

CORRELAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE LACTATO E A EXAUSTÃO SUBJETIVA PRÉ E PÓS TREINO EM ATLETAS DE TAEKWONDO

Bárbara Gama da Silva, Universidade Federal de Uberlândia, barbarags.ufu@gmail.com
Isabela Marques Miziara, Universidade Federal de Uberlândia, isabelammiziara@gmail.com
Iraides Moraes Oliveira, Universidade Federal de Uberlândia, iraidessfio@yahoo.com.br
Adriano Alves Pereira, Universidade Federal de Uberlândia, a.alves.pereira@uol.com.br
Eduardo Lázaro Martins Naves, Universidade Federal de Uberlândia, eduardonaves@yahoo.com.br
Silvio Soares dos Santos, Universidade Federal de Uberlândia, silvio@ufu.br

Resumo. Em esportes que apresentam exercícios de alta intensidade, como o taekwondo, é comum observar um maior gasto energético e consideráveis perturbações metabólicas no tecido muscular, resultando no acúmulo de produtos no metabolismo que podem contribuir para a perda da força muscular. Atualmente, a dosagem do lactato sanguíneo tem sido utilizada para mensurar a intensidade do treinamento, tornando-se importante para os esportes de alto rendimento. Visando uma melhor performance desses atletas e uma forma de evitar lesões musculares, esse estudo tem como objetivo analisar a relação entre o tempo de realização do exercício, a concentração de lactato e o nível de exaustão. Para isso, foram analisados seis atletas de taekwondo durante a execução de atividades específicas até atingirem a exaustão. Durante a coleta, a concentração de lactato foi observada em dois momentos: antes e depois das atividades. Como resultado, observou-se que todos os atletas apresentaram um aumento na concentração de lactato. Contudo, acredita-se que a exaustão não seja, exclusivamente, em consequência da fadiga muscular, mas sim devido a outros fatores como condicionamento físico aeróbio e anaeróbio do atleta.

Palavras chave: fadiga, lactato, taekwondo

1. INTRODUÇÃO

O taekwondo é uma antiga e tradicional arte marcial coreana conhecida pela destreza no emprego das mãos e pés em golpes de alta velocidade em direção à cabeça e ao tronco do adversário (Bedolla, 2003). Para a obtenção de resultados regulares torna-se fundamental o desenvolvimento das capacidades motoras de condicionamento e coordenação motora, além do aprimoramento técnico e tático do atleta de taekwondo (Fargas 1999).

Embora a maioria das lesões em lutadores desta modalidade esportiva ocorrem devido aos choques mecânicos, as lesões musculares não ocasionadas pelo contato também são muito comuns, dentre estas, destaca-se a fadiga muscular (Brandao *et al.* 2005). Avaliar e identificar alguns parâmetros fisiológicos mostra-se uma ferramenta importante para o sucesso dos praticantes de taekwondo. Dentre as variáveis que devem ser monitoradas durante o treinamento, a FC_{máx.}, limiar anaeróbio (LAN) e tolerância ao lactato se destacam (Gómez, Castañeda, 2002).

O exercício de alta intensidade é responsável por ocasionar uma maior utilização energética e provocar consideráveis perturbações metabólicas no tecido muscular. Durante a atividade física, o músculo esquelético e o tecido sanguíneo experimentam mudanças tanto na concentração de lactato quanto na variação do pH, ocasionados pela produção de ácido láctico em um processo conhecido como acidose láctica (Fife *et al.* 2012).

A acidose láctica é responsável por prejudicar o processo de excitação e contração muscular, contribuindo para que o músculo atinja o estado de fadiga. Dessa forma, o lactato, substância produzida naturalmente pelo corpo humano, pode ser utilizado como um marcador bioquímico da fadiga, uma vez que está acompanhado de demais produtos metabólicos que provocam a redução da capacidade de gerar força muscular. Sob o ponto de vista fisiológico, a fadiga muscular é considerada como uma falha em manter um nível desejado de rendimento ou trabalho durante uma atividade muscular repetitiva ou sustentada (Dipla *et al.*, 2009).

Atualmente, a dosagem do lactato sanguíneo tem sido utilizada para mensurar a intensidade do treinamento, e para monitorar respostas a testes específicos, tornando-se especialmente importante para os esportes de alto rendimento, quebrando um importante paradigma para o mundo do esporte e ciência, no qual o lactato era visto como algo negativo para o desempenho do atleta (Gonçalves, 2006).

Diante desse cenário, visando uma melhor performance desses atletas e uma forma de evitar lesões musculares, esse estudo tem como objetivo analisar a relação entre o tempo de realização do exercício, a concentração de lactato e o nível de exaustão.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Antes de dar início aos testes, o projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia e aprovado com parecer nº 180.852 emitido no dia 18/12/2012.

Ao todo, foram avaliados seis atletas profissionais saudáveis do gênero masculino; faixa preta de taekwondo; residentes na cidade de Uberlândia - MG; submetidos a sessões de treinamento específico da modalidade de 4 a 5 vezes por semana; e com faixa etária 15 e 23 anos (média $17,8 \pm 2,78$).

Os critérios de exclusão adotados foram: presença de qualquer tipo de doença neuromuscular ou doença crônica grave; uso de medicamentos que provoquem alterações do controle motor e da sensibilidade periférica; e a presença de qualquer outro fator que, de alguma forma, poderia prejudicar a coleta de dados, como indisposição ou presença de algum tipo de lesão moderada a grave.

O procedimento de seleção dos sujeitos de pesquisa iniciou com o esclarecimento aos candidatos sobre os objetivos do estudo e como seria realizada a coleta de dados. Todos atletas que aceitaram participar deste estudo assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. No entanto, como esse estudo conta com a participação de atletas menores de 18 anos, solicitou-se que os mesmos estivessem acompanhados de um responsável legal para devidos esclarecimentos quanto aos procedimentos adotados na pesquisa e assinatura de um termo de consentimento específico, autorizando a participação do atleta.

Posteriormente, todos os atletas foram convidados a responder um questionário composto por perguntas referentes ao treinamento de taekwondo; à prática de outros tipos de atividade física; e aos critérios de exclusão adotados por esse estudo. E, após o preenchimento do questionário, os candidatos selecionados com base nos critérios de exclusão e inclusão, foram submetidos à uma análise antropométrica com objetivo de se obter informações como: peso, altura e índice de massa corporal.

Todas as coletas foram realizadas no laboratório de Biomecânica da Faculdade de Educação Física da Universidade Federal de Uberlândia pois esta fornece a infraestrutura adequada para a execução de atividades físicas.

2.1 Procedimentos adotados

O protocolo utilizado inclui a coleta da concentração de lactato no sangue, a cronometragem do tempo de duração do ensaio e o número de golpes executados durante um treinamento específico de taekwondo.

No treinamento específico de taekwondo, o voluntário deveria chutar o centro do aparador de chutes, utilizando, de preferência, um único tipo de golpe que deveria ser realizado sem interrupções, até o momento de exaustão do atleta, isto é, até o momento em que o atleta não conseguisse prosseguir com a atividade.

As concentrações de lactato no organismo do atleta, foram obtidas antes e depois do teste e, posteriormente, associadas as demais informações, como o tempo de duração do ensaio e o número de golpes executados nesse período.



Figura 1: Execução das atividades específicas durante a coleta de dados.

2.2 Coleta de lactato

A coleta do lactato foi realizada por meio de um equipamento portátil da marca Accutrend (Roche Diagnóstica, Suíça), que tem como mecanismo a análise de fitas reagentes ao lactato.

A cada coleta, foi realizada a calibração do equipamento com o auxílio de uma fita codificadora específica.

Antes de dar início à coleta de lactato, foi realizada a higienização com álcool da polpa do dedo, e utilizando lancetas descartáveis, esta foi puncionada a fim de se obter uma pequena amostra de sangue. Com muito cuidado para não ocorrer contaminação da amostra, o dedo era levado até a tira reagente e sobre ela era depositado sangue, neste momento era importante evitar o contato entre o dedo e a tira. Posteriormente, o equipamento iniciava o seu processo de leitura, que dura cerca de sessenta segundos.

As coletas da concentração de lactato sanguíneo foram realizadas em dois momentos durante a sessão: segundos antes ao treinamento do atleta e três minutos após o término dos treinamentos (Hagberg, 1985). Optou-se por esse protocolo pois, seria inviável a coleta de lactato durante o teste, uma vez que poderia atrapalhar a performance do atleta.

A coleta da concentração de lactato três minutos depois do término do teste e não imediatamente, deve-se ao fato que, segundo a literatura (Heller, 1998), após passados três minutos do instante em que se iniciou o repouso, há pico na concentração de lactato, embora alguns autores tenham relatado uma pequena diferença no tempo de pico devida as características fisiológicas de cada atleta (Jacobs, 1986).

2.3 Processamento dos dados

Inicialmente, para analisar a normalidade dos dados, aplicou-se o teste de Shapiro Wilk. Após comprovada a distribuição normal dos dados, foi aplicado o teste T-Student pareado com o objetivo de verificar a significância estatística da diferença das médias.

Além disso, aplicou-se o teste de correlação de Pearson para verificar o grau de correlação entre as variáveis.

O nível de significância adotado para todos os testes foi de $\alpha < 0,05$ e o software utilizado para a realização das análises estatísticas foi o Action.

3. RESULTADOS

Os dados antropométricos obtidos, antes de se dar início às coletas, são representados por meio da Tabela 1. Por meio dessa tabela, é possível observar que grande parte dos atletas participantes apresentam uma massa corporal média de $64,16 \pm 9$ Kg.

As concentrações médias de lactato antes e depois do treinamento e a diferença das médias de concentração, podem ser visualizadas na Tabela 2. Por meio do teste estatístico T-Student, foi possível analisar se havia uma diferença significativa entre as concentrações antes e depois do treinamento. Para isso, definiu-se que a hipótese nula corresponderia à não diferença significativa entre as amostras. Após a realização do teste obteve-se um $t = 0,00101354$. Como t é menor que o nível de significância ($\alpha < 0,05$), rejeitou-se a hipótese nula, permitindo confirmar a diferença significativa entre as duas amostras analisadas. Conclui-se então que, por meio dos resultados exibidos na Tabela 2 e do resultado obtido pelo teste estatístico, todos atletas apresentaram um aumento na concentração de lactato no sangue.

Os dados referentes à quantidade de golpes executados, ao tempo de realização do exercício proposto e à diferença das médias de concentração de lactato para cada um dos atletas, podem ser visualizados na Tabela 3. Observa-se que aqueles atletas que executaram um maior número de chutes por tempo, apresentaram uma maior diferença na concentração de lactato.

Os resultados obtidos após a aplicação do teste de correlação de Pearson, são exibidos na Tabela 4. A tabela mostra o grau de correlação para cada uma das três variáveis analisadas: quantidade de chutes, tempo de coleta e diferença de lactato. Observando as informações contidas na Tabela 4, pode-se afirmar que a “quantidade de chutes” apresenta uma moderada quando correlacionada com a variável “tempo de coleta”. Já a variável “tempo de coleta” possui uma correlação fraca em relação a “diferença do lactato”.

Tabela 1: Valores expressos em mínimo - Min, máximo – Max e mediana , para a comparação entre os grupos.

Atleta	Massa Corporal (Kg)	Altura (m)	IMC (kg/m ²)
1	57	1,74	18,83
2	82	1,92	22,24
3	67	1,70	23,18
4	62	1,86	17,92
5	54	1,64	20,08
6	63	1,78	19,88

* IMC = índice de massa corporal

Tabela 2: Concentração de Lactato antes e depois da coleta.

Atleta	Pré-treino (mmol/L)	Pós-treino (mmol/L)	Diferença de Lactato (mmol/L)
1	3,0	9,8	6,8
2	2,0	7,7	5,7
3	2,5	12,1	9,6
4	2,2	8,9	6,7
5	2,2	15	13,2
6	1,7	14,9	13,2

Tabela 3: Tabela 1: Quantidade de chutes, tempo de coleta e diferença de concentração de lactato para cada atleta.

Atleta	Quantidade de chutes	Tempo de coleta (s)	Diferença de Lactato (mmol/L)
1	45	58	6,8
2	57	77	5,7
3	42	43	9,6
4	43	53	6,7
5	60	57	13,2
6	52	63	13,2

Tabela 4: Matriz de correlação de Pearson.

Variáveis	Quantidade de chutes	Tempo de coleta (s)	Diferença de lactato (mmol/L)
Nº de chutes	1	0,67	0,39
Tempo de coleta	0,67	1	-0,23
Diferença de lactato	0,38	-0,23	1

4. DISCUSSÃO

Conforme um estudo realizado por Astrand *et al.* (1960) as exercícios realizados em alta intensidade estão associadas a um aumento contínuo do lactato até a exaustão. Quando esses valores encontram-se superiores a 4-6 mM (Weltman E Reagan, 1983), o desempenho de exercícios realizados são prejudicados consideravelmente.

Em elevados níveis, o lactato é um fator limitante da performance e mostra-se necessário para identificar limiares de treinamento e a zona de transição metabólica do atleta. Além disso, a concentração de lactato deve ser considerada na prescrição de treinamentos individualizados e específicos a fim de gerar adaptações fisiológicas que possam, melhorar os índices de performance do atleta e retardar a fadiga, assim como, aumentar a tolerância aos altos níveis de lactato atingidos durante a competição de taekwondo (Lystard; Pollard; Graham, 2009). Os atletas que apresentam elevada capacidade aeróbia tendem a ter um valor inferior de lactato sanguíneo em qualquer tipo de atividade. Um estudo feito por AMORIM *et al.* (1994) analisou o treinamento contínuo de lutadores de judô com duração de 1 hora e 30 minutos encontraram picos de concentração de lactato de $7,4 \pm 3,0$ mM e em treinamento intermitente com o mesmo tempo de $6,9 \pm 2,8$ mM, demonstrando o grande ênfase do treinamento anaeróbio láctico no judô.

Os testes realizados permitiram identificar que os atletas submetidos a esse estudo apresentaram uma diferença significativa na concentração de lactato pré e pós coleta. Em um estudo desenvolvido por Heller *et al.* (1998) foram encontrados valores de pico de concentração de lactato em torno de 11,4 mmol/L-1 no sangue após 143 segundos de luta. Estes valores corroboram com os resultados obtidos em estudo similar realizados por Stegmann, Kindermann, Schnabel, (1981). Altas concentrações de lactato sanguíneo são observadas ao final de competições, revelando a alta intensidade do exercício, uma vez que existe a ausência do estado estacionário, exigindo uma maior demanda energética, ultrapassando os limites do metabolismo aeróbio e solicitando a via de glicólise anaeróbia (Heller *et al.*, 1998).

Por meio desse trabalho, observou-se que a maioria dos atletas que apresentaram uma elevada diferença de concentração de lactato, executaram um maior número de chutes por intervalo de tempo. Com exceção do atleta 4, que apresentou uma menor diferença de concentração e executou cerca de um chute a cada 1,23 segundos.

Além disso, de acordo com os resultados do teste estatístico de correlação, o número de chutes apresentou um coeficiente de correlação fraco quando comparado com a diferença de lactato. Tal ocorrência pode significar que a limitação para prosseguir com a coleta, encontrada pelo atleta, esteja ligada a outros fatores que não estejam relacionados, exclusivamente, com a fadiga muscular, uma vez que todos chegaram a um nível de fadiga periférica subjetiva, a exaustão.

A diferença de concentração de lactato em atletas de taekwondo deve-se ao fato de que os gestos motores executados durante a coleta são caracterizados como movimentos repetidos e de elevada potência muscular, contribuindo para um aumento exponencial nas concentrações de lactato durante as lutas, principalmente em atletas que não apresentam elevados valores de capacidade aeróbia.

Para este trabalho, foi exigido que o atleta estivesse na mesma posição, sem grandes variações, e mantivesse a potência do chute como em competição, ou seja, próximo da máxima. Apesar do lactato muscular ser considerado um indutor essencial de fadiga, devido a sua relação com o surgimento de acidose metabólica (Roberts E Smith, 1989), durante a competição fatores como: estresse, motivação, tática e o nível do rival, influenciam diretamente no resultado.

5. CONCLUSÃO

Com base na literatura e no referencial teórico, este estudo nos mostrou que apesar do atleta chutar até a sensação subjetiva de exaustão, não se pode afirmar que o mesmo alcançou o estado de fadiga, mostrando que a exaustão pode ter sido causada por outros fatores.

Por meio desse estudo, é possível concluir que a velocidade dos chutes e o tempo de coleta estão relacionados de forma direta com a concentração de lactato. Além disso, devido à grande potência dos golpes executados no esporte, os atletas apresentarão concentrações de lactato, antes e depois da coleta, estatisticamente diferentes, comprovando o que se esperava ao realizar esse trabalho.

Para os próximos trabalhos, seria interessante analisar a frequência cardíaca dos atletas, afim de tornar esse estudo cada vez mais completo, uma vez que o taekwondo requer altos níveis de condicionamento físico aeróbio e anaeróbio.

Os dados obtidos neste trabalho poderão auxiliar os treinadores na elaboração de exercícios de treinamento específicos para cada atleta, respeitando suas limitações físicas e metabólicas.

6. REFERÊNCIAS

- Bedolla AA. Selección de los contenidos para el desarrollo óptimo de la preparación física en competidores de Taekwondo. Lecturas: Educación Física y Deportes, Revista Digital, Buenos Aires; 2003.
- Brandão GC. et al. Análise de lactato sanguíneo coletados em atletas de judô mediante a realização de um teste específico e uma situação de luta. UNIAMERICA. Foz do Iguaçu, PR.
- Castañeda P. Análisis del trabajo de la resistencia especial como aspecto importante para el rendimiento competitivo en atletas de la selección nacional juvenil de Taekwondo. Tesis de Maestría - Instituto Superior de Cultura Física (ISCF), La Habana, 2001.
- Dipla K. et al. Fatigue resistance during high-intensity intermittent exercise from childhood to adulthood in males and females. European journal of applied physiology; 2009. 106(5): 645-653.
- Fargas I. Taekwondo alta competência. España: Comité Olímpico Español, 1995.
- Fife G. et al. Effects of olympic style taekwondo kicks on an instrumented head-form and resultant head injury measures. British Journal of Sports Medicine; 2012. 45(4): 318-319.
- Gonçalves M. Eletromiografia e a identificação da fadiga muscular. Revista Brasileira de Educação Física e Esporte; 2006. 20(5): 91-93.
- Hagberg H. Intracellular pH during ischemia in skeletal muscle: relationship to membrane potential, extracellular pH, tissue lactic acid and ATP. Pflügers Archiv; 1985. 404(4): 342-347.
- Heller J. et al. Physiological profiles of male and female taekwondo (ITF) black belts. Journal of Sports Sciences; 1998. 16(3): 243-249.
- Jacobs I. Blood lactate. Sports Medicine; 1986. 3(1): 10-25.
- Lystad RP.; Pollard H.; Graham PL. Epidemiology of injuries in competition taekwondo: A meta-analysis of observational studies. Journal of Science and Medicine in Sport; 2009. 12(6): 614-621.
- Stegmann H, Kindermann W, Schnabel A. Lactate Kinetics and Individual Anaerobic Threshold. International Journal of Sports Medicine; 1981. 2(3): 160-165.

7. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

8. ABSTRACT

In sports that have high-intensity exercise, such as taekwondo, it is common to observe a higher energy expenditure and considerable metabolic disturbances in muscle tissue, resulting in the accumulation of products in metabolism which may contribute to loss of muscle strength. Currently, the measurement of blood lactate has been used to measure the intensity of training, making it important for high performance sports. For a better performance of these athletes and a way to avoid muscle injuries, this study aims to analyze the relationship between the time of completion of the exercise, the lactate concentration and the level of exhaustion. For this, six taekwondo athletes were analyzed during the execution of specific activities until they reach exhaustion. During collection, the concentration of lactate was observed in two phases: before and after activities. As a result, it was observed that all the athletes showed an increase in lactate. However, it is believed that depletion is not solely a result of muscle fatigue, but due to other factors such as anaerobic and aerobic physical condition of the athlete.

9. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.