

# Alterações hematológicas e bioquímicas oriundas do treinamento de combate em atletas de Kung fu Olímpico

**Elisaldo Medes Cordeiro**<sup>1,2</sup>

prof.elisaldo@gmail.com

**André Luiz Marques Gomes**<sup>2,3</sup>

alm\_gomes@yahoo.com.br

**Marcelo Guimarães**<sup>1,2</sup>

marcelo.guimaraes@yahoo.com.br

**Sérgio Gregório da Silva**<sup>4</sup>

sergiogregorio@ufpr.br

**Estélio Henrique Martin Dantas**<sup>4</sup>

estelio@cobrase.org.br

<sup>1</sup>Universidade Salgado de Oliveira-RJ

<sup>2</sup>Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción - Paraguay

<sup>3</sup>Clube Regatas Fluminense

<sup>4</sup>Universidade Castelo Branco-RJ

Cordeiro EM, Gomes ANM, Guimarães M, Da Silva SG, Dantas EHM. Alterações hematológicas e bioquímicas oriundas do treinamento de combate em atletas de Kung fu Olímpico. *Fit Perf J.* 2007;6(4):255-61.

**RESUMO:** O presente trabalho investiga e discute o comportamento de variáveis hematológicas (de séries branca e vermelha) e bioquímicas de 20 indivíduos do gênero masculino, saudáveis, submetidos ao treinamento de combate do Kung fu Olímpico. Os resultados indicam que as variáveis hematológicas vermelhas pouco se modificaram perante o referido treinamento, embora uma pequena hemólise tenha sido demonstrada pelos exames laboratoriais, causando uma diferença estatisticamente significativa na concentração de hemoglobina corpuscular média CHCM ( $p=0,003$ ). Entretanto, os componentes hematológicos brancos se comportaram muito diferente dos anteriores, demonstrando uma leucocitose significativa ( $p=0,02$ ). Ficou evidenciado que os neutrófilos foram a subpopulação que mais teve aumento em seus níveis séricos ( $p=0,001$ ), sendo descritos em bastonetes ( $p=0,001$ ) e segmentados ( $p=0,001$ ). Os linfócitos, diferentemente, responderam com uma queda em seus níveis séricos ( $p=0,002$ ), semelhantemente aos eosinófilos ( $p=0,001$ ). Em contra partida, os componentes bioquímicos se apresentaram como os mais responsivos ao referido treinamento, em especial a CK que registrou um aumento de 78,23% ( $p=0,005$ ). Outros componentes como a creatinina ( $p=0,001$ ), as proteínas totais ( $p=0,022$ ), as globulinas ( $p=0,016$ ) e o ácido úrico ( $p=0,001$ ) registraram modificações significativas, onde todos estes componentes demonstraram um aumento significativo em suas concentrações, imediatamente após o treinamento. Sendo assim, conclui-se que o treinamento de combate do Kung fu Olímpico tem alta intensidade, gerando diversas respostas hematológicas e bioquímicas, embora as respostas hematológicas de série vermelha sejam modestas.

**Palavras-chave:** hematologia, bioquímica, kung fu.

**Endereço para correspondência:**

Rua S, 11 – Unamar – 28927-000 Cabo Rio - RJ

**Data de Recebimento:** Janeiro / 2007

**Data de Aprovação:** Maio / 2007

Copyright© 2007 por Colégio Brasileiro de Atividade Física Saúde e Esporte.

## ABSTRACT

### Hematological and biochemical alterations originating from the combat training in of Olympic Kung fu athletes

The present work investigates and discusses the behavior of hematological (of white and red series) and biochemical variables of 20 individuals' of the gender masculine, healthy, submitted to the combat training of Olympic Kung fu. The results indicate that the red hematological variables had little modifications before referred the training, although a small hemolysis has been demonstrated by the laboratorial exams, causing a significant statistical difference in the medium corpuscular hemoglobin concentration MCHC ( $p=0,003$ ). However, the white hematological components behaved very different from the previous ones, demonstrating a significant leukocytosis ( $p=0,02$ ). It was evidenced that the neutrophils was the subpopulation that had more increase in their serum levels ( $p=0,001$ ), being described in rod cells ( $p=0,001$ ) and segmented ( $p=0,001$ ). The lymphocytes differently answered with a fall in their serum levels ( $p=0,002$ ), likely to the eosinophils ( $p=0,001$ ). In against, the biochemical components came as the most responsive to the referred training, especially creatine kinase (CK) that registered an increase of 78,23% ( $p=0,005$ ). Other components, as the creatinine ( $p=0,001$ ), the total proteins ( $p=0,022$ ), the globulins ( $p=0,016$ ) and the uric acid ( $p=0,001$ ) registered significant modifications, where all these listed components above demonstrated a significant increase in their concentrations, immediately after the training. Being like this, it is ended that the combat training of Olympic Kung fu has high intensity, generating several hematological and biochemical answers, although the hematological answers of red series are modest.

**Keywords:** hematology, biochemistry, kung fu.

## INTRODUÇÃO

As artes marciais têm exercido influência marcante no ser humano há milênios<sup>1</sup>. Com a vinda de mestres destas modalidades marciais para o ocidente nas décadas de 20, 30, 40 e 50, foram conquistados adeptos nas mais diversas nações ocidentais<sup>1,2</sup>. Tendo em vista a grande expansão das artes marciais e a entrada de algumas destas no universo olímpico, a ciência do treinamento começa a estudar os efeitos fisiológicos e bioquímicos destas práticas no ser humano<sup>3</sup>. Em 2002, o kung fu chinês se tornou uma modalidade Olímpica, sendo então chamado de Kung fu Olímpico, ou simplesmente WUSHU<sup>4</sup>. O kung fu Olímpico possui um enorme leque de técnicas de combate, sendo que o combate do Kung fu Olímpico se chama Sanshou. As principais tendências do sanshou são: Chuan - técnicas de punho (socos), Bhu - técnicas de pernas (chutes) e Shuai - técnicas de arremessos (quedas)<sup>5,6</sup>.

A ciência do treinamento desportivo moderno lança mão de diversos meios para avaliação, prescrição e controle do treinamento<sup>7</sup>. Os testes não-invasivos dizem respeito à mensuração de valências e capacidades físicas, tais como força e flexibilidade, entre outros<sup>7</sup>. Entretanto, a investigação invasiva fornece importantes dados acerca das respostas orgânicas, subsidiando a tomada de decisão<sup>8</sup>. Sendo assim, para se alcançar resultados mais fidedignos a respeito dos efeitos do treinamento, é conse-

## RESUMEN

### Alteraciones hematológicas y bioquímicas oriundas del entrenamiento de combate en atletas de Kung fu Olímpico

El presente trabajo investiga y discute el comportamiento de variables hematológicas (de series blanca y roja) y bioquímicas de 20 individuos del género masculino, saludables, sometidos al entrenamiento de combate del Kung fu Olímpico. Los resultados indican que las variables hematológicas rojas poco se modificaron ante el referido entrenamiento, aunque una pequeña hemólisis haya sido demostrada por los exámenes laboratoriales, causando una diferencia estadísticamente significativa en la concentración de hemoglobina corpuscular media CHCM ( $p=0,003$ ). Sin embargo, los componentes hematológicos blancos se comportaron muy diferente de los anteriores, demostrando una leucocitosis significativa ( $p=0,02$ ). Quedó evidenciado que los neutrófilos fueron la subpoblación que más tuvo aumento en sus niveles séricos ( $p=0,001$ ), siendo descritos en bastonetes ( $p=0,001$ ) y segmentados ( $p=0,001$ ). Los linfocitos diferentemente respondieron con una caída en sus niveles séricos ( $p=0,002$ ), semelhanteramente a los eosinófilos ( $p=0,001$ ). Contra partida, los componentes bioquímicos se presentaron como los más responsivos al referido entrenamiento, en especial la CK que registró un aumento de 78,23% ( $p=0,005$ ). Otros componentes, como la creatinina ( $p=0,001$ ), las proteínas totales ( $p=0,022$ ), las globulinas ( $p=0,016$ ) y el ácido úrico ( $p=0,001$ ) registraron modificaciones significativas, donde todos estos componentes listados arriba demostraron un aumento significativo en sus concentraciones, inmediatamente tras el entrenamiento. Siendo así, se concluye que el entrenamiento de combate del Kung fu Olímpico tiene alta intensidad, generando diversas respuestas hematológicas y bioquímicas, aunque las respuestas hematológicas de serie roja seamos modestas.

**Palabras clave:** hematología, bioquímica, kung fu.

lhável utilizar técnicas invasivas, como exames de sangue, entre outros, buscando mensurar e interpretar dados hematológicos e bioquímicos<sup>9,10</sup>.

A mensuração de dados hematológicos e bioquímicos fornece muitas respostas a respeito da maneira como o treinamento está sendo interpretado pelos diversos sistemas, além de identificar apoptose e aumento na contagem de dadas células, sejam estas de série branca (leucócitos) ou vermelha (eritrócitos)<sup>11,12,13,14,15,16</sup>. Perante as informações ora citadas, o presente estudo teve por objetivo investigar as alterações hematológicas e bioquímicas oriundas de uma sessão de treinamento de combate no Kung fu Olímpico.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Participaram deste estudo 20 indivíduos do gênero masculino, atletas de Kung fu Olímpico com pelo menos um ano de experiência em competições, com registro na Associação Internacional Chan Lee Kung fu - RJ, vinculados à Federação de Kung fu do Estado do Rio de Janeiro. Os indivíduos possuíam idade de  $22,4 \pm 4,4$  anos, peso  $67,1 \pm 8,6$ kg, estatura  $170,7 \pm 5,3$ cm, percentual de gordura de  $10,4 \pm 3,3\%$ , saudáveis, que não apresentavam nenhum tipo de lesão ou doença oportunista por,

**Tabela 1 – Dados hematológicos série branca**

DADOS	INICIAL	FINAL	SIGNIFICÂNCIA (p)
Monócitos(%)	*6,000±1,940	*4,000±2,660	0,5903
Segmentados(%)	52,100±9,880	67,500±10,002	0,0000
Neutrófilos(%)	52,350±10,420	68,800±10,840	0,0000
Eosinófilos(%)	*1,000±1,40	*0,001±0,830	0,0015
Bastonetes(%)	*0,001±0,310	*0,001±1,410	0,0010
Leucócitos(1000/mm <sup>3</sup> )	*75600,000±2450,100	*8820,000±4307,900	0,0188
Linfócitos(%)	39,150±9,500	*13,620±13,620	0,0025

Resultados das células brancas nos momentos pré e pós o treinamento de combate de kung fu Olímpico. \*A mediana foi utilizada, coeficiente de variação superior 25%.

no mínimo, um mês antes do protocolo experimental, que não faziam uso de suplementação dietética, fármacos ou esteróides anabolizantes, além de características bioquímicas e hematológicas controladas. Os participantes foram informados sobre os procedimentos da experiência e os possíveis desconfortos associados ao estudo, no momento que assinaram o termo de consentimento para participação da pesquisa, conforme declaração de Helsinque<sup>17</sup>.

Para a coleta, acondicionamento, transporte, mensuração e análise dos dados bioquímicos e hematológicos, foi contratado um laboratório especializado. Os dados hematológicos coletados foram parâmetros hematológicos de série branca (leucócitos, linfócitos, eosinófilos, neutrófilos, sendo estes segmentados, bastonetes e totais e monócitos) e parâmetros hematológicos de séries vermelha (eritrócitos, hemoglobina, hematócrito, VG, VCM, HCM e CHCM). Os dados bioquímicos coletados foram lactato desidrogenase (LDH), glicose, creatinina, uréia, amônia, albuminas, creatino quinase (CK), proteínas totais, globulinas e ácido úrico.

Os indivíduos sofreram a primeira coleta às 6h, após um jejum de 12 horas, configurando o estado inicial dos atletas (pré-teste).

Após a primeira coleta, os atletas tiveram um desjejum elaborado por nutricionista, composto por uma maçã, uma banana, um sanduíche (pão fatiado com queijo e presunto), um iogurte pequeno e um refresco de guaraná. Tal desjejum foi elaborado de acordo com as necessidades do desporto. Uma hora após o desjejum, iniciou-se o treinamento. O protocolo aplicado ao kung fu Olímpico teve por base o treinamento de combate, seguindo como eixo norteador os estudos realizados por Guimarães *et al.*<sup>18</sup>, Cordeiro, Guimarães e Baptista<sup>5</sup>, além das diretrizes da International Wushu Federation (IWF)<sup>19,20</sup>. Os exercícios foram realizados até a falha concêntrica ou perda de controle dos movimentos, configurando uma alta intensidade. O protocolo se desenvolveu conforme abaixo:

Aquecimento: 10 minutos de corrida submáxima, uma série de flexões de braços com 15 a 25 repetições, uma série de abdominais com 40 a 50 repetições e alongamento por soltura;

1. Parte principal: Corrida intermitente (com variação de velocidade), sofrendo intervalos para a realização de: flexões de

braços, até a falha concêntrica; abdominais (variados), até acontecer a perda de eficácia; sessões de ataques específicos (XUANGFEIJAO, TENGKONG BALIAN, conforme IWF); golpes de punhos contra aparatos para este fim (luvas de foco); chutes contra aparatos para este fim (raquetes para chutes); e combate propriamente dito, totalizando 40min ininterruptos de treinamento específico sob o método de combate;

2. Realização da segunda coleta;

3. Volta à calma: trote suave durante 5min e alongamento estático por 5min, perfazendo 10min de volta à calma.

Com o intuito de evitar distorção nos dados hematológicos e bioquímicos causados pela desidratação, no decorrer de todo o protocolo houve a oferta de água, sendo oferecidos 250ml a cada 15 minutos de treinamento.

Após as coletas e análise do sangue, os dados hematológicos e bioquímicos foram analisados pelo teste t de student, onde comparou-se as médias dos momentos pré e pós-treinamento.

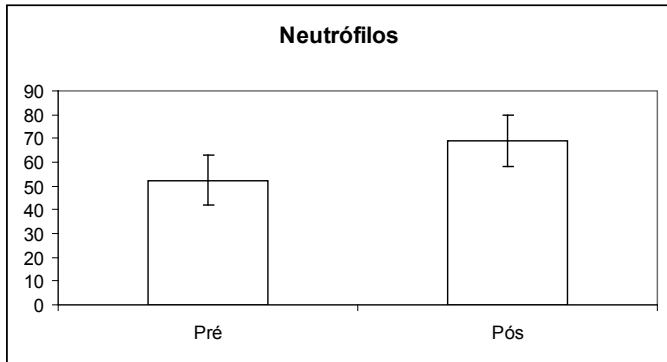
## RESULTADOS

Os parâmetros hematológicos de série branca (tabela 1) apresentaram modificações bem distintas, inclusive intra-grupo. Seguindo as orientações de Shimakura<sup>21</sup> a média foi substituída pela mediana nos casos em que o coeficiente de variação apresentou percentual acima de 25%.

Os neutrófilos, sejam estes os segmentados ou bastonetes, responderam com aumentos significativos, demonstrando que o referido treinamento verdadeiramente altera a contagem destas células (gráfico 1). Segundo Vaisberg & Rosa<sup>16</sup> e Leandro *et al.*<sup>22</sup>, este aumento considerável acontece muitas vezes à saída destas células dos tecidos periféricos para a circulação sanguínea. Shephard<sup>23</sup> afirma que tal situação se dá por ação de hormônios, como o cortisol. É provável que no presente estudo tal situação tenha ocorrido.

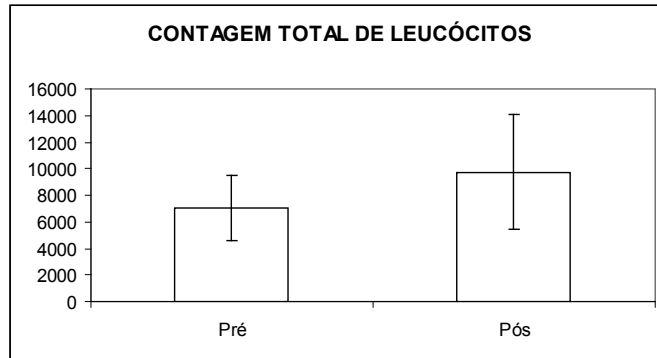
Os eosinófilos sofreram redução em sua contagem total, cerca de 60%. Estas células se apresentam em número bastante reduzido na corrente sangüínea, sendo atraídos para o interior dos tecidos (inclusive muscular) por quimiotaxia decorrente de

**Gráfico 1 – Resposta dos neutrófilos**



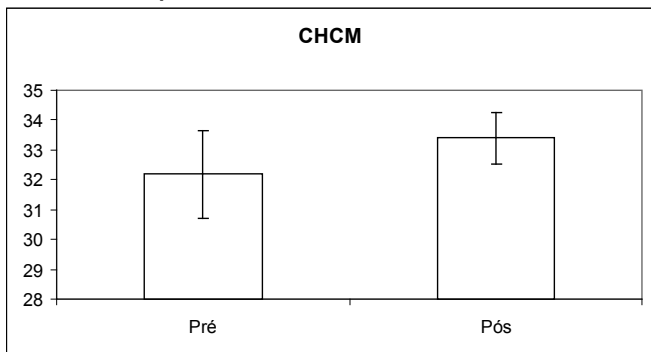
Representação gráfica da resposta dos neutrófilos ao treinamento de combate do kung fu Olímpico

**Gráfico 2 – Resposta dos leucócitos ao treinamento**



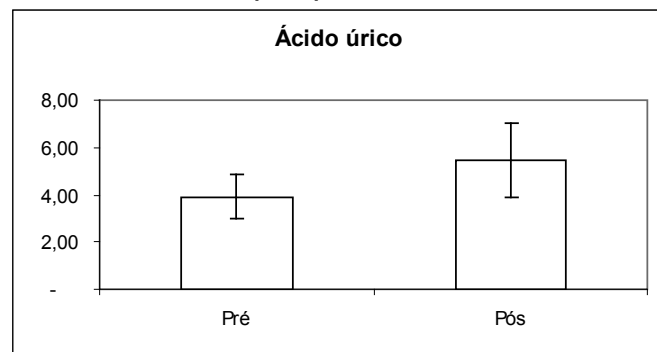
Representação gráfica da contagem total de leucócitos nos momentos pré e pós-treinamento

**Gráfico 3 – Respostas do CHCM**



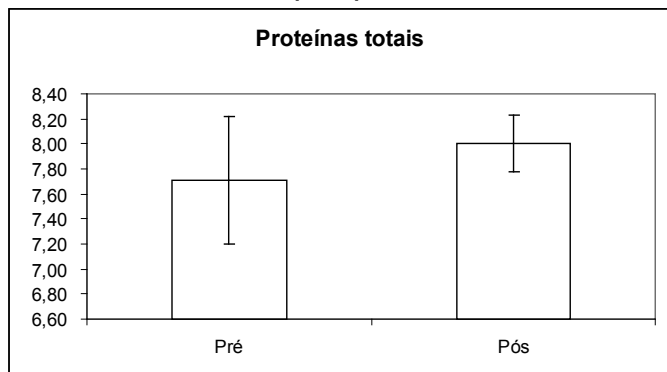
Representação gráfica das respostas do CHCM ao treinamento de combate do Kung fu Olímpico nos momentos pré e pós-treinamento

**Gráfico 4 – Ácido úrico pré e pós-treinamento**



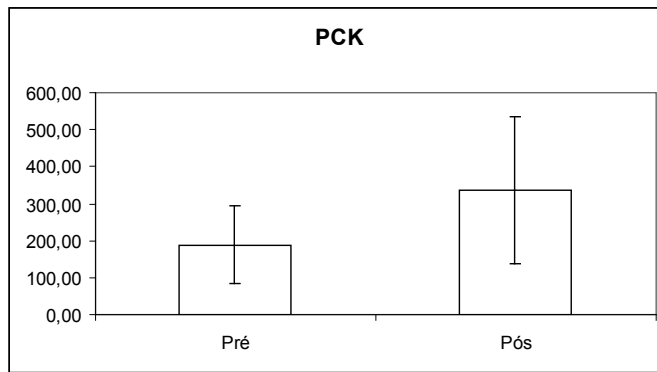
Representação gráfica do comportamento do ácido úrico entre os momentos pré e pós-treinamento

**Gráfico 5 – Proteínas totais pré e pós-treinamento**



Representação gráfica do comportamento das proteínas totais entre os momentos pré e pós-treinamento

**Gráfico 6 – CK pré e pós-treinamento**



Representação gráfica do comportamento da CK entre os momentos pré e pós-treinamento

lesão e/ou inflamação<sup>16,23</sup>. Sendo assim, é muito provável que o extravasamento de substâncias do sarcoplasma tenha promovido a penetração destas células no tecido músculo-esquelético, diminuindo sua concentração sérica que, aliás, já era reduzida antes, tornando-se assim ainda menor. É possível que a magnitude desta penetração de eosinófilos no interior dos músculos esteja na dependência da intensidade do exercício<sup>14</sup>.

Os exercícios do treinamento de combate promoveram ainda uma queda significativa na contagem total de linfócitos. Esta queda chegou a 30,65%, demonstrando que o referido treinamento influenciou marcadamente na contagem destas

células. Estudos realizados com ratos, conduzidos por Leandro *et al.*, demonstraram que a apoptose de linfócitos pode ser amenizada por exercícios moderados de caráter aeróbico<sup>22</sup>. Entretanto, no presente estudo, os exercícios tiveram caráter predominantemente anaeróbico e de alta intensidade. Tal situação promoveu uma queda na contagem de linfócitos que, provavelmente, tenha sido gerada pelas secreções aumentadas de cortisol e catecolaminas<sup>12,24,25</sup>. Alguns estudiosos afirmam que, após exercícios vigorosos, estas células podem ter uma diminuição na ordem de 30% a 50% abaixo dos níveis basais,

permanecendo assim por até 6 horas<sup>23,26</sup>. Tal afirmação corrobora os achados deste estudo.

Por fim, é interessante observar as respostas totais das células brancas, via contagem de leucócitos. Em resposta ao treinamento de combate do kung fu Olímpico foi observada uma leucocitose significativa (gráfico 2).

Segundo Tate *et al.*<sup>15</sup>, os neutrófilos são o subtipo de leucócitos que mais aumenta no plasma em resposta ao treinamento, sendo um dos maiores responsáveis pela leucocitose oriunda do exercício. Os monócitos, embora não tenham sido estatisticamente significativos, também sofreram aumentos que, na contagem total, podem ter influenciado o aumento de leucócitos. Com base nestas observações, e apoiados nos estudos de Nascimento *et al.*<sup>11</sup> e Shephard<sup>23</sup>, pode-se observar que a leucocitose oriunda do treinamento de combate no Kung fu Olímpico sugere que a intensidade tem relação direta com a saída de neutrófilos dos tecidos periféricos e sua entrada na circulação sanguínea, contribuindo assim para uma leucocitose significativa. Todavia, as respostas hematológicas das células vermelhas tiveram comportamento muito diferente das células brancas (tabela 2), tendo em vista que os valores médios dos componentes hematológicos de série vermelha pouco se alteraram, e apenas um se mostrou significativamente altera-

do (o CHCM ou concentração da hemoglobina corpuscular média)<sup>28,29,30</sup>. Entretanto, os resultados demonstram que o treinamento causou um desequilíbrio sobre a relação eritrócito/hemoglobina, causando uma diferença estatisticamente significativa neste parâmetro (gráfico 3).

O aumento da concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) pode ter relação direta com a lesão de eritrócitos e concomitante liberação de hemoglobina do interior da célula lesada<sup>26</sup>.

Zoppi *et al.*<sup>31</sup> afirmam que cerca de 2 a 5% de todo o oxigênio (O<sub>2</sub>) que se consome durante o dia se torna espécies reativas O<sub>2</sub> (EROs). Os mesmo autores afirmam ainda que o exercício aumenta o consumo máximo de O<sub>2</sub> em até 20 vezes, e que este aumento, influencia diretamente a formação de EROs, elevando também estes valores, e mais, a geração de EROs está diretamente ligada ao volume e a intensidade do exercício. Ainda segundo Zoppi *et al.*<sup>31</sup>, as EROs podem lesar e mesmo destruir algumas células. As afirmativas ora citadas podem ser parte das respostas que o presente estudo busca, na medida em que o exame hematológico sobre a relação eritrócitos/hemoglobina sofreu modificações significativas (CHCM). Tais alterações podem estar atadas à morte de eritrócitos (ainda que em pequena proporção) por conta da

**Tabela 2 – Dados hematológicos das células vermelhas**

DADOS	INICIAL (Média)	FINAL (Média)	Significância (p)
Eritrócitos(milhões/mm <sup>3</sup> )	5,02±0,39	4,96±0,26	0,5780
Hemoglobina(g/dl)	14,48±1,59	14,73±1,17	0,5670
Hematócrito(%)	45,00±4,43	44,05±2,99	0,4320
VG(u <sup>3</sup> )	0,89±0,02	0,88±0,02	0,2560
VCM(%)	89,53±2,42	89,34±1,29	0,7580
HCM(%)	28,81±1,46	29,67±1,25	0,0502
CHCM(%)	32,18±1,48	33,39±0,87	0,0030

Resultados das células brancas nos momentos pré e pós o treinamento de combate de kung fu Olímpico.

**Tabela 3 – Dados bioquímicos**

DADOS	INICIAL	FINAL (Média)	SIGNIFICÂNCIA (p)
LDH(mg/dl)	162,950±38,780	156,400±26,140	0,534
GLICOSE(mg/dl)	79,530±10,030	73,780±9,160	0,065
CREATININA(mg/dl)	1,200±0,170	1,430±0,140	0,000
URÉIA(μml/l)	*36,000±8,900	34,060±6,650	0,707
AMÔNIA(μml/l)	*20,000±11,940	*49,000±17,220	0,596
ALBUMINAS(g/l)	4,790±0,340	4,740±0,190	0,059
PCK(u/l)	*157,000±104,120	*218,000±198,090	0,005
PROTEÍNAS TOTAIS(g/l)	7,710±0,510	8,010±0,220	0,022
GLOBULINAS(g/l)	2,920±0,550	3,260±0,270	0,016
ÁCIDO ÚRICO(mg/dl)	3,910±0,950	*7,500±1,560	0,000

Resultados bioquímicos nos momentos pré e pós o treinamento de combate de kung fu Olímpico. \*A mediana foi utilizada, coeficiente de variação superior 25%.

grande quantidade de EROs gerada pela alta intensidade do treinamento, colaborando com o aumento da hemoglobina livre<sup>31,32</sup>.

Segundo Shaskey e Green<sup>14</sup>, quando lesados os eritrócitos liberam seu conteúdo (hemoglobina). Observando a tabela 2 pode-se notar que os percentuais de queda dos eritrócitos são muito próximos dos percentuais de aumento da hemoglobina. Tal situação evidencia a possível razão pela qual o CHCM se mostrou significativamente alterado.

No que diz respeito aos marcadores bioquímicos, a LDH, a glicose, a amônia e as albuminas não demonstraram alterações significativas perante o referido treinamento, quando avaliadas segundo o teste t de student (tabela 3).

Com base nos estudos de Silveira & Denada<sup>33</sup>, a diminuição dos níveis séricos de glicose era algo esperado dentro do modelo de treinamento proposto. Todavia, tal diminuição não se mostrou significativa. É provável que esta situação tenha sido gerada pelo jejum (café-da-manhã) proposto, uma vez que tal jejum foi elaborado especificamente para o treinamento utilizado neste estudo.

A creatinina é o resultado do acúmulo de creatina intramuscular, ou seja, quanto maior a doação do fosfato inorgânico (Pi) na quebra de ATP, maiores serão as quantidades de creatina livre intramuscular<sup>34,35</sup>. Esta creatina, quando desidratada, torna-se creatinina<sup>35</sup>. No presente estudo este marcador bioquímico sofreu alterações significativas. As moléculas de ADP, oriundas da liberação de energia do ATP durante o treinamento, foram hidrolisadas se convertendo em AMP<sup>34,35</sup>. O AMP sofre uma desaminação pela enzima adenilato desaminase, gerando amônia e inosina monofosfato (IMP), que tem grande facilidade para se difundir rapidamente no músculo, gerando um acúmulo desta, ocasionando uma segunda via de metabolização, formando a inosina, hipoxantina, xantina e, por fim, ácido úrico<sup>36,37,38</sup>. Esta situação provavelmente contribuiu para o aumento também significativo dos níveis séricos de ácido úrico registrados neste estudo, sendo este aumento de 39,39% do momento pré-treinamento para o momento pós-treinamento, conforme pode ser observado no gráfico 4.

As proteínas totais sofreram um aumento significativo na ordem de 3,89%, demonstrando que o treinamento de alta intensidade promove modificações no comportamento das proteínas séricas, conforme estudos realizados por Luciano & Melo<sup>39</sup> (gráfico 5). Tal situação talvez se deva à grande intensidade do treinamento, promovendo uma liberação de proteínas para catabolismo, em reação ao cortisol que, provavelmente, se elevou. Ou ainda, segundo Santos *et al.*<sup>32</sup>, a alta sobrecarga do treinamento pode ter inibido a síntese de glutamina pela queda parcial da atividade da enzima glutamina-sintetase, promovendo então o acúmulo de glutamato. Somando-se ao exposto, observa-se ainda, segundo os mesmos autores, que o treinamento com grande sobrecarga pode acarretar o catabolismo protéico que, possivelmente, aumenta a concentração plasmática de gluta-

mato oriunda dos aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA), em especial a leucina<sup>40</sup>.

As globulinas demonstram um aumento estatisticamente significativo, sendo que tal situação, provavelmente, se deve à necessidade aumentada de transporte de nutrientes para a geração de energia e ressíntese desta<sup>41</sup>. Logo, os processos de transporte celular tendem a aumentar sua velocidade conforme a demanda<sup>35</sup>.

Dentre os marcadores bioquímicos investigados neste trabalho, o que mais sofreu alterações foi a CK (gráfico 6). Este marcador apresentou um aumento significativo de 78,23%.

Segundo Barbosa *et al.*<sup>9</sup>, a CK é um dos marcadores bioquímicos mais indicados para mensuração do nível de agressão músculo-esquelética. Os mesmos autores afirmam que elevadas concentrações plasmáticas deste marcador indicam que houve extensa lesão do tecido muscular. Todavia, a CK está diretamente ligada ao volume e à intensidade do exercício<sup>40,42</sup>. Outro fator que pode ter induzido tal aumento seria o próprio combate, uma vez que o combate no Kung fu Olímpico é de contato, sendo necessário que o golpe realmente acerte o adversário<sup>6,18,19</sup>. Tal situação pode ter contribuído para o aumento deste marcador bioquímico. Partindo da premissa que os membros inferiores são alvos de potentes chutes, que são direcionados em especial às coxas (e em menor proporção às pernas), estes golpes podem ser desferidos tanto medial quanto lateralmente e são efetuados com a face anterior da tíbia, configurando um impacto danoso aos músculos mediais (adutores) e laterais (vasto lateral)<sup>18</sup>.

Como o exercício se apresenta como estresse, sendo este mecânico, fisiológico e, muitas vezes, psicológico<sup>43</sup>, os danos causados por um e outro se alternam em situações diversas. As quantidades de CK, proteínas, globulinas e ácido úrico encontradas neste estudo evidenciam a presença de estresse mecânico e fisiológico gerado pelas lesões musculares oriundas de várias contrações sucessivas, bem como pelos impactos oriundos do *sanshou*, o combate do Kung fu Olímpico<sup>9,44</sup>.

## CONCLUSÃO

---

Conforme o objetivo proposto pelo presente estudo, observou-se que o treinamento de combate do Kung fu Olímpico causou alterações nos parâmetros hematológicos e bioquímicos nos atletas avaliados. Assim, observou-se que nos exames hematológicos as células de série branca são bons marcadores da intensidade do exercício, porém, as de série vermelha não se apresentaram adequadas para este fim. Por outro lado os marcadores bioquímicos (creatinina, CK, proteínas totais, globulinas e ácido úrico) se apresentaram como bons preditores da intensidade do exercício de combate para os praticantes de kung fu Olímpico, fornecendo informações importantes acerca dos efeitos fisiológicos deste treinamento.

Recomenda-se que novos estudos venham a ser realizados com outros praticantes de Kung fu Olímpico, inclusive de outros estados, estabelecendo n maiores, para que possam ser estudados tanto os praticantes de combate (Sanshou) quanto os praticantes de formas (Tao lu). E, por fim, recomenda-se que o gênero feminino venha a ser estudado também, de maneira que se possam criar os perfis hematológico e bioquímico para esta população, visando um referencial para a saúde e performance.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jones GW, Mackay KS, Peters DM. Participation motivation in martial artists in the west midlands region of England. *J Sports Sci & Med.* 2006; 5 (Combat Sports Special Issue (CSSI)):28-34.
2. Wong RSK, Thung JS, Pieter W. Mood and performance in young Malaysian karateka. *J Sports Sci & Med.* 2006; 5 (Combat Sports Special Issue (CSSI)):54-9.
3. Aziz AR, Tan B, Teh KC. Physiological responses during matches and profile of elite pencak silat exponents. *J Sports Sci & Med.* 2002(1):47-155.
4. FKFERJ. Regras internacionais de arbitragem do Kung fu. Rio de Janeiro; 2001.
5. Cordeiro EM, Guimarães M, Baptista MR. Flexibility in wushu pratitioners: A comparison between static method and method of facilitation neuro-proprioceptiv. *The FIEP Boulletin.* 2007;77(Special Edition):112-5.
6. Hirata DS, Del Vecchio FB. Preparação física para lutadores de sanshou: proposta baseada no sistema de periodização de Tudor O. Bompá. *Revista Movimento e Percepção.* 2006;6(8):2-17.
7. Dantas EHM. A prática da preparação física. 5ª ed. Rio de Janeiro: Shape; 2003.
8. Gleeson M. Biochemical and immunological markers of overtraining. *J Sports Sci & Med.* 2002;1:31-41.
9. Barbosa TM, Magalhães PM, Lopes VP, Neuparth M, Duarte JA. Comparação da variação da atividade neuromuscular, da creatina quinase e da força isométrica máxima voluntária entre dois protocolos exaustivos e inabituais. *Revista Portuguesa de ciências do desporto.* 2003;3(1):7-15.
10. Tyler-McGowan CM, Golland LC, Evans DL, Hodgson DR, Rose RJ. Haematological and biochemical responses to training and overtraining. *Equine Vet J Suppl.* 1999;30:621-5.
11. Nascimento E, Cavalcante T, Pereira S, Palmeira A, Rocha C, Viana MT, *et al.* O exercício físico crônico altera o perfil leucocitário e a taxa de fagocitose de ratos estressados. *Revista portuguesa de ciências do desporto.* 2004;4(3):26-33.
12. Nieman DC. Immune response to heavy exertion. *J Appl Physiol.* 1997;82(5):1385-94.
13. Petersen AMW, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol.* 2005;98:1154-62.
14. Shaskey DJ, Green GA. Sports haematology. *Sports Med.* 2000;29(1):27-38.
15. Tate DB, Schuller PB, Pruet S. Efectos agudos del ejercicio máximo y del estrés por calor sobre la actividad de las células nk. *PubliCE Standard* [acesso em 2007 ago 27]. Artículo Pid: 646; [1 tela]. Disponível em: <http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Articulo.asp?Ida=646>.
16. Vaisberg MW, Rosa LFPBC. Influência do exercício na resposta imune. *Rev bras med esporte.* 2002;8(4):167-72.
17. Helsink. Declaration of Helsinki (1964). *Br Med J.* 1996;313:1117.
18. Guimarães M, Cordeiro EM, Baptista MR, Dantas EHM. Effect of training pliometric in sanshou practioners. *The FIEP Boulletin.* 2007;77 (Special Edition):81-4.
19. Alves MVF. Regulamento de sanshou versão 2003: tradução e adaptação diretoria técnica de sanshou da CBKW. Confederação Brasileira de Kung fu Wushu; 2003.
20. IWUF. Rules for international wushu tao lu competition (trial version 2007). International Wushu Federation [acesso em 2007 ago 27]. [1 tela]. Disponível em: <http://www.iwuf.org/Rules/taolu.htm>.
21. Shimakura SE. Coeficiente de variação. Laboratório de Estatística e Geoinformação da Universidade Federal do Paraná [acesso em 2007 ago 27]. [1 tela]. Disponível em: <http://www.est.ufpr.br/~silvia/CE055/node26.html>.
22. Leandro C, Nascimento E, Manhães-de-Castro R, Duarte JA, Castro CMMB. Exercício físico e sistema imunológico: mecanismos e integrações. *Revista portuguesa de ciências do desporto.* 2002;2(5):80-90.
23. Shephard RJ. Actividad física y sistema inmunologico. *PubliCE Standard* [acesso em 2007 ago 27]. Artículo Pid: 582; [1 tela]. Disponível em: <http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Articulo.asp?Ida=582>.
24. Farias MG, Castro SM. Diagnóstico laboratorial das leucemias linfóides agudas. *J bras patol med lab.* 2004;40(2):91-8.
25. Malcovati L, Pascutto C, Cazzola M. Hematologic passport for athletes competing in endurance sports: a feasibility study. *Haematologica.* 2003;88:570-81.
26. Crespilho DM, Pauli JR, Leite JAC, Luciano E. Efeitos do treinamento físico sobre aspectos metabólicos e imunológicos em ratos administrados com dexametasona. *Bioscience Journal.* 2006;22(2):109-18.
27. Tauler P, Sureda A, Cases N, Aguilo A, Rodriguez-Marroyo JA, Villa G, *et al.* Increased lymphocyte antioxidant defences in response to exhaustive exercise do not prevent oxidative damage. *J Nutr Biochem.* 2006;17(10):665-71.
28. Oliveira GLV, Mendiburu CF, Bonni-Domingos CR. Avaliação do perfil hematológico de portadores de talassemia alfa provenientes das regiões sudeste e nordeste do Brasil. *Rev bras hematol hemoter.* 2006;28(2):105-9.
29. Osório MM. Fatores determinantes da anemia em crianças. *J pediatr.* 2002;74(4) 269-78.
30. Warrington G, Ryan C, Murray F, Duffy P, Kirwan JP. Physiological and metabolic characteristics of elite tug of war athletes. *Br J Sports Med.* 2001;35(6):396-401.
31. Zopp CC, Antunes Neto J, Castanho FO, Goulart LF, Moura NM, Macedo DV. Alterações em biomarcadores de estresse oxidativo, defesa antioxidante e lesão muscular em jogadores de futebol durante uma temporada competitiva. *Rev paul educ fis.* 2003;17(2):119-30.
32. Santos RVT, Caperuto EC, Rosa LFBP. Efeitos do aumento na sobrecarga de treinamento sobre parâmetros bioquímicos e hormonais em ratos. *Rev bras med esporte.* 2006;12(3):145-9.
33. Silveira LR, Denadai BS. Efeito modulatório de diferentes intensidades de esforço sobre a via glicolítica durante o exercício contínuo e intermitente. *Rev paul educ fis.* 2002;16(2):186-97.
34. Hargreaves M. Fatores metabólicos na fadiga. *Gatorade Sports Science Institute.* 2006;47:1-6.
35. Santos MG, Dezan VH, Sarraf TA. Bases metabólicas da fadiga muscular aguda. *Rev bras ciênc mov.* 2003;11(1):7-12.
36. Koury JC, Donangelo CM. Zinco, estresse oxidativo e atividade física. *Rev nutr.* 2003;16(4) 433-41.
37. Lindner A, Signorini R, Brero L, Arn E, Mancini R, Enrique A. Effect of conditioning horses with short intervals at high speed on biochemical variables in blood. *Equine Vet J Suppl.* 2006(36):88-92.
38. Waagepetersen HS, Sonnewald Y, Larsson OM, Schouboe A. A possible role of alanine for ammonia transfer between astrocytes and glutamatergic neurons. *J Neurochem.* 2000;75(2):471-9.
39. Luciano E, Mello MAR. Atividade física e metabolismo de proteínas em músculo de ratos diabéticos experimentais. *Rev paul educ fis.* 1998;12(2):202-9.
40. Batista M, Rodrigues CJO. Alterações metabólicas. *J bras nefrol.* 2004;26(3):15-9.
41. Gomes MR, Rogero MM, Tirapegui J. Considerações sobre cromo, insulina e exercício físico. *Rev bras med esporte.* 2005;11(5):262-6.
42. Bertuzzi RCM, Franchini E, Kiss MAPD. Fadiga muscular aguda: uma breve revisão dos sistemas fisiológicos e suas possíveis relações. *Motriz.* 2004;10(1):45-54.
43. Billat LV, Slawinski J, Bocquet V, Demarle A, Lafitte L, Chassaing P, *et al.* Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen uptake enables subjects to remain at maximal oxygen uptake for a longer time than intense but submaximal runs. *Eur J Appl Physiol.* 2000;81:188-96.
44. Paiva RS. Overtraining, possíveis marcadores de estresse e o processo de dessensibilização. *Movimento & Percepção.* 2005;5(6):118-28.