

A TERMOGRAFIA NO APOIO AO DIAGNÓSTICO DE LESÃO MUSCULAR NO ESPORTE



ARTIGO ORIGINAL

THE THERMOGRAPHY IN SUPPORT FOR DIAGNOSIS OF MUSCLE INJURY IN SPORT

LA TERMOGRAFÍA EN EL APOYO AL DIAGNÓSTICO DE LESIÓN MUSCULAR EN EL DEPORTE

Fábio Bandeira (Educador Físico)¹
Eduardo Borba Neves
(Fisioterapeuta)¹
Marcos Antonio Muniz de Moura
(Engenheiro Elétrico)¹
Percy Nohama
(Licenciado em Eletrônica)¹

1. Universidade Federal
Tecnológica do Paraná - UTFPR

Correspondência:

Eduardo Borba Neves.
Rua Marquês do Paraná 418, apto
104, Água Verde. 80620-210 –
Curitiba, PR, Brasil.

RESUMO

Introdução: O rúgbi é um dos esportes que mais ocasionam lesões. A lesão muscular apresenta uma variação térmica localizada, provocando um acréscimo da temperatura local que supostamente pode ser avaliado por meio da mensuração da temperatura. **Objetivo:** O objetivo deste estudo foi analisar a correlação entre a variação de temperatura da pele em diversos sítios corporais e a variação da CK, em dois momentos do ciclo de atividades dos atletas profissionais de rúgbi, para, dessa forma, avaliar a utilização da termografia como método de apoio ao diagnóstico de lesões musculares. **Métodos:** Participaram deste estudo, 21 atletas de rúgbi do sexo masculino com idade entre 19 e 31 anos, de um clube profissional de nível nacional. Foram realizadas coletas de sangue para avaliar a concentração sérica de CK e a aquisição da imagem infravermelha dos atletas (48 h pós-treino e 48 h pós-jogo) para avaliação da temperatura da pele nos músculos de interesse. Foram realizadas imagens do tronco e das coxas, nas incidências anterior e posterior. A análise dos termogramas foi realizada de forma sistemática. **Resultados:** Não houve correlação entre a variação da CK e a variação de temperatura média das áreas dos músculos selecionados. Entretanto, no grupo de atletas que apresentaram elevação da CK superior a 50% entre o primeiro e o segundo momento de avaliação, os músculos peitoral esquerdo e semitendíneo esquerdo apresentaram diferenças significativas com valor de *p* de 0,037 e 0,045, respectivamente. **Conclusões:** Pode-se concluir que a termografia pode ser utilizada como método de apoio ao diagnóstico de lesão muscular em atletas.

Palavras-chave: Rúgbi. Termografia. Creatina quinase. Diagnóstico.

ABSTRACT

Introduction: Rugby is one of the sports that cause more injuries. Muscle injury presents a localized thermal variation, causing an increase in local temperature which supposedly can be assessed by measuring the temperature. **Objective:** The aim of this study was to analyze the correlation between the changes in skin temperature at various body sites and the variation of CK, at two-cycle activities of professional rugby athletes, to thereby evaluate the use of thermography as a method to support the diagnosis of muscle injuries. **Methods:** The study included 21 male rugby athletes aged between 19 and 31 years from a professional club nationwide. Blood samples were taken to assess serum CK and the acquisition of infrared image of athletes (48 h post-workout and 48 h post-game) for evaluation of skin temperature over the muscles of interest. Images in anterior and posterior view of the trunk and thighs were performed. The analysis of the thermograms was conducted systematically. **Results:** There was no correlation between the change in CK and the average temperature variation of selected muscles. However, in the group of athletes who experienced an elevation of CK greater than 50% between the first and second assessment, the left pectoralis and the left semitendinosus muscles showed significant differences with *p*-values of 0.037 and 0.045, respectively. **Conclusions:** It can be concluded that thermography can be used as a method of support for diagnosis of muscle injury in athletes.

Keywords: Rugby. Thermography. Creatine kinase. Diagnosis.

RESUMEN

Introducción: El rúgbi es uno de los deportes que más ocasionan lesiones. La lesión muscular presenta una variación térmica localizada, provocando un incremento de la temperatura local que supuestamente puede ser evaluado por medio de la medición de la temperatura. **Objetivo:** El objetivo de este estudio fue analizar la correlación entre la variación de temperatura de la piel en diversos sítios corporales y la variación de la CK, en dos momentos del ciclo de actividades de los atletas profesionales de rúgbi para que, de esa forma, se evalúe el uso de la termografía como método de apoyo al diagnóstico de lesiones musculares. **Métodos:** Participaron en este estudio 21 atletas de rúgbi de sexo masculino con edad entre 19 y 31 años, de un club profesional de nivel nacional. Fueron realizadas colectas de sangre para evaluar la concentración sérica de CK y la adquisición de la imagen infrarroja de los atletas (48 horas después del entrenamiento y 48 horas después del partido) para evaluación de la temperatura de la piel en los músculos de interés. Fueron realizadas imágenes del tronco y de los muslos, en las incidencias anterior y posterior. El análisis de los termogramas fue realizado de forma sistemática. **Resultados:** No hubo correlación entre la variación de la CK y la variación de temperatura media de las áreas de los músculos seleccionados. Entretanto,

en el grupo de atletas que presentaron elevación de la CK superior a 50% entre el primero y el segundo momento de evaluación, los músculos pectoral izquierdo y semitendíneo izquierdo presentaron diferencias significativas con valor de *p* de 0,037 y 0,045, respectivamente. Conclusiones: Se puede concluir que la termografía puede ser utilizada como método de apoyo para el diagnóstico de lesión muscular en atletas.

Palabras clave: Rugby. Termografía. Creatina quinasa. Diagnóstico.

Artigo recebido em 11/10/2013, aprovado em 23/01/2014.

INTRODUÇÃO

A formação de atletas para o esporte de rendimento é dependente de um processo organizado em longo prazo¹, que demanda enorme investimento financeiro e de tempo². Tal processo constitui-se por um conjunto de recursos (instalações, contratação de profissionais qualificados, alimentação, viagens, competições, tratamentos médicos, etc.) que são propiciados por investimentos financeiros e que objetivam culminar em atletas que atinjam bons resultados esportivos e consequentemente gerem benefícios econômicos futuros aos clubes que detêm seus direitos³. Procura-se minimizar gastos para que se obtenha uma maior margem de lucro na futura negociação dos direitos deste atleta.

Lesões musculares são muito comuns e costumam afastar os atletas da prática esportiva⁴, o que obviamente, torna-se um transtorno e gera gastos aos clubes. Esportes como futebol e rúgbi caracterizam-se por serem atividades intermitentes de longa duração^{5,6}, com intensidade de exercício variável e ações diversas: chutes, lançamentos de bola, *tackles* (fundamento técnico utilizado no rúgbi com a intenção de derrubar e impedir o avanço do adversário que está com a posse da bola), saltos, giros, fortes contrações para manutenção do equilíbrio, etc.⁶. Quando há um alongamento do músculo, concomitante à geração de tensão, esta ação muscular é denominada ação excêntrica⁷. Esses esportes envolvem portanto, enorme quantidade de ações de contrações excêntricas⁵ que causam alterações morfológicas nas fibras musculares⁸.

O alto impacto das colisões^{5,9}, agregado à sobrecarga funcional de intensidade e duração, pode causar lesões teciduais estruturais e como resposta do organismo, ocorre a inflamação de fibras musculares^{4,5}. Disso resultam rupturas das estruturas citoesqueléticas⁹, causando alterações morfológicas e bioquímicas nas fibras musculares tanto por causa das lesões nas fibras quanto pelo posterior processo inflamatório¹⁰.

Quando a lesão muscular ocorre, há uma variação térmica no local comprometido, gerando um acréscimo da temperatura local^{11,12}, causado pelo aumento do fluxo sanguíneo nas proximidades da área afetada⁴, fazendo supor que estes pontos podem ser avaliados através da mensuração da temperatura¹². Alguns estudos tem mostrado que este aumento de temperatura sugere a utilização da termografia como método auxiliar de diagnóstico de lesão¹²⁻¹⁴.

A termografia é um método não invasivo e sem contato utilizado para registrar padrões térmicos corporais¹⁵, utilizada para captar o calor emitido pelo corpo ou partes deste¹⁶, e portanto, pode ser utilizado como diagnóstico de lesões causadas pelo treinamento ou esporte¹⁷. A análise de imagens infravermelhas como diagnóstico tem como vantagens: baixo custo; técnica não-invasiva; indolor; sem contato; não-intrusiva; sem radiação ionizante; inócua; disponibilizar as temperaturas de uma superfície em imagens de tempo real; possibilitar a localização da lesão e ser capaz de demonstrar mudanças metabólicas e fisiológicas através de um exame funcional, e não estritamente dos detalhes anatômicos como em outros métodos de análise^{15,18,19}.

Existem diversos métodos para análise e diagnóstico de lesões musculares causadas pela atividade física²⁰. Medição da atividade de enzimas plasmáticas (por exemplo: creatina quinase (CK), lactato desidrogenase (LDH), troponina I e mioglobina, registro da ação voluntária

máxima, aquisição de respostas subjetivas de dor por meio de escala de percepção, ressonância magnética, ultrassonografia, tomografia, eletromiografia de superfície, termografia e amostra do músculo são alguns dos métodos utilizados^{13, 20, 21}.

A CK é uma enzima que catalisa reações com transferência de energia com fosforilação reversível da creatina²²⁻²⁴. Geralmente, esta enzima está confinada no interior das células²⁵ e sua concentração sérica é muito baixa²⁶. A atividade plasmática da CK depende tanto da prática de atividades físicas quanto de algumas patologias (por exemplo: infarto do miocárdio)²⁷.

A CK vem sendo utilizada como biomarcador e parece ser um dos melhores indicadores de lesão tecidual após o exercício^{25,28-30}. A CK tem sido utilizada como marcador de lesão muscular em diversas pesquisas^{5,21,31}.

Após danos nas fibras musculares causadas pelo exercício intenso e exaustivo^{25, 32}, ocorre a liberação da CK na corrente sanguínea²⁶, ocasionando um aumento considerável em sua concentração sérica³³. Uma grande quantidade sérica da CK sugere que ocorreu algum tipo de dano tecidual nessas células²⁵ e permite, indiretamente, determinar o grau de agressão causado pelo exercício²⁹.

Por serem dois instrumentos já utilizados separadamente por outros pesquisadores para o diagnóstico de lesão muscular, resolveu-se neste estudo, utilizar a creatina quinase e a termografia complementando-se como auxílio ao diagnóstico de lesão muscular. Por meio da utilização da termografia como diagnóstico adjunto, tem-se o intuito viabilizar uma forma de minimizar o dispêndio de tempo e dinheiro, triando o atleta que necessita realizar um exame de maior custo. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi analisar a correlação entre a variação de temperatura da pele em diversos sítios corporais e a variação da CK, em dois momentos do ciclo de atividades dos atletas profissionais de rúgbi, para, dessa forma avaliar a utilização da termografia como método de apoio ao diagnóstico de lesões musculares.

MATERIAIS E MÉTODOS

Participaram 21 atletas de rúgbi do sexo masculino com idade entre 19 e 31 anos, média de 25,06 anos, inscritos na Confederação Brasileira de Rugby (CBRU), pertencentes à categoria adulta de um clube profissional de nível nacional, que executam treinamentos diários a mais de dois anos e que atuaram por pelo menos 40 min de um treino ou partida oficial de rúgbi.

O sistema de coleta de sangue venoso utilizado é da marca BD Vacutainer[®]. É composto por agulhas modelo 21Gx1 (0,8 mm x 25 mm), esterilizada por radiação e de uso único; por adaptadores e tubos modelo Soro Tampa Hemogard Vermelha (13 mm x 75 mm), com volume aproximado de 4.0 ml, com tubo e rolha siliconizada e ativador de coágulo. Empregou-se ainda um torniquete fabricado pela indústria Vacuette[®].

Para as análises sanguíneas, foram utilizados uma centrífuga Fanen[®] modelo Baby[®] I 206-BL e um analisador químico Mindray[®] modelo BS-120, cuja análise é feita por meio de sistema fotométrico. Foram utilizados os reagentes da Dialab[®].

As imagens infravermelhas foram adquiridas utilizando-se uma câmera produzida pela FLIR Inc.[®], modelo A-325. Esta câmera tem

resolução integrada de 320x240 pixels e sensibilidade para detectar diferenças de temperatura menores de 0,08 °C. A câmera é ligada por meio de um cabo de rede a um computador com *software* específico instalado para aquisição, armazenamento, processamento e análise de imagens infravermelhas denominado ThermoCam™ Researcher Pro 2.9.

As imagens infravermelhas foram adquiridas em ambiente climatizado e com controle digital de temperatura e umidade. Tal câmara possui cinco sensores de temperatura e umidade dispostos da seguinte maneira: um no teto (central), e outros quatro, sendo instalados um em cada parede da sala. Os sensores são conectados diretamente a um computador que mantém temperatura e umidade controladas automaticamente por intermédio do *software* SITRAD®.

Os sujeitos foram avaliados em dois momentos distintos. O primeiro momento corresponde a 48 h após o término de um treino, o segundo ao momento posterior à partida, 48 h após o término desta. Não foi interferido na rotina de treinamento e descanso dos atletas.

Os dados foram coletados entre março e abril de 2013, durante o campeonato paranaense (Brasil) de rúgbi. As coletas de sangue foram realizadas no Laboratório Bioquímico e Densitométrico – LABDEN. As aquisições das imagens infravermelhas foram realizadas no Laboratório de Termografia Médica, ambos pertencentes à Universidade Federal Tecnológica do Paraná – UTFPR (Brasil).

A coleta de sangue para identificação da concentração sérica de CK do atleta foi realizada por enfermeira profissional habilitada e com prática de 15 anos de laboratório. Após efetuada a assepsia com algodão e álcool 70%, em cada coleta (prévia e posterior à partida), retirou-se uma amostra de aproximadamente 2 ml de sangue por meio de punção venosa à vácuo. O material coletado foi armazenado em tubos com ativador de coágulo, identificados com o nome de cada atleta. Em seguida, cada tubo foi centrifugado a 3600 rotações por minuto e alocados no analisador bioquímico, para a dosagem bioquímica.

Ambas as coletas foram realizadas 48 horas após a última atividade física, sendo uma pós-treino e outra pós-jogo⁸. Para as coletas, solicitou-se aos participantes que seguissem alguns procedimentos, sendo os mesmos detalhados na metodologia de aquisição da imagem infravermelha. O sangue coletado foi analisado imediatamente após a coleta. A CK está expressa em IU/L.

A aquisição da imagem infravermelha dos atletas foi realizada imediatamente após as coletas das amostras sanguíneas. Durante o exame, todos os atletas permaneceram vestidos apenas com a roupa íntima, em pé, por 30 min em repouso muscular em uma câmara de adaptação à temperatura que, por sua vez, teve a temperatura e umidade controladas entre 22° e 23°C e 45 e 50% respectivamente¹⁸. Os voluntários foram instruídos a não palpar, pressionar, esfregar ou coçar a pele em nenhum momento até que estivesse completado todo o exame termográfico.

Para minimizar interferências nas variáveis estudadas, entre o fim da prática das atividades e os exames, solicitou-se aos atletas que seguissem alguns procedimentos ao se preparar para o exame: (1) não ingerir esteroides; (2) não submeter-se a qualquer tratamento crioterápico ou por calor; (3) não praticar atividade física pelo menos uma hora antes do exame; (4) evitar cigarro; (5) não ingerir café, chá ou bebidas alcoólicas nas duas horas precedentes ao exame; (6) evitar tratamentos locais com óleos ou aplicação de cosméticos; não banhar-se, mas se o fizer, que ocorra no mínimo duas horas antes, evitando-se se expor à água muito quente ou fria; (7) evitar aplicar qualquer material sobre pele, tais como loções, desodorantes, talcos, analgésicos, filtro solar, hidratante, creme, etc. próximo à região a ser examinada; (8) usar roupa confortável para impedir que a circulação sanguínea fique restrita, evitando assim, gerar áreas de compressão; (9) evitar a manipulação da região a ser examinada ou a compressão exercida por roupa, cadeiras ou partes do corpo (cruzar

as pernas, braços, braços em contato com a lateral do corpo, debruçar-se sobre os cotovelos, etc.); (10) não comer refeições muito calóricas (gordurosas ou doces); (11) não praticar qualquer tipo de atividade física de intensidade média a alta nos dias precedentes à coleta de sangue; e, por fim, (13) informar o pesquisador responsável, antes do exame, caso não consiga cumprir qualquer destas orientações anteriores.

Metodologia de análise dos termogramas

Para obtenção dos dados, foi anexada à tela do computador, uma máscara transparente, contendo a impressão de uma ilustração anatômica dos músculos que almejava-se analisar a temperatura. Cada imagem do músculo foi tratada de forma a conter aberturas circulares de diâmetros iguais para conseguir a temperatura da mesma região para todos os atletas (figura 1).

Após este procedimento, o pesquisador ajustou a janela do *software* para que a imagem infravermelha adquirida coincidissem com a imagem do músculo impresso na máscara, marcando assim os pontos de interesse (figura 2).

Para este estudo, dos 21 atletas inicialmente analisados, foram considerados apenas os atletas que apresentaram variação de CK maior que 50% entre os momentos de menor e maior concentração sérica de CK (n=7) (figura 3).

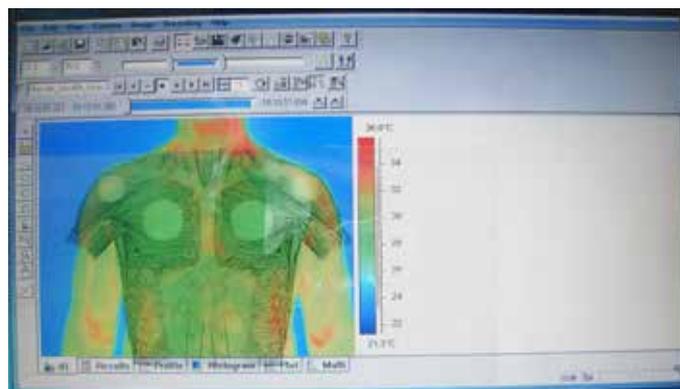


Figura 1. Imagem ilustrativa de como foram marcadas as áreas dos grupos musculares a serem analisados.

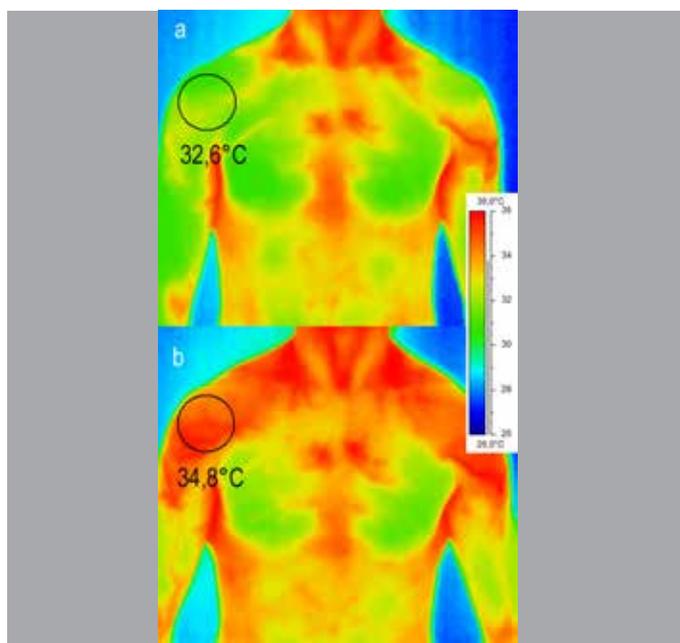


Figura 2. Imagem infravermelha adquirida no momento de menor CK (a) e maior CK (b) da região superior anterior do sujeito 3 evidenciando 1 dos 8 pontos encontrados com diferença de temperatura superior a 0,6 graus Celsius.



Figura 3. Foto ilustrativa de um scrum realizado pelos atletas em uma partida do campeonato brasileiro de rúgbi.

Análise Estatística

Os dados foram tabulados e analisados pelo SPSS. Para testar a normalidade da distribuição dos dados, todas as variáveis estudadas foram testadas com a aplicação do Teste de Kolmogorov-Smirnov. Foram utilizadas medidas descritivas, o coeficiente de correlação linear de Pearson, e o teste t pareado (para comparação entre as médias das variáveis estudadas). Os dados foram analisados para toda a amostra (21 sujeitos) e para o grupo que apresentou diferença igual ou superior a 50% nos valores de CK (sete sujeitos). Foram considerados estatisticamente diferentes, valores com p-valor maior que 0,05.

RESULTADOS

A proposta da análise sistemática foi de tentar encontrar correlação entre o aumento da concentração sérica de CK e o aumento de temperatura nas áreas selecionadas dos músculos de interesse deste estudo.

Os dados apresentados a seguir referem-se aos resultados obtidos por meio da análise sistemática realizada. As tabelas de 1 a 4 apresentam, separadamente por região anatômica, os resultados encontrados da correlação e significância da variação entre os momentos de menor e maior concentração sérica da CK, com a variação de temperatura média da área selecionada dos músculos analisados nesses mesmos momentos.

As tabelas de 5 a 8 apresentam os dados referentes ao grupo que apresentou diferença igual ou superior a 50% nos valores de CK (7 sujeitos), também separadamente por região anatômica.

A tabela 5 apresenta os resultados da correlação e significância entre a variação da média de temperatura das áreas selecionadas dos músculos da região superior anterior.

Os resultados da correlação e significância entre a variação da temperatura média das áreas selecionadas dos músculos da região superior posterior com a variação da concentração sérica de CK são apresentados na tabela 6.

A tabela 7 oferece os resultados da correlação e significância entre a variação da temperatura média das áreas selecionadas dos músculos da região inferior anterior e a variação da concentração sérica de CK.

Já na tabela 8 descreve os resultados da correlação e significância entre a variação da temperatura média das áreas selecionadas dos músculos da região inferior posterior e a variação da CK entre os momentos de menor e maior concentração sérica.

Tabela 1. Correlação e significância entre a variação de temperatura dos músculos analisados da região superior anterior e a variação percentual do nível de CK.

Região superior anterior		
Variáveis	r	p-valor
Δ - Peitoral direito	-0,330	0,469
Δ - Nível de CK		
Δ - Peitoral esquerdo	-0,498	0,256
Δ - Nível de CK		
Δ - Deltoide direito	0,266	0,626
Δ - Nível de CK		
Δ - Deltoide esquerdo	0,299	0,515
Δ - Nível de CK		

Δ = variação.

Tabela 2. Correlação e significância entre a variação de temperatura dos músculos analisados da região superior posterior e a variação percentual do nível de CK.

Região superior posterior		
Variáveis	r	p-valor
Δ - Deltoide direito	0,299	0,515
Δ - Nível de CK		
Δ - Deltoide esquerdo	0,075	0,873
Δ - Nível de CK		
Δ - Trapézio direito	0,137	0,769
Δ - Nível de CK		
Δ - Trapézio esquerdo	0,232	0,616
Δ - Nível de CK		
Δ - Latíssimo do dorso direito	-0,281	0,542
Δ - Nível de CK		
Δ - Latíssimo do dorso esquerdo	-0,428	0,338
Δ - Nível de CK		

Δ = variação.

Tabela 3. Correlação e significância entre a variação de temperatura dos músculos analisados da região inferior anterior e a variação percentual do nível de CK.

Região inferior anterior		
Variáveis	r	p-valor
Δ - Reto Femoral direito	-0,222	0,632
Δ - Nível de CK		
Δ - Reto Femoral esquerdo	-0,212	0,648
Δ - Nível de CK		
Δ - Vasto Medial direito	-0,283	0,539
Δ - Nível de CK		
Δ - Vasto Medial esquerdo	-0,261	0,571
Δ - Nível de CK		

Δ = variação.

Tabela 4. Correlação e significância entre a variação de temperatura dos músculos analisados da região inferior posterior e a variação percentual do nível de CK.

Região inferior posterior		
Variáveis	r	p-valor
Δ - Bíceps Femoral direito	-0,498	0,256
Δ - Nível de CK		
Δ - Bíceps Femoral esquerdo	0,065	0,890
Δ - Nível de CK		
Δ - Semitendíneo direito	-0,102	0,827
Δ - Nível de CK		
Δ - Semitendíneo esquerdo	-0,142	0,761
Δ - Nível de CK		
Δ - Gastrocnêmio direito	-0,501	0,253
Δ - Nível de CK		
Δ - Gastrocnêmio esquerdo	-0,278	0,546
Δ - Nível de CK		

Δ = variação.

Tabela 5. Correlação e significância entre a temperatura média da área selecionada dos músculos analisados da região superior anterior nos momentos de menor e maior CK.

Região superior anterior					
Variáveis	Média	N	Desvio padrão	t	P-valor
Peitoral direito momento de menor CK	31,26	7	0,74	-2,312	0,060
Peitoral direito momento de maior CK	32,09	7	1,07		
Peitoral esquerdo momento de menor CK	31,33	7	0,60	-2,667	0,037*
Peitoral esquerdo momento de maior CK	32,16	7	0,84		
Deltóide anterior direito momento de menor CK	32,27	7	1,02	-1,014	0,350
Deltóide direito momento de maior CK	32,71	7	1,01		
Deltóide esquerdo momento de menor CK	32,11	7	0,74	-1,313	0,237
Deltóide esquerdo momento de maior CK	32,54	7	0,70		

Δ = variação; * p < 0,05 – diferença significativa.

Tabela 6. Correlação e significância entre a temperatura média da área selecionada dos músculos analisados da região superior posterior nos momentos de menor e maior CK.

Região superior posterior					
Variáveis	Média	N	Desvio padrão	t	P-valor
Deltóide direito momento de menor CK	31,77	7	1,43	-0,739	0,488
Deltóide direito momento de maior CK	32,20	7	0,97		
Deltóide esquerdo momento de menor CK	31,67	7	1,37	-1,036	0,340
Deltóide esquerdo momento de maior CK	32,17	7	0,98		
Trapézio direito momento de menor CK	32,99	7	1,30	-0,400	0,703
Trapézio direito momento de maior CK	33,20	7	1,03		
Trapézio esquerdo momento de menor CK	32,86	7	1,23	-0,548	0,604
Trapézio esquerdo momento de maior CK	33,14	7	1,02		
Latíssimo do dorso direito momento de menor CK	31,07	7	1,28	-1,159	0,290
Latíssimo do dorso direito momento de maior CK	31,47	7	0,82		
Latíssimo do dorso esquerdo momento de menor CK	31,00	7	1,32	-1,377	0,218
Latíssimo do dorso esquerdo momento de maior CK	31,49	7	0,96		

Tabela 7. Correlação e significância entre a temperatura média da área selecionada dos músculos analisados da região inferior anterior nos momentos de menor e maior CK.

Região inferior anterior					
Variáveis	Média	N	Desvio padrão	t	P-valor
Reto Femoral direito momento de menor CK	29,93	7	0,96	-1,993	0,093
Reto Femoral direito momento de maior CK	30,51	7	0,92		
Reto Femoral esquerdo momento de menor CK	29,77	7	0,95	-2,352	0,057
Reto Femoral esquerdo momento de maior CK	30,47	7	0,75		
Vasto Medial direito momento de menor CK	30,40	7	1,20	-1,153	0,293
Vasto Medial direito momento de maior CK	30,94	7	0,93		
Vasto Medial esquerdo momento de menor CK	30,20	7	1,55	-1,112	0,309
Vasto Medial esquerdo momento de maior CK	30,73	7	1,03		

Tabela 8. Correlação e significância entre a temperatura média da área selecionada dos músculos analisados da região inferior posterior nos momentos de menor e maior CK.

Região inferior posterior					
Variáveis	Média	N	Desvio padrão	t	P-valor
Bíceps Femoral direito momento de menor CK	30,63	7	0,89	-1,486	0,188
Bíceps Femoral direito momento de maior CK	30,96	7	0,82		
Bíceps Femoral esquerdo momento de menor CK	30,29	7	1,09	-2,244	0,066
Bíceps Femoral esquerdo momento de maior CK	30,83	7	0,81		
Semitendíneo direito momento de menor CK	30,34	7	1,11	-1,560	0,170
Semitendíneo direito momento de maior CK	30,81	7	0,67		
Semitendíneo esquerdo momento de menor CK	30,43	7	0,99	-2,523	0,045*
Semitendíneo esquerdo momento de maior CK	31,00	7	0,69		
Gastrocnêmio direito momento de menor CK	30,84	7	0,73	-1,790	0,124
Gastrocnêmio direito momento de maior CK	31,26	7	0,67		
Gastrocnêmio esquerdo momento de menor CK	30,69	7	0,83	-2,172	0,073
Gastrocnêmio esquerdo momento de maior CK	31,10	7	0,87		

* p < 0,05 – diferença significativa.

DISCUSSÃO

Os resultados da análise sistemática contidos nas tabelas de 1 a 4 não apresentaram correlação entre a variação do nível sérico de CK dos momentos de menor e maior concentração e a variação de temperatura média da área selecionada dos músculos analisados nestes mesmos momentos. O p-valor variou entre 0,256 e 0,890.

Um dos vários fatores que podem contribuir para explicar a ocorrência deste fenômeno seria a limitação deste estudo no controle da rotina de treinos e recuperação dos atletas e a variabilidade individual do momento em que a CK atinge o valor de pico de atividade após o

exercício^{8,22,34}. Assim, no momento de menor CK sérico, o atleta poderia estar com alguma lesão (com processo inflamatório) mesmo fora do intervalo de presença elevada da CK no sangue (de 24 a 48 h após a lesão), pois o processo inflamatório decorrente das lesões das fibras musculares pode durar até 96 h³⁵, ou, em alguns casos, até semanas³⁶, extrapolando desta forma o período de atividade sérica da CK^{9,22}. Segundo Takarada, a concentração sérica de CK retorna à concentração inicial em atletas de rúgbi em 72 h⁹. Isto significa dizer que, mesmo com um processo inflamatório instalado na musculatura, a atividade sérica da CK poderia estar minimizada, explicando a maior temperatura encontrada num momento de menor concentração sérica de CK.

Soma-se ao exposto, outro fator que possivelmente contribuiu para a ocorrência dos resultados deste estudo, que é o fato do rúgbi ser um esporte de muitas colisões⁶ e haver uma grande quantidade de locais passíveis de lesão³⁷, dificultando uma avaliação por grupos. Tais colisões apresentam diversas características, podendo o atleta que recebeu a colisão estar em movimento ou parado. Há, portanto, a possibilidade do atleta apresentar alguma lesão em um músculo que não foi analisado neste estudo. Apesar da revisão da literatura sugerir quais locais estão mais propensos à lesão neste esporte^{38,39}, norteando quais regiões deveriam ser estudadas, isto não se mostrou suficiente para alcançar correlações significativas entre a variação de CK e as variações de temperatura das regiões analisadas.

Um terceiro fator capaz de explicar a diversidade dos dados seria o fato das lesões musculares neste esporte ocorrerem tanto por trauma quanto pela intensidade das atividades realizadas^{4,5}, pois o tempo de liberação e atividade da CK dependem principalmente, do tipo e intensidade do exercício⁴⁰.

No presente estudo, o delineamento observacional comparou duas situações pós-atividades. Esse delineamento permitiu uma boa comparação intraindividual, mas dificultou a comparação intergrupos, pois a possibilidade de ocorrência de traumas e de esforços individualmente diferentes ocasionou uma oscilação no sentido de variação da temperatura dos músculos estudados nos diversos sujeitos da amostra.

O rúgbi envolve constantes acelerações e desacelerações do centro de massa, fazendo que os músculos isquiotibiais executem trabalhos excêntricos⁹. Estudos demonstram uma alta incidência de lesões dos músculos isquiotibiais em esportes que envolvem ações do ciclo alongamento-encurtamento, como corridas de alta intensidade, acelerações e paradas bruscas, rápidas trocas de direção e chute tal qual é o caso do rúgbi^{41,42}.

As maiores diferenças térmicas foram observadas do lado esquerdo, na face posterior do corpo. Poucos estudos foram feitos tentando encontrar esta assimetria no rúgbi. Sundaram et al. demonstraram em seu estudo que os atletas estavam mais predispostos a sofrer lesão em seu ombro não-dominante que do seu lado dominante, tendo o *tackle* como principal mecanismo causador da lesão⁴³.

Nos resultados apresentados nas tabelas de 5 a 8, pôde-se observar uma tendência de aumento de temperatura quando há uma variação positiva da CK, corroborando com a literatura consultada de que a lesão muscular eleva o nível sérico de CK^{20,44} e também da temperatura cutânea^{11,12}. A amplitude de diferença de temperatura entre os dois momentos nos músculos analisados está entre 0,21°C e 0,83°C. Diferenças de temperaturas acima de 0,5°C sugerem que pode haver algum tipo de disfunção dolorosa no local¹⁷.

A persistência de temperatura elevada 48 h após o término do exercício sugere que houve lesão tecidual nos músculos analisados, gerando sítios de maior temperatura, que podem ser localizados e avaliados através da termografia. A literatura revisada neste estudo encontrou diversas indicações da CK como biomarcador e que este é um

dos melhores indicadores de lesão tecidual após o exercício^{20,25,28-30,45}. Quando ocorre lesão muscular, ocorre também uma variação térmica no local comprometido, gerando um acréscimo da temperatura local^{11,12}.

O lado esquerdo dos atletas apresentou uma maior diferença de temperatura, sendo que dos 10 músculos analisados, em seis desses, a diferença de temperatura foi maior do lado esquerdo do atleta, sugerindo que ele utiliza mais este lado para as ações motoras no rúgbi no Brasil. Além disso, os músculos peitoral esquerdo, reto femoral esquerdo e o semitendíneo esquerdo apresentaram as maiores diferenças com p-valor de 0,037, 0,057 e 0,045, respectivamente.

Acredita-se que nos demais grupos musculares analisados esta tendência de apresentar uma maior temperatura no momento de maior CK atingiria uma significância estatística numa análise com um maior número de atletas. Existe ainda a variabilidade individual no momento em que a CK atinge seu pico²², podendo este não coincidir com o aumento da temperatura cutânea por condução térmica a partir do foco da inflamação.

Uma possível explicação para estes resultados é o fato da maioria dos atletas serem destros e terem uma maior habilidade de executar o passe para o lado esquerdo, tendendo a atacar para este lado e, conseqüentemente, recebendo os *tackles* do lado esquerdo do corpo. Este fato foi observado nos jogos da coleta onde, dos 16 *tries* contabilizados, 15 deles aconteceram do lado esquerdo do campo de ataque da equipe e apenas um do lado direito.

Soma-se ao exposto outro fator que possivelmente contribui para explicar os resultados deste estudo. Novamente, pelo fato da maioria dos atletas serem destros, estes, carregam a bola do lado dominante e a protegem

com o lado não-dominante do corpo, recebendo os impactos deste lado.

Os resultados mostraram que há uma tendência ao aumento de temperatura quando há um aumento de concentração sérica de CK. Apesar disso, não foram encontrados valores de correlação significativos entre a variação de temperatura da pele nos diversos sítios corporais estudados com a variação da CK nos atletas profissionais de rúgbi. Entretanto, o fato da persistência da temperatura elevada 48 h após o término da partida sugere que houve lesão tecidual que gerou sítios de maior temperatura, os quais podem ser encontrados e avaliados por meio da termografia.

Na análise do subgrupo de atletas que apresentaram as maiores variações de CK entre os dois momentos estudados, foram observadas diferenças de temperatura estatisticamente significativas nos músculos: peitoral esquerdo e semitendíneo esquerdo, com p-valor de 0,037 e 0,045, respectivamente.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a termografia pode ser utilizada como método de localização da lesão muscular em atletas, associado ao uso da CK. Porém, sugere-se a opção pela análise por inspeção visual, como é o caso dos demais exames de imagem, pois a análise de forma sistemática não apresentou resultados considerados positivos para sua utilização clínica em atletas de rúgbi.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Böhme MTS. Treinamento a longo prazo e o processo de detecção, seleção e promoção de talentos esportivos. 2000 2010;21(2).
2. Soriano F. A bola não entra por acaso: estratégias inovadoras de gestão inspiradas no mundo do futebol. São Paulo: Larousse do Brasil; 2010.
3. Cruz SNdSRA, Santos LL, Azevedo GMDc. Valorização do direito desportivo resultante da formação. Revista de educação e pesquisa em contabilidade. 2010;4(1).
4. Peterson L, Renström P. Lesões do esporte - prevenção e tratamento. São Paulo: Manole; 2002.
5. Cunniffe B, Hore AJ, Whitcombe DM, Jones KP, Baker JS, Davies B. Time course of changes in immunoeoendocrine markers following an international rugby game. European Journal of Applied Physiology. 2010;108(1):113-22.
6. Gabbett TJ. Incidence of injury in semi-professional rugby league players. British Journal of Sports Medicine. 2003;37(1):36-44.
7. Barroso R, Tricoli V, Ugrinowitsch C. Adaptações neurais e morfológicas ao treinamento de força com ações excêntricas. R Bras Ci e Mov. 2005;13(2):111-22.
8. Ispiridis I, Fatouros IG, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, Michailidis I, Douroudos I, et al. Time-course of Changes in Inflammatory and Performance Responses Following a Soccer Game. Clinical Journal of Sport Medicine. 2008;18(5):423-31 10.1097/JSM.0b013e3181818e0b.
9. Takarada Y. Evaluation of muscle damage after a rugby match with special reference to tackle plays. British Journal of Sports Medicine. 2003;37(5):416-9.
10. Page P. Pathophysiology of acute exercise-induced muscular injury: clinical implications; 1995.
11. Nola IA, Gotovac K, Kolaric D. Thermography in biomedicine - Specific requirements. In: ELMAR, 2012 Proceedings; 2012; 2012. p. 355-7.
12. Morales Ríos M, Medina Chacón E, Carnevali Fernández Á, Orozco Guillén E. Termografía infrarroja y el estudio de riesgos de lesiones músculo esqueléticas. Revista Ingeniería Industrial 2011(11):55-67.
13. Bandeira F, Moura MAMd, Souza MA, Neves EB. Pode a termografia auxiliar no diagnóstico de lesões musculares em atletas de futebol? Revista Brasileira de Medicina do Esporte 2012;18(4).
14. Tkacova M, Foffova P, Zivcak J, Hudak R. The methodics of medical thermography in the diagnostics of the human body musculoskeletal system. In: Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMII), 2010 IEEE 8th International Symposium on; 2010 28-30 Jan. 2010; 2010. p. 275-7.
15. Tan J-H, Ng EYK, Rajendra Acharya U, Chee C. Infrared thermography on ocular surface temperature: A review. Infrared Physics & Technology. 2009;52(4):97-108.
16. Sanches IJ, Gamba HR, de Souza MA, Neves EB, Nohama P. Fusão 3D de imagens de MRI/CT e termografia. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica 2013;29(3):298-308.
17. Brioschi ML, Abramavicus S, Corrêa CF. Valor da imagem infravermelha na avaliação da dor. Rev Soc Bras Estudo da Dor. 2005;6(1):514-24.
18. Carvalho ARD, Medeiros DLd, Souza FtD, Paula Gfd, Barbosa PM, Vasconcellos PRO, et al. Variação de temperatura do músculo quadríceps femoral exposto a duas modalidades de crioterapia por meio de termografia. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. 2012;18:109-11.
19. Itakura DA. Alterações térmicas na região sacral com diferentes colchões utilizados na prevenção de úlceras por pressão. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná 2012.
20. Foschini D, Prestes J, Charro MA. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano 2007;9(1).
21. Duffield R, Cannon J, King M. The effects of compression garments on recovery of muscle performance following high-intensity sprint and plyometric exercise. Journal of Science and Medicine in Sport. 2010;13(1):136-40.
22. Pesce AJ, Kaplan LA. Química clínica: métodos. Buenos Aires: Editorial médica Panamericana; 1990.
23. López JC. Enzimologia: Química de las enzimas. Métodos de preparación y valoración. Nomenclatura, clasificación y descripción. Aplicación en medicina. Barcelona: Editorial científico-médica; 1969.
24. Nogueira DM, Strufaldi B, Hirata MH, Abdalla DSP, Hirata RDC. Métodos de bioquímica clínica. São Paulo: Pancast; 1990.
25. Wilmore JH, Costill DL. Fisiologia do Esporte e do Exercício. São Paulo: Manole; 2001.
26. Suzuki K, Totsuka M, Nakaji S, Yamada M, Kudoh S, Liu Q, et al. Endurance exercise causes interaction among stress hormones, cytokines, neutrophil dynamics, and muscle damage. Journal of Applied Physiology. 1999;87(4):1360-7.
27. Garcia MC. Concentração plasmática de hormônios indicadores de overtraining em jogadores de futebol. Campinas: Universidade estadual de Campinas; 2004.
28. Lazarim FL, Antunes-Neto JMF, da Silva FOC, Nunes LAS, Bassini-Cameron A, Cameron L-C, et al. The upper values of plasma creatine kinase of professional soccer players during the Brazilian National Championship. Journal of Science and Medicine in Sport. 2009;12(1):85-90.
29. Martins FSB. Alterações bioquímicas induzidas por diferentes tipos de provas de triatlo [Dissertação]. Porto: Universidade do Porto; 2010.
30. Silva ASR, Santhiago V, Papoti M, Gobatto CA. Psychological, biochemical and physiological responses of Brazilian soccer players during a training program. Science & Sports. 2008;23(2):66-72.
31. Johnston RD, Gabbett TJ, Jenkins DG. Influence of an intensified competition on fatigue and match performance in junior rugby league players. J Sci Med Sport 2012(0).
32. Mougios V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. British Journal of Sports Medicine. 2007;41(10):674-8.
33. Brancaccio P, Maffulli N, Buonoaurio R, Limongelli FM. Serum Enzyme Monitoring in Sports Medicine. Clinics in Sports Medicine. 2008;27(1):1-18.
34. Aboodarda SJ, George J, Mokhtar AH, Thompson M. Muscle strength and damage following two modes of variable resistance training. Journal of Sports Science & Medicine. 2011;10(4):635-42.
35. Baroni BM, Leal Junior ECP, De Marchi T, Lopes AL, Salvador M, Vaz MA. Low level laser therapy before eccentric exercise reduces muscle damage markers in humans. European Journal of Applied Physiology. 2010;110(4):789-96.
36. Tidball JG. Inflammatory processes in muscle injury and repair. American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology. 2005;288(2 57-2):R345-R53.
37. Haseler CM, Carmont MR, England M. The epidemiology of injuries in English youth community rugby union. British Journal of Sports Medicine. 2010;44(15):1093-9.
38. Junge A, Cheung K, Edwards T, Dvorak J. Injuries in youth amateur soccer and rugby players—comparison of incidence and characteristics. British Journal of Sports Medicine. 2004;38(2):168-72.
39. Alves LM, Soares RP, Liebano RE. Incidência de lesões na prática do rúgbi amador no Brasil. Fisioterapia e Pesquisa 2008;15(2).
40. Brancaccio P, Lippi G, Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage. Clinical Chemistry and Laboratory Medicine. 2010;48(6):757-67.
41. Yu B, Queen RM, Abbey AN, Liu Y, Moorman CT, Garrett WE. Hamstring muscle kinematics and activation during overground sprinting. Journal of Biomechanics. 2008;41(15):3121-6.
42. Brooks JHM, Fuller CW, Kemp SPT, Reddin DB. Incidence, risk, and prevention of hamstring muscle injuries in professional rugby union. American Journal of Sports Medicine. 2006;34(8):1297-306.
43. Sundaram A, Bokor DJ, Davidson AS. Rugby Union on-field position and its relationship to shoulder injury leading to anterior reconstruction for instability. Journal of Science and Medicine in Sport. 2011;14(2):111-4.
44. Maughan R, Gleeson M. As bases bioquímicas do desempenho nos esportes. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007.
45. Åstrand P-O, Rodahl k, Dahl HA, Strømme SB. Tratado de fisiologia do trabalho: bases fisiológicas do exercício. Porto Alegre: Artmed; 2006.