acordo com o ergômetro em que o teste é realizado. Por fim, há indicação de que o conhecimento do LAn é fundamental tanto para praticantes de atividade física quanto para pacientes com diabetes melito tipo 2, pois pode auxiliar no controle de aumentos excessivos da concentração de glicose sanguínea durante o exercício físico.

Palavras-chave: Limiar anaeróbico; glicose; lactato.

ABSTRACT:

The anaerobic threshold (AT) is a physiological variable used to help prescribe physical exercise. Given the importance of its determination for the health of physical activity practitioners, in this study, a literature review on the validity of the determination of AT by measuring blood glucose concentration was made. Articles published in the Scielo and Pubmed indexers were used, resulting in the selection of 15 articles between 1999 and 2013. The literature indicates that the determination of AT by glucose measurements is statistically equal to the measurement by blood lactate. The AT varies according to the ergometer where the test is performed. Finally, there is an indication that knowledge of AT is fundamental for both physical activity practitioners and patients with type 2 diabetes mellitus, because it can help control excessive increases in blood glucose concentration during exercise.

Key-words: Anaerobic threshold; Glucose; Lactate.

1 INTRODUÇÃO

O limiar anaeróbio (LAn) é um índice fisiológico utilizado como método de avaliação funcional em humanos e animais (ANGEL et al., 2019; Roberts et al., 2019). É um marcador

que pode ser utilizado em pesquisas que envolvem esforço físico e, na prática profissional, pode auxiliar na prescrição de exercícios, possibilitando a realização de treinos personalizados e individualizados, resultando em melhora na aptidão, sem comprometimento da saúde do praticante (AZEVEDO et al., 2009).

O LAn pode ser determinado por diferentes marcadores fisiológicos como: variáveis ventilatórias, concentração sanguínea de lactato, concentração sanguínea de glicose e por parâmetros subjetivos de percepção de esforço (SILVA et al, 2005; FAUDE; KINDERMANN; MEYER, 2009; SVEDAHL; MACINTOSH, 2013; ARSA et al., 2016).

O marcador fisiológico e protocolo escolhido para determinar o LAn irá representar uma estimativa da intensidade máxima de esforço que pode ser mantida, sem que ocorra a sobreposição do metabolismo anaeróbio sobre o aeróbio. Cada abordagem possui vantagens e desvantagens, portanto, a escolha do método a ser utilizado, deve levar em conta: as possibilidades de aplicação, o tempo de realização e os recursos financeiros disponíveis.

Sabe-se que a determinação de LAn pela concentração sanguínea de glicose é a alternativa mais barata e mais acessível, porém ainda é muito discutido se este método é eficiente em determinadas modalidades de treinamento físico e estado de saúde. Dentre as determinações de LAn pela concentração sanguínea de glicose, encontra-se a concentração mínima de glicose sanguínea (Glc_{min}) e o limiar individual de glicose (IGT) (DE OLIVEIRA et al., 2006; DELEVATTI et al., 2018; SALES et al., 2019).

Nesse contexto, observa-se que há necessidade de mais estudos para elucidar esses métodos. Dessa forma, essa revisão de literatura irá apresentar a utilidade do protocolo de determinação do LAn por concentração mínima de glicose sanguínea (Glc_{min}) e pelo limiar individual de glicose (IGT), apresentando a validade e aplicações desses dois protocolos em diversas modalidades de treinamento físico e estado de saúde.

2. Validade da determinação do LAn por glicose sanguínea

Para compreender como surgiu a determinação do LAn por IGT e Glc_{min} , e sua efetividade, é preciso primeiramente compreender os testes de limiar anaeróbio individual (IAT) e lactato mínimo (Lac_{min}), cujos protocolos são base para determinação do IGT e Glc_{min} . Tanto IAT quanto Lac_{min} buscam estimar a máxima fase estável de lactato (MFEL), conforme será explicado a seguir.

2.1 máxima fase estável de lactato (MFEL)

O método padrão-ouro, da atualidade, para determinar o LAn é a MFEL, que define a capacidade máxima de esforço, em determinada circunstância, em que a quantidade de lactato produzida não excede a capacidade de degradar lactato do corpo, ou seja, quando o metabolismo aeróbico não é superado pelo anaeróbico conforme exemplo da Figura 1. Para realização do protocolo, o indivíduo é submetido a determinada carga de esforço e seu lactato sanguíneo é medido, o teste é realizado periodicamente com o aumento de carga até que o indivíduo não apresente mais quantidades constantes de lactato sanguíneo, ou seja, a acumulação de lactato sanguíneo não varie mais que 1 mmol/L entre o décimo e o trigésimo minuto de exercício (BENEKE, 1995; FAUDE; MANCHADO et al., 2006; KINDERMANN; MEYER, 2009).

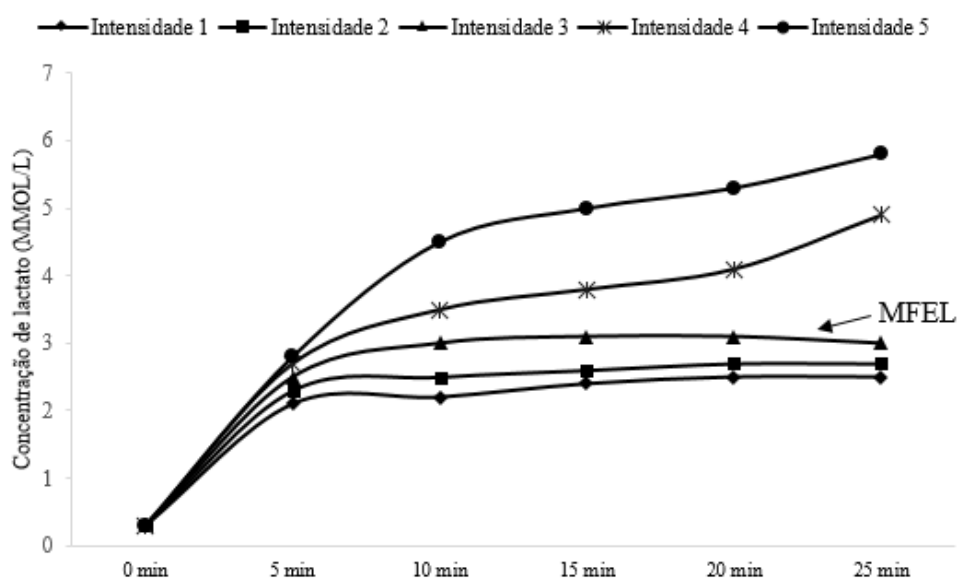


Figura 1. Determinação do Limiar Aeróbico por máxima fase estável de lactato

Fonte: autores, 2020.

A Figura 1 ilustra que o maior esforço possível de ser realizado, sem que ocorra acumulação de mais de 1 mmol/L de lactato entre 10 e 30 minutos, ocorre na Intensidade 3, que é então definida com o LAn.

Entretanto, a determinação do MFEL demanda realização de vários testes que não podem ser realizados no mesmo dia, para garantir um período de recuperação do indivíduo testado, tornando a realização do protocolo inviável em algumas ocasiões (BENEKE, 1995).

Para contornar essa dificuldade, testes como IAT e Lac_{min} são utilizados. Esses protocolos apresentam resultados estatisticamente similares a MFEL para determinação do LAn, entretanto, exigem menor tempo de aplicação (CAMPBELL; SIMÕES; DENADAI, 1998; AZEVEDO et al, 2009; FAUDE; KINDERMANN; MEYER, 2009; SOUZA et al. 2012; SVEDAHL; MACINTOSH, 2013).

2.2 Lactato mínimo como preditor da MFEL

O protocolo de LAC_{min} prevê a realização de esforço prévio para indução a acidose láctica seguido de breve repouso, e posteriormente inicia-se uma sequência de testes com intensidade incrementais. O lactato sanguíneo, anteriormente acumulado, irá decair gradualmente até que determinada intensidade de esforço seja atingida, a partir de então, começa a se acumular novamente, é justamente nesse ponto mínimo que é possível estimar a MFEL pelo protocolo de LAC_{min} , conforme exemplo da Figura 2.

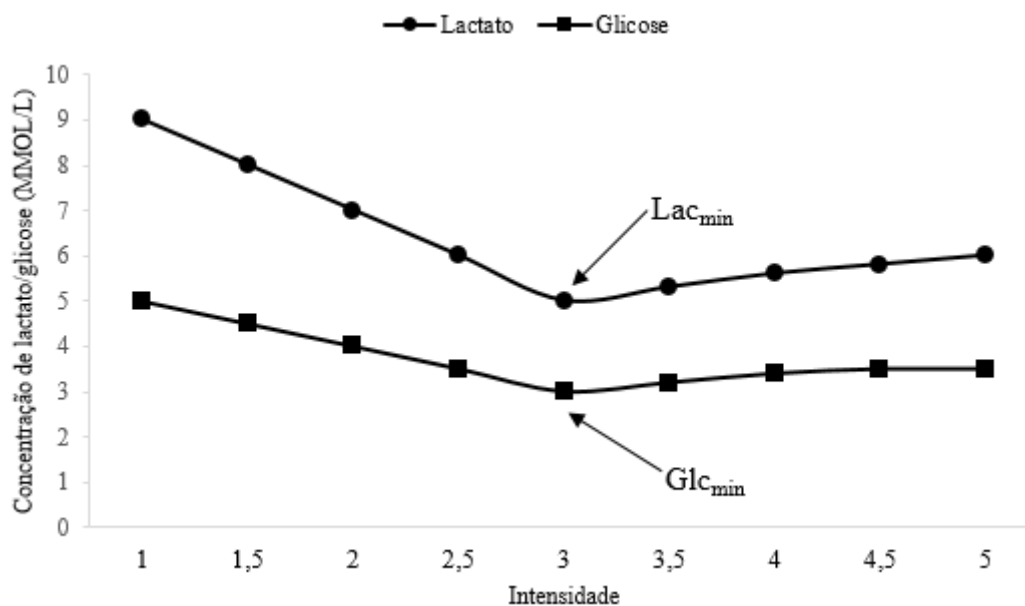


Figura 2. Determinação do limiar aeróbico por lactato mínimo

Fonte: autores, 2020.

Como destacado na Figura 2, a remoção do lactato da corrente sanguínea foi maior que a produção até o nível 3 de intensidade, a partir desse momento, o esforço realizado exigiu contribuição anaeróbia preponderante, dessa forma, o lactato passou a se acumular. Conforme será explicado nas próximas seções, a intensidade 3 também é o ponto de menor glicemia e, portanto, também pode ser utilizado para determinação do limiar anaeróbico.

2.3 Limiar anaeróbio individual como preditor da MFEL

Para determinação do IAT são feitos esforços consecutivos e com carga progressiva até a exaustão voluntária, com coleta de sangue ao final de cada etapa. O IAT é definido no ponto de inflexão da curva de lactato sanguíneo conforme destacado no exemplo da Figura 3.

O IAT está destacado na Figura 3 como o ponto de inflexão na curva de lactato, que ocorre quando o lactato deixa de se acumular de forma linear e passa a se acumular de forma exponencial.

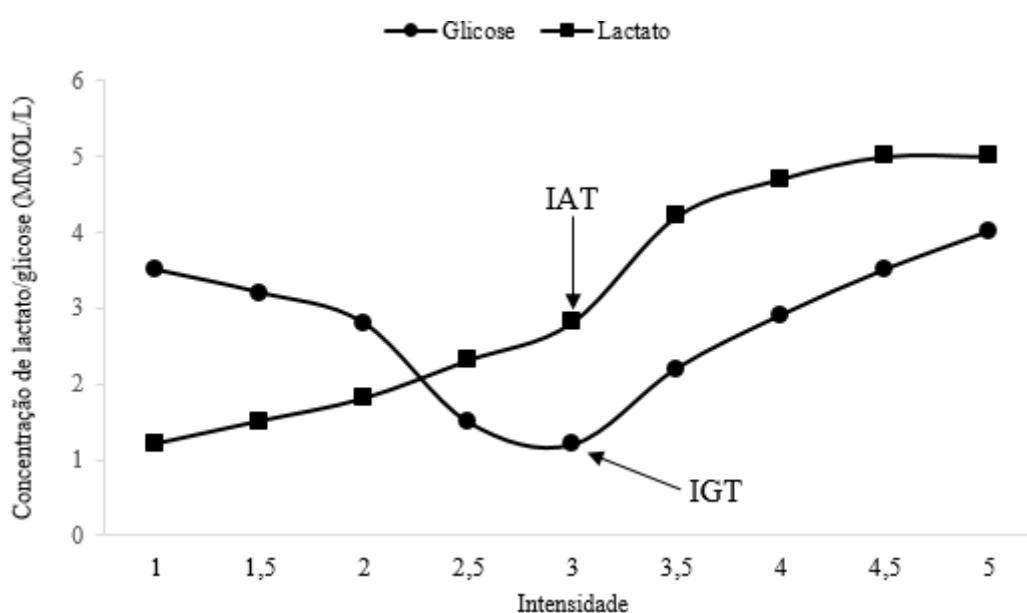


Figura 3. Determinação do limiar aeróbico por limiar individual anaeróbio individual

Fonte: autores, 2020.

A concentração sérica de glicose também apresenta comportamento similar, inicialmente diminuindo e no ponto de inflexão (limiar anaeróbico) passa a aumentar, se acumulando na corrente sanguínea (Figura 3).

3. Estudos realizados com IGT e glcmin

A determinação da glicose sanguínea como parâmetro para determinação do LAn teve início com Simões et al. (1998). Os autores mostraram que o Limiar Anaeróbico determinado a partir da menor glicemia, durante o protocolo de Lac_{min} e menor glicemia,

durante o protocolo de IAT, apresentaram resultados estatisticamente semelhantes aos testes com dosagens de lactato.

Partindo do princípio que, no exercício progressivo, as concentrações séricas de lactato, catecolaminas e cortisol, aumentam exponencialmente e que essas alterações contribuem para modificação da glicose sanguínea, Simões et al. (1999) testaram a hipótese de identificação do LAn pelos métodos de limiar individual de glicose (IGT) e glicose mínima (Glc_{min}), comparando com os resultados obtidos pelos testes de IAT e Lac_{min} . Os resultados da pesquisa mostraram que, em teste de pista com corredores fundistas, o LAn determinado por IAT e Lac_{min} não apresenta diferença estatística do LAn determinado por IGT e Glc_{min} , desta forma, os autores concluem que, para os sujeitos estudados, foi possível avaliar a capacidade aeróbica por aferições de glicose sanguínea.

Após este estudo, outros autores realizaram pesquisas para avaliar a qualidade do método de determinação do LAn pela aferição da glicose sanguínea em diferentes tipos de protocolos e exercícios. Júnior, Neiva e Denadai (2001), utilizando ciclo ergômetro para realização do teste, estudaram 8 voluntários, homens, atletas de ciclismo ou triatlo ($21,1 \pm 1,7$ anos) e concluíram que, em condições normais (sem utilização de bloqueadores β -adrenérgicos) a menor concentração sanguínea de glicose (Glc_{min}) ocorreu na mesma intensidade de esforço do ponto que caracteriza o Lac_{min} .

Alguns anos depois, Souza et al. (2003), com objetivo de utilizar um protocolo com indução de acidose feita em um percurso menor, realizou o teste em indivíduos não-atletas e testaram um protocolo com indução de acidose láctica por Sprint de 150m e mostraram que, em indivíduos não treinados ($n=13$), os testes de Lac_{min} , Glc_{min} e limiar anaeróbio de 4mmol.l^{-1} foram iguais estatisticamente. Simões et al. (2003), compararam a obtenção do LAn com variáveis ventilatórias e metabólicas, o ensaio incremental foi realizado em esteira rolante com quinze homens fisicamente aptos. Dentre os resultados obtidos, os autores mostraram que, os níveis de glicemia sanguínea variaram similarmente aos de lactato nos protocolos de IAT e Lac_{min} , permitindo, desta forma, a identificação do LAn por IGT e Glc_{min} .

No mesmo ano Souza et al. (2003) evidenciaram que, em teste de pista com indivíduos não treinados ($n=13$), não foi verificada diferença entre as velocidades correspondentes aos valores de Lac_{min} e Glc_{min} .

Ribeiro et al. (2004), compararam diferentes protocolos para determinação do LAn em nadadores treinados ($n=10$, $19,4 \pm 1,6$ anos) e concluíram que, o Glc_{min} apresentou resultados estatisticamente semelhantes aos da MFEL, sendo um bom preditor do LAn. Em 2009, pesquisadores analisaram se a velocidade de corrida correspondente a Glc_{min}

poderia prever o MFEL. O estudo contou com a participação de 13 homens fisicamente ativos e mostrou que o esforço correspondente ao Glc_{min} possuiu alta correlação com o Lac_{min} e ao da MFEL ($r=0,984$ e $r=0,947$ respectivamente) (SOTERO et al., 2009). Em 2014, Motoyama et al. (2014) compararam a velocidade encontrada pelo protocolo de IGT com o MFEL ($n=14$ homens fisicamente ativos e não-atletas) e concluíram que o IGT pode prever com acurácia o MFEL.

Em 2005, Silva et al. (2005) estudaram 11 indivíduos não atletas, mas fisicamente ativos, em teste de pista. Os resultados mostraram que, tanto variáveis ventilatórias, quanto lactato e glicose sanguínea são parâmetros apropriados como referência de LAn.

No ano de 2006, pela primeira vez, pesquisadores estudaram o limiar glicêmico em exercícios resistidos. No estudo, 12 voluntários do sexo masculino, acostumados a realizar exercício resistido, foram submetidos ao exercício de *leg press* 45° e supino reto. Os autores concluíram que: “as respostas do lactato sanguíneo e da glicemia permitiram a identificação dos limiares de lactato e glicêmico durante exercícios resistidos incrementais, e que as intensidades relativas a esses limiares não diferiram e foram altamente correlacionadas.” (OLIVEIRA et al., 2006).

No ano seguinte, ineditamente, foi investigado o efeito do treinamento militar na determinação do LAn por IGT. Participaram do estudo 9 soldados que estavam na primeira semana de treinamento militar. Utilizando um protocolo realizado em esteira ergométrica 4 testes foram aplicados, no tempo 0 e após 30, 60 e 90 dias de treinamento militar. Os resultados mostraram aumento significativo na intensidade que atingiu o IGT após 30 e 90 dias de treinamento, mostrando que a determinação do LAn por IGT é sensível a mudanças no condicionamento físico (ROCHA et al., 2010).

3.1 Estudo em indivíduos com diabetes melito tipo 2

O aumento na concentração de glicose sanguínea, após o LAn ser atingido, ocorre devido ao aumento da atividade simpática, que acarreta em maior taxa de glicogenólise no fígado (SIMÕES et al., 2010).

Moreira et al. (2007) estudaram, pela primeira vez, a estimação do LAn a partir de respostas glicêmicas em voluntários com diabetes melito tipo 2. Participaram da pesquisa voluntários com diabetes melito tipo 2 ativos e sedentários e indivíduos não-diabéticos fisicamente ativos. Foram encontradas correlações significativas entre o IAT e IGT dos três grupos estudados.

Segundo Moreira et al. (2008), ao realizar exercícios resistidos, a taxa de glicose sanguínea cai progressivamente até atingir o limiar aeróbio, a partir desse momento começa a subir. Identificar o LAn tem implicações clínicas, permitindo que portadores de diabetes melito tipo 2 se beneficiem da redução nas taxas de glicose proporcionadas pelo exercício, sem que ocorra um aumento acentuado da glicose sanguínea. Os resultados da pesquisa feita por Moreira et al. (2008) mostraram que, o LAn no exercício de *Leg press* ocorreu com cargas entre 46% e 60% do peso corporal dos voluntários ($n=9$, idade= $47,2 \pm 12,4$ anos) e no supino reto entre 18% e 26%, sendo que, as aferições por lactato e glicose sanguínea, não apresentaram diferença estatística.

Alinhados nessa linha de pesquisa, Simões et al. (2010a) e Simões et al. (2010b) realizaram estudos em voluntários com diabetes melito tipo 2, utilizando ciclo ergômetro para realização dos testes. Ambos estudos apontaram não existir diferença estatística entre a intensidade de esforço relativa ao IAT e ao IGT, indicando que a determinação do LAn por glicose sanguínea apresenta resultado similares ao determinado por lactato sanguíneo em portadores de diabetes melito tipo 2.

4. PROTOCOLOS PARA DETERMINAÇÃO DO IGT E GLC_{MIN}

4.1 Determinação do IGT em teste incremental de pista

Para determinação do IGT em pista Simões et al. (1998) instruíram os participantes da pesquisa a realizar 8 séries de 800m “em velocidades correspondentes a 84, 87, 89, 91, 93, 95, 97 e 102% da V_{m3Km} ”. A coleta de sangue para aferição de glicose sanguínea era realizada no tempo de descanso (45seg) entre as séries. A velocidade de corrida que apresentou a Glc_{min} é determinada como LAn. O protocolo utilizado por Simões et al. (1999), foi praticamente idêntico, com uma única diferença na oitava série, que ocorreu a 103% da V_{m3Km} .

4.2 Determinação do igt em teste incremental de esteira ergométrica

Simões et al. (2003) e Silva et al. (2005) determinaram o IGT a partir do seguinte protocolo: inicialmente um questionário foi respondido pelos participantes, em seguida, o teste teve início com 75% velocidade relatada para o melhor tempo de 2 milhas já feito pelo indivíduo. Inicialmente a esteira é configurada com 1% de inclinação e incrementos de 0,5

km/h são feitos a cada 3 minutos. Um descanso de 45 segundos é determinado a cada estágio de incremento, nesse momento o indivíduo avalia sua percepção subjetiva de esforço (RPE), para isso, aponta para uma escala perceptiva de Borg. Quando 95% da frequência cardíaca máxima teórica ($220 - \text{idade}$) é atingida ou quando uma RPE de 17 é apontada pelo participante, a velocidade da esteira se mantém inalterada, porém a inclinação é aumentada em 1%, até que a fadiga voluntária seja atingida.

Enquanto que, o protocolo utilizado por Rocha et al. (2010) teve início do teste a 6km/h e incrementos de 1km/h a cada 2 minutos, as amostras sangue foram coletados entre os intervalos de 15 segundos de descanso de cada seção.

Já Motoyama et al. (2014) utilizaram um protocolo diferente, determinaram o início do teste em esteira com 1% de inclinação e velocidade inicial de 65% da V3000, seguida de incrementos de 0,5km/h a cada 3 minutos com intervalos de 30 segundos para coleta de sangue.

4.3 Determinação do IGT em teste incremental de ciclo ergômetro

Moreira et al. (2007) realizaram o protocolo de IGT com voluntários saudáveis e fisicamente ativos e voluntários sedentários/fisicamente ativos com diabetes mellitus tipo 2. O teste teve início com aquecimento de 1 minutos a 0 watts, seguido por seções de 3 minutos com incremento de 15 watts. Os voluntários deveriam manter, no mínimo, “60 revoluções por minuto até exaustão voluntária”. Os critérios de interrupção também incluíram aumentos súbitos na pressão apontado pelos voluntários entre 19 e 20 “ou desnivelamento do segmento ST do ECG ou qualquer outra resposta cardiovascular anormal” (MOREIRA et al., 2007, p.290).

Em 2010, Simões et al. (2010), realizaram protocolo similar ao feito por Moreira et al. (2007), também para determinação do IGT em indivíduos saudáveis e atletas e sedentários com diabetes mellitus tipo 2. Os voluntários foram instruídos a realizar aquecimento de 1 minuto no clico ergômetro, com cargas variando entre 15-25 watts, em seguida, a cada 3 minutos, a carga foi elevada em 15-25 watts, de acordo com a aptidão física de cada participante. O teste prosseguiu até a exaustão voluntária ou se algum dos critérios de interrupção fosse atingido.

4.4 Determinação do IGT em teste incremental de exercício resistido

Oliveira et al. (2006), utilizaram o exercício de supino reto (SR) e *leg press* 45° (LP) para determinação do IGT. Inicialmente os participantes foram submetidos a determinação da carga máxima (1RM), após um ou dois dias foi feito o teste de IGT. Foram estipuladas 11 seções de esforço progressivo com cargas de 10, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80 e 90% da 1RM. Em cada seção os voluntários eram instruídos a realizar 20 repetições (3 segundos p/ repetição) em um intervalo de 1 minuto. Foi estipulado descanso de 2 minutos no final de cada seção, com coleta de sangue durante o primeiro minuto de recuperação. O teste terminava quando as execuções não estavam mais sendo realizadas da forma correta, se o número de repetições pré-estipuladas não fosse atingido em 1 minuto, ou por vontade própria do participante. Inicialmente o teste foi feito em LP e após 20 minutos de descanso em SR. A carga correspondente a menor glicemia aferida foi considerada como IGT.

Moreira et al. (2008), realizaram protocolo similar ao de Oliveira et al. (2006), porém com tempo de repetições de 2 segundos e 30 repetições por minuto. Além disso, incluíram no critério para finalização do teste, uma percepção subjetiva de esforço (RPE) de 19 e 20 na escala de Borg (entre seções) ou uma elevação súbita de pressão para valores perto de 250/115 mmHg.

Simões et al. (2010b), em teste realizado com indivíduos diabéticos, orientaram os participantes a realizar aquecimento de 1 minutos, a 0W, seguido de seções de 3 minutos com aumento de 15W até exaustão voluntária. Os critérios de interrupção foram: aumento repentino na pressão arterial, alguma anormalidade apontada no eletrocardiograma ou falha no aumento do pulso paralela ao aumento da carga.

4.5 Determinação do IGT em teste incremental de bicicleta ergométrica

Simões et al. (2010a) aplicaram teste incremental com início em 0 Watts (W) e carga entre 15 e 50W, em seguida, foram realizadas seções de 3 minutos com aumento de 15 a 25W de carga até que a exaustão voluntária fosse atingida. Outros critérios para interrupção do teste foram: anormalidade eletrocardiográfica, “aumento exagerado na pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) acima de 115 mmHg, além da incapacidade de aumentar o pulso de oxigênio em paralelo ao aumento na carga de trabalho e/ou uma razão de troca respiratória (RER) acima de 1,15” (SIMÕES et al., 2010a,

p.73). O teste não previu repouso e as amostras sanguíneas eram coletadas nos últimos 10 segundos de cada seção.

4.6 Determinação do IGT em teste incremental de pista com cadeirantes

Em 2010, Bianconi, Bianconi e Baldissera (2010) aplicaram o protocolo de determinação do $GL_{C_{min}}$ em voluntários cadeirantes. Participaram da pesquisa 5 atletas de handebol em cadeiras, todos homens, com idade média de $33,8 \pm 3,49$ anos. O protocolo consistiu de teste incremental com percurso de 200m, iniciado a 4km/h e com acréscimo de 1km/h na velocidade até os voluntários atingirem a exaustão voluntária. A coleta de sangue foi feita entre as seções.

4.7 Determinação do $GL_{C_{MIN}}$ em teste incremental de pista após indução láctica

O teste realizado por Simões et al. (1998, p.20) e Simões et al. (1999) delinea indução à acidose láctica a partir de corrida de 500m à máxima velocidade. Em seguida é realizado descanso de 8 minutos, e então, inicia-se seis séries progressivas de 800m rasos, com descanso de 45seg entre seções. “As intensidades correspondentes a estas séries de 800 m foram 87, 89, 91, 93, 95 e 98% respectivamente da V_{m3Km} .”. As coletas de sangue foram feitas no sétimo minuto de descanso após indução láctica e durante os 45seg de descanso das séries progressivas.

Souza et al. (2003) utilizaram protocolo baseado em Simões et al. (1999), com variação em relação a diminuição da distância de indução à acidose láctica. Assim, determinaram *Sprint* de 150m, como a máxima velocidade para indução da acidose láctica, seguido de 10 minutos de descanso após o esforço. Na sequência, “os voluntários realizaram oito séries de corrida de 800 m progressivos com velocidades entre 84% e 98% da V_{m3Km} , com intervalo de 1 minuto entre as séries.”. As amostras de 25 microlitros de sangue foram coletadas nos intervalos entre séries (SOUZA et al., 2003, p.72). Sotero et al. (2009) realizaram protocolo similar ao de Souza et al. (2003), porém as velocidades dos testes incrementais foram baseadas na velocidade média calculada a partir de teste de 1600m.

4.8 Determinação do GLC_{MIN} em teste incremental de esteira ergométrica após indução láctica

Simões et al. (2003) aplicaram teste de GLC_{min} com indução láctica prévia feita por teste de Wingate de 30 segundos em ciclo ergômetro, seguido de 8 minutos de descanso, com coleta de sangue no sétimo minuto. Na sequência, realizaram mesmo teste aplicado por Simões et al. (2003) para IGT (citado em 3.1.2).

4.9 Determinação do GLC_{MIN} em teste incremental de ciclo ergômetro após indução láctica

Júnior et al. (2001) aplicaram o teste de GLC_{min} iniciando com indução láctica a partir da realização de teste de Wingate, seguido de 8 minutos de descanso. Na sequência iniciou-se teste incremental com carga inicial de 100w e incrementos de 25w a cada 3 minutos, até os voluntários chegarem a exaustão. As amostras de sangue foram coletadas no sétimo minuto de descanso após indução láctica e nos últimos 30 segundos de cada seção do teste incremental.

4.10 Determinação do GLC_{MIN} em teste incremental de natação após indução láctica

Os primeiros a realizarem o teste de GLC_{min} em natação foram Ribeiro et al. (2004), os pesquisadores orientaram os voluntários a realizarem “dois esforços máximos de 50 m no estilo crawl com intervalo de 1 minuto entre os mesmos, para a indução de considerável acúmulo de lactato na corrente sanguínea (acidose láctica).” (RIBEIRO et al., 2004, p.246). Em seguida, os voluntários descansaram por 8 minutos. Após o repouso, os atletas iniciaram a realização de esforço incremental, sendo orientados a nadar 200m (iniciando entre 1,05 e 1,25 m/s) e aumentando progressivamente a velocidade em 0,05 m/s até que atingissem a exaustão. “A velocidade inicial foi escolhida por cada atleta de forma que fossem realizados de quatro a seis esforços.”. A coleta de sangue foi feita “no sétimo minuto após a indução da acidose láctica e imediatamente após cada repetição durante a fase incremental” (RIBEIRO et al., 2004, p.246).

5. CONCLUSÃO

A literatura consultada aponta que a determinação do LAn por aferições de glicose

é estatisticamente igual a aferição por lactato sanguíneo, tanto pelos protocolos de IAT, Lac_{min} quanto na comparação ao método de MFEL. Apesar do teste “padrão ouro” para determinação ser o MFEL, os demais protocolos citados anteriormente são de menor custo e possuem rápida aplicação. O LAn varia de acordo com o tipo de exercício em que o teste é realizado. O limiar anaeróbico deve ser utilizado objetivando o aumento de performance e preservação da integridade física do praticante de esforço, possibilitando treinos individualizados e melhor ajustados. Além disso, o conhecimento do LAn é fundamental para paciente com diabetes melito tipo 2, possibilitando evitar o aumento excessivo da concentração de glicose sanguínea durante o exercício físico.

6. REFERÊNCIAS:

ANGELL, Johanna et al. Characterising recovery from renal transplantation and live-related donation using cardiopulmonary exercise testing. **Disability and Rehabilitation**, [s. l.], 2019.

ARSA, Gisela et al. Limiar anaeróbico a partir da PSE em exercício resistido por modelos matemáticos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s.l.], v. 22, n. 2, p.113-117, abr. 2016.

AZEVEDO, Paulo Henrique Silva Marques et al. Limiar Anaeróbico e Bioenergética: ma abordagem didática e integrada. **Revista da Educação Física/UEM**, [s.l.], v. 20, n. 3, p.453-464, 5 out. 2009.

BALIKIAN JÚNIOR, Pedro; NEIVA, Cassiano Merussi; DENADAI, Benedito Sérgio. Effect of an acute β -adrenergic blockade on the blood glucose response during lactate minimum test. **Journal Of Science And Medicine In Sport**, [s.l.], v. 4, n. 3, p.257-265, set. 2001.

BENEKE, Ralfh. Anaerobic threshold, individual anaerobic threshold, and maximal lactate steady state in rowing. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, Indianapolis, n. 27, p.863-867, 1995.

BIANCONI, Ana Cláudia; BIANCONI, Elizabeth de Cássia; BALDISSERA, Vilmar. Análise

do limiar anaeróbio em cadeirantes praticantes de modalidade handebol através do menor valor glicêmico. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v. 4, n. 19, p.74-78, jan./fev. 2010.

CAMPBELL, Carmen Sílvia Grubert; SIMÕES, Herbert Gustavo; DENADAI, Benedito Sérgio. Reprodutibilidade do limiar anaeróbio individual (iat) e lactato mínimo (Im) determinados em teste de pista. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, Londrina, v. 3, n. 3, p. 24-31, 1998.

DE OLIVEIRA, João Carlos et al. Identificação do limiar de lactato e limiar glicêmico em exercícios resistidos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s. l.], v. 12, n. 6, p. 333–338, 2006.

DELEVATTI, Rodrigo S. et al. Glycemic threshold as an alternative method to identify the anaerobic threshold in patients with type 2 diabetes. **Frontiers in Physiology**, [s. l.], v. 9, n. nov, 2018.

FAUDE, Oliver; KINDERMANN, Wilfried; MEYER, Tim. Lactate Threshold Concepts. **Sports Medicine**, [s.l.], v. 39, n. 6, p.469-490, maio 2009.

MANCHADO, Fúlvia de Barros et al. Máxima fase estável de lactato é ergômetro-dependente em modelo experimental utilizando ratos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s.l.], v. 12, n. 5, p.259-262, out. 2006.

MOREIRA, Sérgio R et al. Methods to Identify the Lactate and Glucose Thresholds During Resistance Exercise for Individuals With Type 2 Diabetes. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [s.l.], v. 22, n. 4, p.1108-1115, jul. 2008.

MOREIRA, Sr et al. Identificação do limiar anaeróbio em indivíduos com diabetes tipo-2 sedentários e fisicamente ativos. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, [s.l.], v. 11, n. 4, p.289-296, ago. 2007.

MOTOYAMA, Yuri Lopes et al. Métodos alternativos para estimar a velocidade da máxima fase estável de lactato em adultos jovens fisicamente ativos. **Revista Brasileira**

de Cineantropometria e Desempenho Humano, [s.l.], v. 16, n. 4, p.419-426, 27 maio 2014.

OLIVEIRA, João Carlos de et al. Identificação do limiar de lactato e limiar glicêmico em exercícios resistidos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s.l.], v. 12, n. 6, p.333-338, dez. 2006.

RIBEIRO, Luiz Fernando Paulino et al. Limiar anaeróbio em natação: comparação entre diferentes protocolos. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, [s.l.], v. 2, n. 18, p.201-212, abr./jun. 2004.

ROBERTS, Spencer S. H. et al. Effects of total sleep deprivation on endurance cycling performance and heart rate indices used for monitoring athlete readiness. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 37, n. 23, p. 2691–2701, 2019.

ROCHA, C. et al. Changes in Individual Glucose Threshold during Military Training. **International Journal Of Sports Medicine**, [s.l.], v. 31, n. 07, p.482-485, 27 abr. 2010.

SALES, Marcelo Magalhães et al. An integrative perspective of the anaerobic threshold. **Physiology and Behavior**, [s. l.], v. 205, p. 29–32, 2019.

SILVA, Luiz Gustavo da Matta et al. Comparação entre protocolos diretos e indiretos de avaliação da aptidão aeróbia em indivíduos fisicamente ativos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s.l.], v. 11, n. 4, p.219-223, ago. 2005.

SIMÕES, Herbert G. et al. Métodos para identificar o limiar anaeróbio em indivíduos com diabetes tipo 2 e em indivíduos não-diabéticos. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [s.l.], v. 94, n. 1, p.71-78, jan. 2010.

SIMÕES, Herbert Gustavo et al. Blood glucose responses in humans mirror lactate responses for individual anaerobic threshold and for lactate minimum in track tests. **European Journal Of Applied Physiology And Occupational Physiology**, [s.l.], v. 80, n. 1, p.34-40, maio 1999. SIMÕES, Herbert Gustavo et al. Blood glucose threshold and the metabolic responses to incremental exercise tests with and without prior lactic acidosis

induction. **European Journal Of Applied Physiology**, [s.l.], v. 89, n. 6, p.603-611, 1 ago. 2003.

SIMÕES, Herbert Gustavo et al. Determinação do limiar anaeróbio por meio de dosagens glicêmicas e lactacidêmicas em testes de pista para corredores. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 17-30, 1998.

SIMÕES, Herbert Gustavo et al. Lactate Threshold Prediction by Blood Glucose and Rating of Perceived Exertion in People with Type 2 Diabetes. **Perceptual And Motor Skills**, [s.l.], v. 111, n. 2, p.365-378, out. 2010.

SOTERO, R. C. et al. Blood Glucose Minimum Predicts Maximal Lactate Steady State on Running. **International Journal Of Sports Medicine**, [s.l.], v. 30, n. 09, p.643-646, 30 jun. 2009.

SOUZA, Kristopher Mendes de et al. Máximo estado estável de lactato estimado por diferentes métodos de determinação. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, [s.l.], v. 14, n. 3, p.264-275, maio, 2012.

SOUZA, Thomas Nilton Teixeira et al. Identificação do lactato mínimo e glicose mínima em indivíduos fisicamente ativos. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v. 11, n. 2, p.71-75, jun. 2003.

SVEDAHL, Krista; MACINTOSH, Brian R.. Anaerobic Threshold: The Concept and Methods of Measurement. **Canadian Journal Of Applied Physiology**, [s.l.], v. 28, n. 2, p.299-323, abr. 2003.

***Autor(a) para correspondência:**

Leonardo Recena Aydos

Email: leonardoaydos@gmail.com

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Recebido: 02/05/2020 Aceite: 31/12/2021