



Rev Bras Futebol 2022; v. 15, n. 5, 03 – 16.

A TERMOGRAFIA APLICADA AO FUTEBOL

THERMOGRAPHY APPLIED TO FOOTBALL

Anderson da Silva Fernandes Afonso

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação Física UFV/UFJF

Felipe Augusto Mattos Dias

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação Física UFV/UFJF

João Carlos Bouzas Marins

Professor Doutor da Universidade Federal de Viçosa

Endereço de correspondência:

Felipe Augusto Mattos Dias

Rua José Valentino da Cruz, 54A/605, Centro

CEP: 36570-089–Viçosa – MG

Celular: (31) 993488697

Contato: felipe.a.dias@ufv.br

Agradecimentos: FAPEMIG e Kelvin/Radsquare

A TERMOGRAFIA APLICADA AO FUTEBOL

RESUMO

Introdução: O desenvolvimento e aplicação de recursos tecnológicos têm sido fundamentais no desenvolvimento do rendimento dos atletas nos mais diversos esportes, especialmente no futebol. Diversas tecnologias vêm sendo empregadas na modalidade com intuito de potencializar a performance dos atletas, otimizar a recuperação pós estímulos e auxiliar no processo de prevenção de lesões, como por exemplo a termografia infravermelha (TI).

Objetivo: Apresentar as possibilidades de aplicação da termografia infravermelha no âmbito do futebol.

Metodologia: Foi realizada uma revisão narrativa, com referências bibliográficas diversificadas na temática de termografia e futebol, em diferentes bases de dados como *Scielo*, *Pubmed* e referências dos artigos levantados que foram considerados interessantes, para a composição do texto, de forma a compor um referencial teórico para seu emprego no futebol.

Resultado: A TI no futebol pode ser empregada de diferentes formas sendo elas: a) no auxílio no controle de carga física de treinamento; b) na prevenção de lesões; c) como apoio clínico na contratação de um novo atleta; d) auxílio no monitoramento de lesões e na recuperação de um atleta; e) como auxílio no recovery (crioimersão).

Conclusão: A termografia infravermelha é uma ferramenta extremamente versátil que pode dar suporte a diferentes membros de uma comissão técnica de uma equipe de futebol. Ela pode dar suporte desde a tomada de decisão sobre a contratação ou não de um jogador, ao permitir a possibilidade de identificar lesões “ocultas” ortopédicas, bem como no seu dia a dia, auxiliando na prevenção de lesões, ou mesmo em seu monitoramento, caso elas ocorram em busca de um estado de normalidade térmica. Existem indícios que possa ser usada como forma de controle de carga de treino.

Palavras-chave: Futebol; Termografia Infravermelha, Medicina esportiva.

THERMOGRAPHY APPLIED TO FOOTBALL

ABSTRACT

Introduction: The development and application of technological resources have been fundamental in the development of athletes' performance in the most diverse sports, especially in soccer. Several technologies have been used in the modality in order to enhance athletes' performance, optimize post-stimulus recovery and assist in the injury prevention process, such as infrared thermography (TIR).

Objective: To present the possibilities of application of infrared thermography in the field of soccer.

Methodology: A narrative review was carried out, with diversified bibliographic references on the theme of thermography and soccer, in different databases such as Scielo, Pubmed and references of the articles raised that were considered interesting, for the composition of the text, in order to compose a reference theory for its employment in soccer.

Result: TIR in soccer can be used in different ways, namely: a) in helping to control the physical training load; b) in the prevention of injuries; c) as clinical support in hiring a new athlete; d) assistance in monitoring injuries and recovery of an athlete; e) aid in recovery (cryoimmersion).

Conclusion: Infrared thermography is an extremely versatile tool that can support different members of a soccer team's coaching staff. It can provide support from the decision-making process on whether or not to hire a player, by allowing the possibility of identifying “hidden” orthopedic injuries, as well as in their daily lives, helping to prevent injuries, or even monitor them, if they occur in search of a state of thermal normality. There are indications that it can be used as a form of training load control.

Keywords: Soccer; Infrared thermography; Sports medicine.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento e aplicação de recursos tecnológicos têm sido fundamentais no desenvolvimento do rendimento dos atletas nos mais diversos esportes, especialmente no futebol. Atualmente, existem softwares que fornecem uma série de dados que auxiliam a interpretação do rendimento individual do atleta bem como da equipe, como por exemplo a tecnologia de Sistemas de Posicionamento Global (GPS) que provavelmente é a ferramenta de monitoramento mais utilizada para registrar cargas de trabalho durante treinos e competições futebolísticas¹. Além desta, outras tecnologias vêm sendo empregadas no futebol com intuito de potencializar a performance dos atletas, otimizar a recuperação pós estímulos e auxiliar no processo de prevenção de lesões, como por exemplo os monitores cardíacos², ferramentas para avaliações do status neuromuscular^{3,4} e a termografia infravermelha (TI)⁵.

Nos últimos anos, a termografia infravermelha (TI), tem sido proposta como uma ferramenta a ser utilizada com aplicações interessantes tanto na medicina esportiva, fisioterapia como também no auxílio de determinação da carga de treinamento⁵. A TI vem sendo utilizada em diversos esportes de alto rendimento, na natação a técnica pode ser aplicada para avaliar a atividade muscular após um nado específico⁶, bem como para a identificação do perfil de simetria térmica de membros superiores e inferiores de nadadores de elite⁷. Em esportes coletivos, como o voleibol, onde o calendário anual normalmente é composto por um período prévio de preparação relativamente curto, seguido por um longo espaço competitivo⁸ a TI vem sendo útil para detectar assimetrias térmicas, e com base nelas, se estruturar uma carga de treinamento adequada⁹.

A TI empregada em um clube de futebol pode atender a diferentes funcionalidades tais como: a) Auxílio no controle de carga de treinamento; b) Prevenção de lesões através de um diagnóstico precoce de um processo inflamatório c) Um subsídio clínico na contratação de um novo atleta; d) Como auxílio no monitoramento de lesões e na recuperação de um atleta; e) Na recuperação de um atleta e como auxílio no *recovery*(crioimersão). Desta forma, se pode considerar uma ferramenta multiusuário, pois atende ao fisiologista, preparador físico, fisioterapeuta e médico.

Após realizar buscas nas bases de dados Scielo e Pubmed utilizando os termos “thermography” and “soccer”, foram identificados alguns estudos sobre a aplicação da TI no futebol¹⁰⁻¹⁶. No entanto, observa-se que a densidade de publicações científicas relacionando a termografia com o futebol ainda são escassas, mas vem crescendo com o passar dos anos.

Sendo assim, essa revisão visa apresentar um referencial teórico que possa subsidiar a tomada de decisão de implantar um setor de termografia em um clube de futebol, mostrando sua versatilidade multiusuário, e aplicação de uma série de funcionalidades em prol da saúde e rendimento do atleta. Desta forma, o objetivo do estudo é apresentar as possibilidades de aplicação da termografia infravermelha no âmbito do futebol.

2. POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO DA TERMOGRAFIA NO FUTEBOL

A. TI como auxílio no controle de carga física de treinamento

A carga física de treino compreende um somatório de estímulos de treinamento relacionados com o volume e intensidade, gerando diferentes níveis de estresse físico desde cargas baixas que estão mais relacionadas com momentos de recuperação ativa, restauração, readaptação ao treino, até carga elevadas com objetivo de adaptação positiva do atleta, que quando mal dimensionadas podem induzir uma lesão ou um estado de sobretreinamento¹⁷.

O futebol, que é caracterizado por uma grande exigência física intermitente, contendo esforços de longa e curta duração, porém de elevada potência e intensidade¹⁸. Uma série de estratégias tem sido empregadas para monitorizar a capacidade de estresse físico e recuperação do atleta, seja ele por meio de parâmetros bioquímicos como a CK¹⁹ e a PCR²⁰, resultados de testes de salto³, variabilidade da frequência cardíaca²¹, escalas subjetivas como a de Borg²² modificada por Foster et al.²³ e a TI que vem sendo muito utilizada devido ao seu potencial de identificação do processo inflamatório através de aumento de temperatura em determinado grupo muscular auxiliando os profissionais no processo de recuperação⁵.

A carga física do futebol gera micro lesões, especialmente nas fibras musculares, gerando assim processos inflamatórios e que tem potencial efeito perturbador na homeostase térmica local. Desta maneira, a TI pode ser uma alternativa para monitorar essa resposta fisiológica ao detectar pequenas variações de temperatura, mostrando precocemente o início de um processo inflamatório, que ainda não apresentou sinais e sintomas clássicos (dor, edema e parestesia), atuando, assim, de forma preventiva no aparecimento de lesões que impeçam a dinâmica normal de treinamento do atleta.

Tendo em vista que após a realização de um exercício físico, a resposta de recuperação gera uma fase de inflamação¹¹ com potencial efeito gerador de calor em decorrência do aumento do metabolismo local e que as lesões musculares desencadeiam processos inflamatórios, consequentemente, é possível especular que a TI tenha potencial possível avaliar o nível inflamatório por meio do gradiente de temperatura. Desta maneira, se pode considerar que o emprego da termografia possa ser sensível a captar essas alterações térmicas de forma a ajudar a controlar o plano de treinamento e a curva de recuperação do atleta, de forma a minimizar o risco lesional.

Especificamente em situação de competição, o efeito da resposta térmica em membros inferiores após um jogo de futebol profissional foi realizado por Fernandes et al.¹⁴, em que observaram que a participação em uma partida de futebol profissional pode induzir um aumento significativo da temperatura na pele medido pela TI 24 horas após a partida (Figura 1). Desta forma, se especula que a TI possa ser empregada como um indicador de dano muscular. Assim que, a TI

poderia auxiliar no processo de controle de treinamento, fazendo parte de um programa de prevenção de lesões em clubes de futebol profissional.

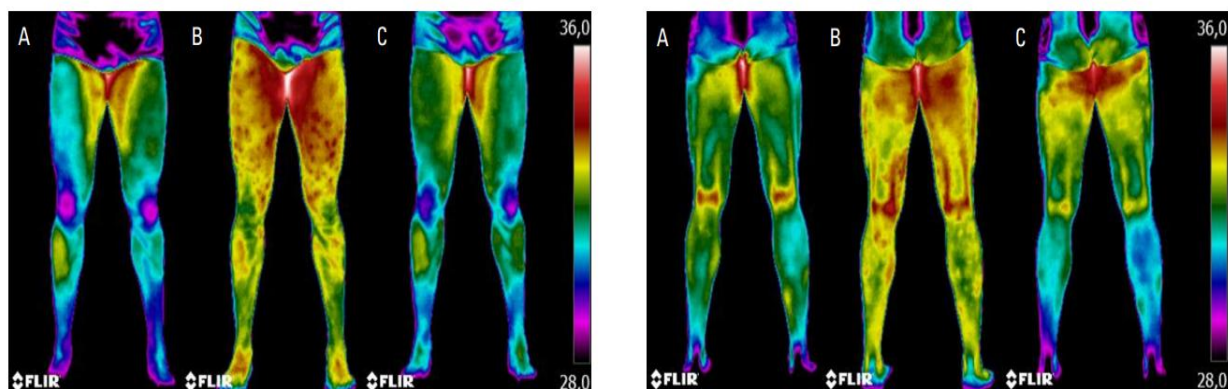


Figura 1.: Termogramas das regiões frontais e regiões dorsais: (A) 24 horas antes da partida, (B) 24 horas após o início da partida e (C) 48 horas após o início da partida.

A figura 2 apresenta uma situação semelhante de outro jogador de futebol profissional antes e após 24 horas de uma partida oficial, em que se pode observar um comportamento semelhante de aumento da temperatura.

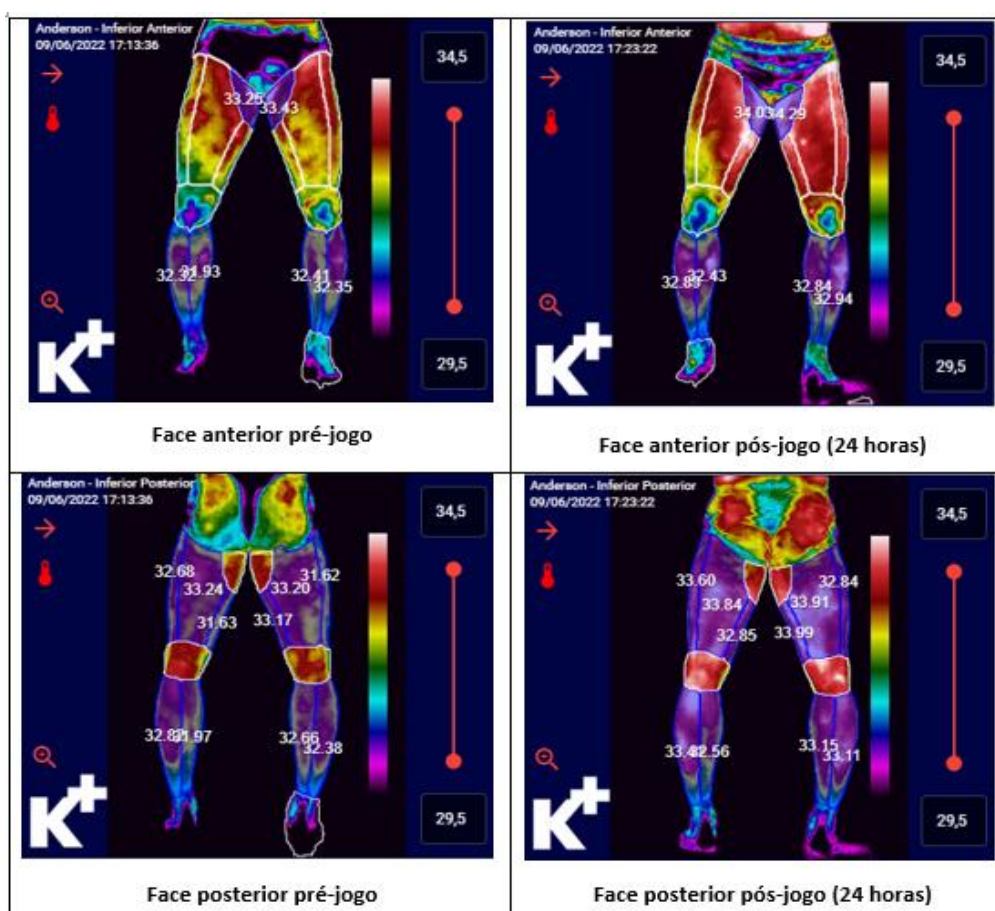


Figura 2.: Comportamento térmico de membros inferiores face anterior e posterior de um jogador de futebol antes e após 24 horas de uma partida de futebol.

Fonte: Banco de imagens do Laboratório de Performance Humana.

Nas imagens apresentadas anteriormente (Figura 2) é possível observar nitidamente de forma qualitativa e quantitativa um aumento da temperatura da região adutora ($\Delta 0,8^{\circ}\text{C}$ para o lado direito e $0,9^{\circ}\text{C}$ para o lado esquerdo) e de tibiais laterais e mediais ($\Delta 0,5^{\circ}\text{C}$ para o lado direito e $0,6^{\circ}\text{C}$ para o lado esquerdo), enquanto que na região posterior ocorrendo de forma ampla em toda musculatura posterior de coxa ($\Delta 0,9^{\circ}\text{C}$ para os dois lados) e perna ($\Delta 0,6^{\circ}\text{C}$ para os dois lados).

Rodrigues Júnior et al.¹³ realizaram em estudo em que a TI auxiliou a correlacionar força e assimetrias de temperatura da pele nos membros inferiores de jogadores de futebol de elite antes e após uma temporada competitiva. Os resultados do estudo indicam que a temperatura da pele e biomarcadores estão maiores após o período competitivo, mesmo após um intervalo de 72 horas de inatividade. Já a altura do salto CMJ foi menor na mesma condição citada. Foi verificada uma correlação forte e positiva entre as assimetrias de força e a temperatura da pele antes e após o período competitivo.

Em outro estudo de Fernandes et al.¹⁵ levando-se em consideração apenas 3 dias (72h) de recuperação para uma nova partida, 24h após a temperatura da pele de membros inferiores, e 48 horas após a CK, indicam uma resposta inflamatória maior dessa segunda partida comparada a primeira. A resposta inflamatória aguda apresentada após partidas de futebol resulta no aparecimento de alguns sinais como: calor, vermelhidão, dor e edema¹⁶. Este fenômeno é atribuído ao fato de a participação em uma partida de futebol resultar em elevado estresse fisiológico, provocando alterações termorregulatórias, estruturais e bioquímicas que perduram nos dias subsequentes²⁴.

O emprego da TI como prevenção de lesões no futebol pode melhorar o controle de carga através da análise criteriosa da temperatura da pele dos membros inferiores associada a outro importante biomarcador, como a proteína C-Reativa²⁰.

Para uma avaliação adequada da oscilação da resposta térmica do atleta, é necessário ter seu perfil térmico. Esse parâmetro bem definido de forma individual por jogador desde sua contratação possibilita a identificação de possíveis alterações no decorrer da temporada, e caso ocorra, a atenção com esse determinado atleta deve ser redobrada.

Para realizar o perfil térmico do atleta são necessárias avaliações termográficas contínuas auxiliando assim entender a resposta individual do atleta. Uma aplicação de carga inadequada poderia produzir um quadro de *overtraining* ou até *overreaching*, fatores esses preponderantes para a perda de energia e performance durante o treino e/ou jogos, e até mesmo a um possível problema ortopédico como uma distensão muscular, um problema ligamentar ou tendinoso. Desta maneira a ação preventiva das lesões é de fundamental importância para se evitar um desequilíbrio entre a demanda do exercício e o período de recuperação. A seguir, será apresentado como a TI pode ser implementada como uma forma de prevenção de lesões.

B. TI na prevenção de lesões

Um aspecto fundamental na prevenção de lesões compreende a análise da diferença da temperatura entre os dimídios corporais. A distribuição da temperatura da pele deve exibir simetria contralateral entre membros, já que os ajustes termorregulatórios dos hemicorpos devem ser semelhantes em função da estimulação nervosa equilibrada²⁵.

A TI têm sido utilizada no futebol, e demais esportes, para detectar diferença contralateral da temperatura irradiada pela pele dos hemicorpos direito e esquerdo, com objetivo de prevenir um possível estado lesional²⁶.

O monitoramento térmico comparando partes bilaterais do corpo indica diferentes faixas de normalidade para assimetrias. Existem propostas com diferenças de até $0,25^{\circ}\text{C}$ ²⁷; $0,4^{\circ}\text{C}$ ²⁸; $0,5^{\circ}\text{C}$ ^{29,30}; $0,62^{\circ}\text{C}$ ³¹, que são considerados aceitáveis. Contudo, é possível indicar a proposta de Pichot²⁸ como de referência para um estado de normalidade que considera até $0,4^{\circ}\text{C}$ como aceitável. Cabe destacar que Marins et al.⁵ foi além ao propor uma escala de referência sobre os níveis de diferenças bilaterais, conforme indicado no Quadro 1.

Quadro 1.: Escala de nível de atenção dispensada sobre as diferenças de temperaturas obtidas entre ROI contralateral ou entre duas medidas diferentes do ROI para o mesmo atleta.

DIFERENÇA DE TEMPERATURA	NÍVEL DE ATENÇÃO
$\leq 0,4^{\circ}\text{C}$	NORMAL
0.5 – 0.7 $^{\circ}\text{C}$	MONITORAMENTO
0.8–1.0 $^{\circ}\text{C}$	PREVENÇÃO
1.1–1.5 $^{\circ}\text{C}$	ALARME
$\geq 1,6^{\circ}\text{C}$	ALTA GRAVIDADE

Marins et al. (2015)

A figura 3 apresenta dois exemplos de diferenças bilaterais. A primeira com um jogador de futebol profissional com perfil térmico equilibrado, classificado como similaridade térmica, já que as diferenças não superam os $0,4^{\circ}\text{C}$. Já a segunda, corresponde uma imagem em que se vê uma assimetria de $1,4^{\circ}\text{C}$, classificada como ALARME segundo o Quadro 1, em que a indicação é direcionar o atleta para o Departamento médico, munido dessa importante variável associada a outras como o resultado de um biomarcador sanguíneo inflamatório, informações sobre os últimos estímulos mecânicos e fisiológicos impostos, e uma simples, porém, muito importante que é o relato do atleta acerca de dores ou qualquer possível queixa. Esse arcabouço de informações aumenta consideravelmente a possibilidade de uma tomada de decisão assertiva por parte do médico e fisioterapeuta sobre que procedimento será imposto ao atleta.

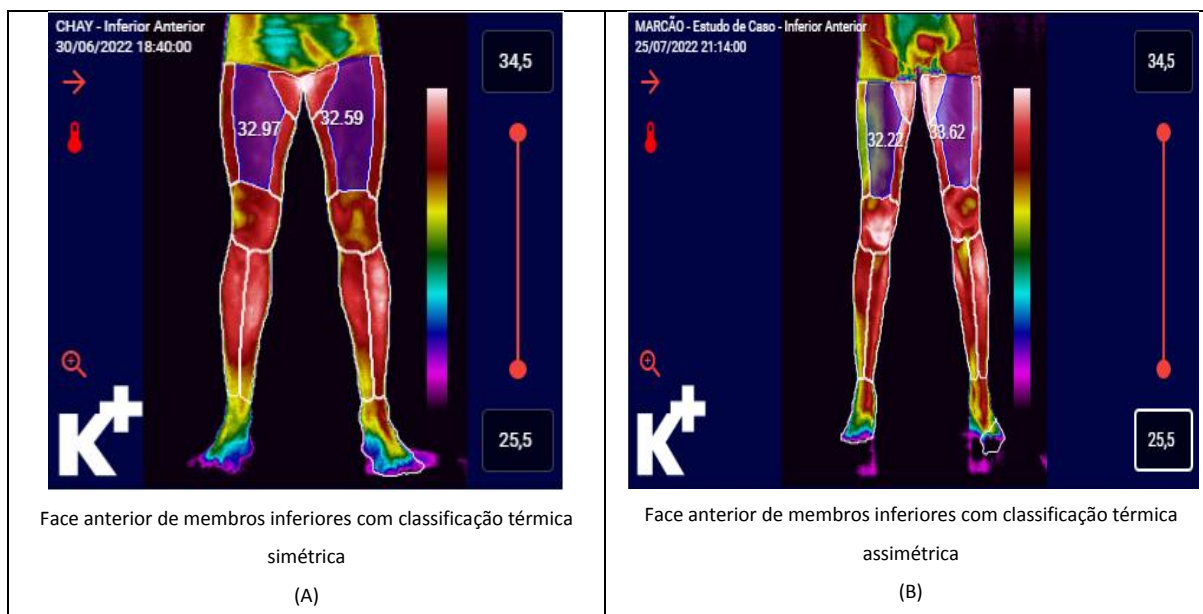


Figura 3.: Exemplos de perfis térmicos de membros inferiores face anterior considerados simétricos (A) e assimétrico (B) de dois jogadores de futebol profissional.

Fonte: Banco de imagens do Laboratório de Performance Humana.

Sobre a prevenção de lesões o trabalho de Gómez-Carmona et al.¹² empregou a termografia num total de 33 jogadores profissionais de futebol do sexo masculino que se voluntariaram para participar do estudo, onde foi comparado 2 programas de prevenção de lesões aplicados em 2 pré-temporadas: um programa convencional e um programa de prevenção de lesões por termografia infravermelha. Comparando a 2ª temporada com a temporada anterior, houve um declínio de 15 lesões para apenas 6, onde também houve significativa diminuição na gravidade das lesões, diminuindo assim a incidência de lesões musculoesqueléticas na coxa, quadril e virilha.

Portanto, suas conclusões indicaram que a TI pode ser usada para determinar como a intensidade da carga de trabalho, o volume de treinamento e as partidas afetam as diferenças bilaterais de temperatura nos jogadores ao longo da temporada. Desta forma, profissionais da comissão técnica podem adaptar o trabalho especificamente a cada atleta e acompanhar a evolução da condição física do atleta para prevenir possíveis lesões. No caso de um atleta lesionado, eles podem considerar as mudanças no perfil térmico como um bom parâmetro no processo de recuperação da lesão.

C. TI como apoio clínico na contratação de um novo atleta

A contratação de um jogador de futebol implica em uma responsabilidade do corpo técnico, especialmente médico, que tem que avaliar se o atleta se encontra em perfeitas condições orgânicas, permitindo assim a incorporação do jogador à nova equipe. As negociações para a contratação de um jogador envolvem elevadas quantias, adequadas para cada realidade de um clube. Em clubes de alto poder aquisitivo da Europa esses valores são milhões de Euros. Um exemplo compreende o

levantamento dos valores de transferência de jogadores de futebol feita pela CIES Football Observatory³² para a temporada 2022/2023, como o caso da contratação de Erling Haaland (€ 153M) pelo Manchester City.

Os clubes contratantes ao fazerem investimentos elevados, têm como expectativa que os atletas estejam perfeitamente saudáveis, sem problemas ortopédicos de forma que possam se incorporar a dinâmica de treinos e jogos e entreguem o devido retorno esportivo o mais rápido possível.

Fatores anatômicos e fisiológicos são altamente importantes na decisão de contratação. O departamento médico e o departamento de fisiologia e performance são acionados onde profissionais (médicos, fisioterapeutas, fisiologistas, nutricionistas e preparadores físicos) levam a discussão fatores como o histórico de lesões e saúde, seja no tocante nutricional, odontológico, ortopédico e fisiológico. Usualmente essa dinâmica se dá através da avaliação pré-participação esportiva, onde é realizada uma bateria de exames clínicos: cardiologia, oftalmologia, otorrinolaringologia e ortopédico. Outros testes também fazem parte do protocolo de avaliação como os funcionais (para inspeção e exame funcional da coluna vertebral, ombro, quadril, joelho, perna, tornozelo e pé). Recomenda-se ainda a realização de testes de amplitude de movimento, equilíbrio muscular e força muscular (salto de uma perna), avaliações específicas e anamneses elaboradas por cada departamento citado. Levando em consideração o aparelho músculo esquelético o exame mais comumente utilizado é a ressonância magnética.

A TI pode estabelecer um perfil térmico geral (fisiológico) e local (ortopédico), auxiliando na tomada de decisão de contratação ou não, tendo em vista que ela pode aportar informações importantes de forma rápida, não invasiva, e inócua ao avaliado⁵. Especificamente quanto à situação ortopédica, se toma por base assimetrias bilaterais com diferenças maiores de 0,4°C que vão nortear exames de imagens mais elaborados, para identificar possíveis lesões graves que impliquem na impossibilidade do jogador atuar, ou mesmo que seja necessária uma intervenção cirúrgica, havendo assim a não recomendação da contratação do jogadores.

Portanto, se o departamento médico do clube obtiver essas informações, estas poderão fornecer subsídios para o departamento de análise de mercado e a gerência de futebol do clube se o atleta reúne a saúde desejada pelo clube e principalmente se ele possui condições de performance de forma satisfatória. Isso irá minimizar erros numa eventual contratação, agregando valor aos clubes profissionais de futebol e assegurando-lhes maior retorno esportivo e financeiro. Desta forma, é extremamente interessante se incluir a realização de IT na fase de exploração clínica de um jogador durante sua contratação, pois ela poderá auxiliar a identificar problemas osteomioarticulares “ocultos” e que demandarão exames de imagens mais elaborados para um diagnóstico mais apurado.

D. TI como auxílio no monitoramento de lesões e na recuperação de um atleta

Por conta da dinâmica física de um jogo de futebol, é extremamente comum se observar lesões ortopédicas causadas por traumas, por excessos de jogos ou carga de treino mal elaboradas. Essas lesões podem ser de diferentes magnitudes com uma recuperação rápida, ou mesmo sendo necessário procedimento cirúrgico. A TI pode auxiliar no monitoramento da evolução da lesão, decorrente da ação fisioterápica e/ou medicamentosa.

Após uma lesão se espera uma diferença bilateral térmica importante (Figura 4). Durante a fase de tratamento se espera que essa diferença possa ir regredindo progressivamente, até retornar ao estado de normalidade térmica como indicado no Quadro 1. Desta maneira a TI deve ser usada como suporte de tomada de decisão por parte dos fisioterapeutas e médicos envolvidos na recuperação do jogador. A figura 4 apresenta cinco condições temporais de um jogador de futebol profissional: (1) antes de lesionar-se, apresentando um quadro de similaridade térmica; (2) após uma lesão de fratura do polo inferior da patela direita em situação de treinamento; (3) 11 após a cirurgia, atleta em fase de repouso; (4) 47 após a cirurgia, atleta submetido a intervenções fisioterápicas e (5) 65 após a cirurgia, atleta é submetido a estímulos específicos da modalidade no campo, mas não responde bem, pois em paralelo o atleta contratou um profissional e por 7 dias fez atividades além do programado pelo staff do clube, apresentando um processo inflamatório no local.

Esse exemplo mostra que mesmo após 65 dias de recuperação ainda não havia retornado à normalidade térmica da região operada, em função de práticas não recomendadas adotadas pelo jogador que não seguiu as orientações médicas e dos fisioterapeutas, e que resultou em sua incapacidade de voltar atuar.

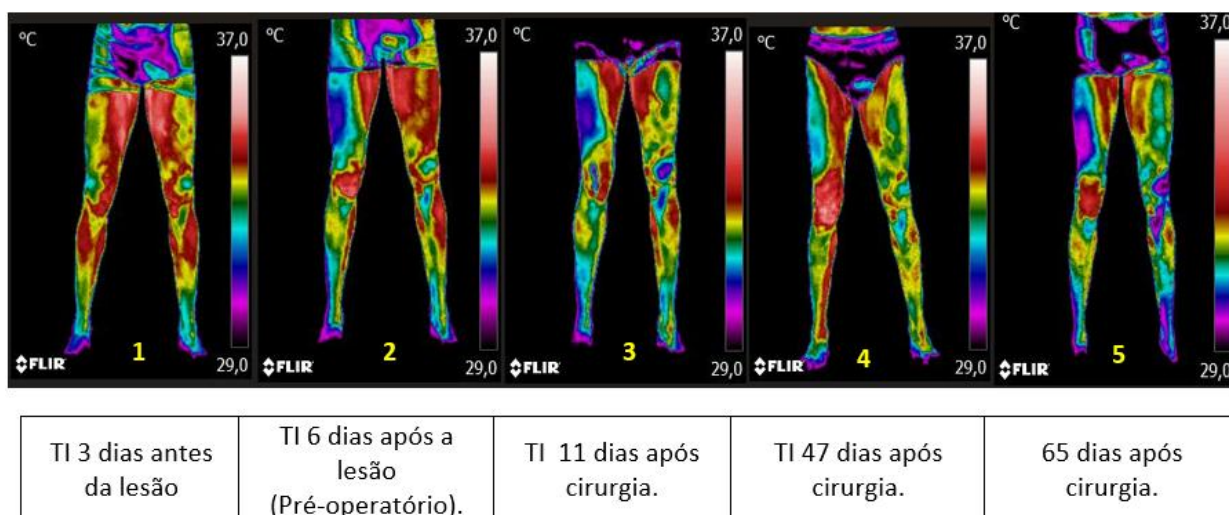


Figura 4.: Apresenta cinco condições temporais de um jogador de futebol profissional, entre a situação pré-lesão, pós-operatório e fase de recuperação não adequada.

Fonte: Banco de imagens do Laboratório de Performance Humana.

A TI também pode auxiliar o médico em duas importantes situações: a) detectar um local de dor, onde após uma intervenção palpatória ele confirmará com exatidão o ponto de gatilho de dor, também conhecido como *trigger point* no complexo miofascial; b) estabelecer uma intervenção medicamentosa, onde as respostas dos fármacos poderão estar associadas à diminuição de dor local, da temperatura e consequentemente da inflamação

E. TI como auxílio no recovery (crioimersão)

É muito comum que os atletas apresentem desconfortos e/ou dores musculares logo após a prática de treinamentos mais intensos e jogos, e essa situação acaba prejudicando diretamente a programação de treinos e demais atividades do dia a dia deles. Essas dores e incômodos também chamada de dor muscular de origem tardia (DMOT), surgem normalmente até 24 horas, atingindo seu pico entre 24 e 48 horas e só vem a diminuir entre cinco e sete dias de recuperação.

Mediante a um calendário de jogos congestionados, tendo jogos em sua maioria das vezes até duas vezes por semana, essa espera para ter atletas plenamente recuperados se torna inviável frente a rotina de treinos, jogos e viagens.

Com o objetivo de amenizar ao máximo esses efeitos as ações de recuperação são extremamente importantes, considerando a alimentação, suplementação, hidratação e o sono. Por outro lado, ações fisioterápicas têm sido propostas para acelerar a recuperação tais como: protocolos de rolos para liberação miofascial, botas pneumáticas (compressão), massagem esportiva, ventosaterapia, eletrofototermoterapia (laser – corrente EMS) atividades de baixa exigência metabólica e impacto como a hidrogenástica e também a crioimersão. Esse último procedimento citado tem sido realizado por décadas como estratégia de recuperação pós-exercício em uma variedade de esportes, e no futebol é muito comum e corriqueira seu uso. A aplicação de frio diminui a dor, reduz o processo inflamatório e ajuda a recuperação muscular, porém, algumas considerações são muito importantes e devem ser observadas:

O atleta deve ser submerso, no mínimo até as cristas ilíacas, mas pode-se optar pela imersão ao nível do esterno ou até ombros. Se preconiza que a temperatura da água para crioimersão seja controlada entre 11 até 15°C e que o tempo de duração fique entre 11 e 15 minutos³³. Quanto ao momento de iniciar a crioimersão, o ideal é que seja iniciada imediatamente após o exercício físico ou treinamento. A crioimersão pode ser utilizada em dias consecutivos sem causar problemas ao atleta, porém é melhor indicada em dias de treinos ou jogos onde o esforço é maior do que o costume. Uma única aplicação de crioimersão, imediatamente após o esforço é suficiente. Os estudos não apresentam diferenças entre uma ou mais aplicações no mesmo dia.

A TI pode ser utilizada com forma de controle da temperatura que se pretende reduzir em uma área. A figura 5 apresenta um exemplo de uma abordagem de crioterapia local na articulação do joelho, com imagens feitas após 2, 4 e 6 minutos de intervenção. É possível verificar claramente com

a ação do gelo reduz agudamente a temperatura média da região em 10,94°C em apenas dois minutos de intervenção, havendo posteriormente uma resposta compensatória aos 4 e 6 minutos.

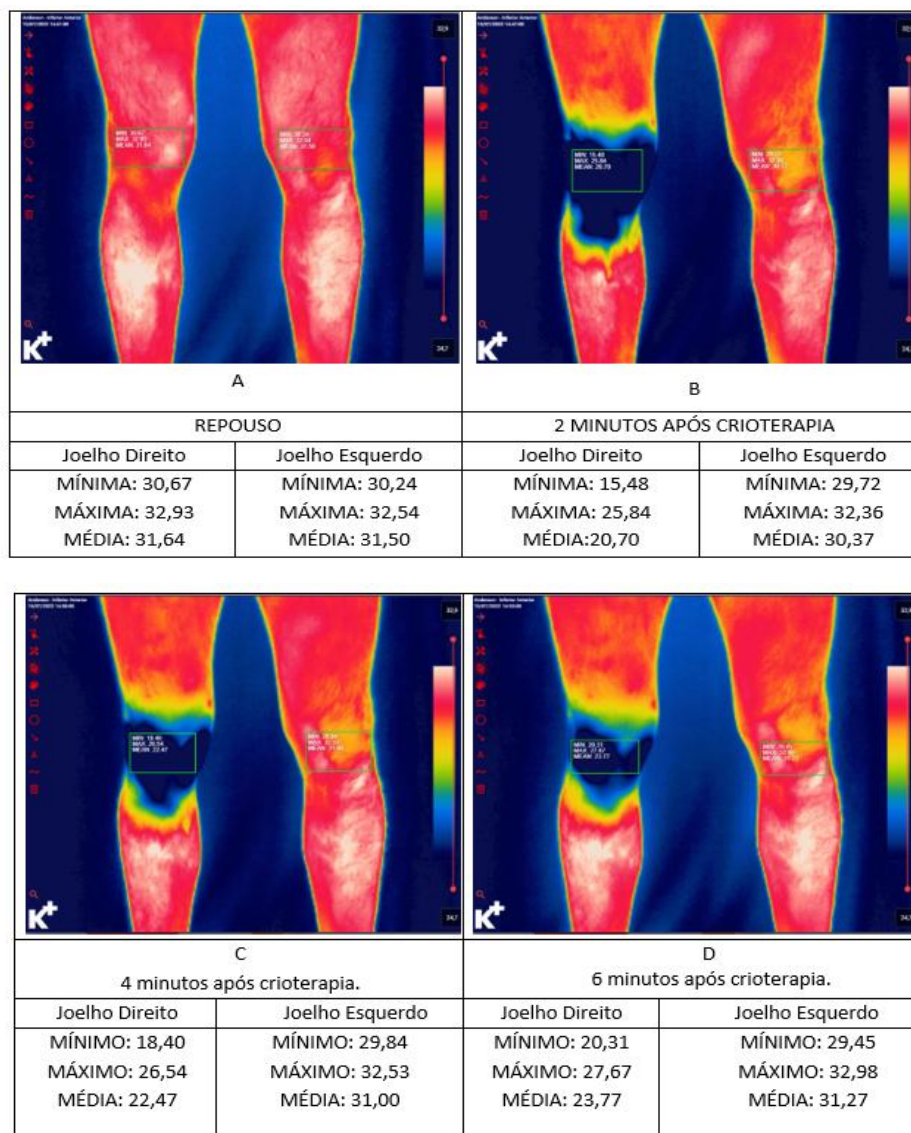


Figura 5.: Exemplo da resposta térmica seriada ao longo de seis minutos na articulação do joelho.

Fonte: Banco de imagens do Laboratório de Performance Humana.

3. CONCLUSÃO

TI é uma ferramenta extremamente versátil que pode dar suporte a diferentes membros de uma comissão técnica de uma equipe de futebol. Ela pode dar suporte desde a tomada de decisão sobre a contratação ou não de um jogador, ao permitir a possibilidade de identificar lesões “ocultas” ortopédicas, bem como no seu dia a dia, auxiliando na prevenção de lesões, ou mesmo em seu monitoramento, caso elas ocorram em busca de um estado de normalidade térmica. Por último, existem indícios que possa ser usada como forma de controle de carga de treino.

4. REFERÊNCIAS

1. Akenhead R, Harley JA, Tweddle, SP. Examining the external training load of an English Premier League Football team with special reference to acceleration. *J Strength Cond Res.* 2016; v. 30, n. 9, p. 2424-32. doi: 10.1519/JSC.0000000000001343
2. Helgerud J, Engen LC, Wisloff U, Hoff J. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; v. 33, n. 11, p. 1925-31. doi: 10.1097/00005768-200111000-00019.
3. Claudino JG, et al. The countermovement jump to monitor neuromuscular status: a meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 2017; v. 20, n. 4, p. 397-402. doi: 10.1016/j.jsams.2016.08.011.
4. Stanton R, Sally-Anne W, Kean CO. Validity and intra-rater reliability of My Jump app on iPhone6s in jump performance. *J Sci Med Sport.* 2017; v. 20, n. 5, p. 518 – 523. doi: 10.1016/j.jsams.2016.09.016.
5. Marins JCB, Fernández-Cuevas I, Arnaiz-Lastras J, Fernandes AA, Sillero-Quintana M. Applications of infrared thermography in sports. A review. *Rev Int Med Cienc Act FisDeporte.* 2015; v. 15, p. 805-24.
6. Novotny J, et al. Thermographic evaluation of muscle activity after front crawl swimming in young men. *Acta BioengBiomech,* 2017; v. 19, n. 4, p. 109-116.
7. Rezende CM, et al. Análise da simetria térmica em atletas de natação de alto rendimento. *Pan Am J Med Thermol.* 2021; v. 6, p. 21-9.
8. Lacerda RP, et al. Comportamento da recuperação de atletas profissionais de voleibol em semanas com jogos e sem jogos. *Coleção Pesquisa em Educação Física,* v. 14, p. 23-30, 2015.
9. Berzosa C, Mejías-Martínez M, Valero-Campo C, Bataller-Cervero AV. Thermo-graphic profile of volleyball player and its possible use for injury prevention. *Sports Nutr. Ther.* 2017; v. 2, n. 3, p. 128. doi: 10.4172/2473-6449.1000128.
10. Barcelos EZ, Caminhas WM, Ribeiro E, Pimenta EM, Palhares RM. A combined method for segmentation and registration for an advanced and progressive evaluation of thermal images. *Sensors (Basel).* 2014; v. 14, n. 11, p.21950-67. doi: 10.3390/s141121950.
11. Bandeira F, de Moura MAM, de Souza MA, et al. Can thermography aid in the diagnosis of muscle injuries in soccer athletes? Locomotor apparatus in exercise and sports. *Rev Bras Med Esporte.* 2012; v. 18, p. 246-51.
12. Gómez-Carmona P, Fernández-Cuevas I, Quintana MS, Arnaiz-Lastras J e Navanda A. Infrared thermography protocol on reducing the incidence of soccer injuries. *J Sport Rehabil.* 2020; v. 29, n. 8, p. 1222-27. doi: 10.1123/jsr.2019-0056
13. Rodrigues Júnior JL. Correlation between strength and skin temperature asymmetries in the lower limbs of Brazilian elite soccer players before and after a competitive season. *J Therm Biol.* 2021; v. 99, p. 102919.
14. Fernandes AA, et al. Effect of a professional soccer match in skin temperature of the lower limbs: a case study. *J ExercRehabil.* 2017; v. 13, p. 330-4. doi: 10.12965/jer.1734934.467
15. Fernandes AA, et al. Skin temperature changes of under-20 soccer players after two consecutive matches. *Sport Sci Health.* 2017a; v. 13, p. 635-43. doi:10.1007/s11332-017-0394-1
16. Fernandes AA, Pimenta EM, Moreira DG, Marins JCB, Garcia ES. Application of infrared thermography in the assessment of muscle damage in elite soccer athletes. *MOJ OrthopRheumatol.* 2017b; v. 8, n. 5, p. 00328. doi: 10.15406/mojor.2017.08.00328
17. Freitas DS, Miranda R; Bara Filho MG. Marcadores psicológico, fisiológico e bioquímico para determinação dos efeitos da carga de treino e do overtraining. *RBCDH.* 2009; v. 11, p. 457-465, 2009.
18. Bangsbo J. Energy demands in competitive soccer. *J Sports Sci.* 1994; v. 12 Spec No:S5-12.
19. Schuth G, et al. Factors Influencing Creatine Kinase Response in Youth National Team Soccer Players. *Sports Health.* 2021; v. 13, n. 4, p. 332-340. doi:10.1177/1941738121999387

20. Duarte W, et al. C-reactive protein and skin temperature of lower limbs of elite brazilian soccer players like load markers following three consecutive games. *J Therm Biol.* 2022, v. 5, p. 156-169. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2022.103188>
21. Rabbani A; Clemente FM; Kargarfard M, Chamari K. Match Fatigue Time-Course Assessment Over Four Days: Usefulness of the Hooper Index and Heart Rate Variability in Professional Soccer Players. *Frontiers in Physiology.* 2019; v. 10, p. 109. doi:10.3389/fphys.2019.00109.
22. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *MSSE.* 1982; v. 14, n. 5, p. 377-381.
23. Foster C, et al. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res.* 2001; v. 15, n. 1, p. 109-115.
24. Fernandes AA, Pimenta EM, Da Silva CD, Garcia ES. Comportamento das temperaturas interna e muscular durante o jogo de futebol. *Rev Bras Futebol,* 2015; v. 8, n. 2, p. 3-11.
25. Brioschi MC, Macedo JF, Macedo RA. Termometriacutânea: novosconceitos. *J Vasc Br.* 2003; v. 2, p. 151-60.
26. Hildebrandt C, Raschner C, Ammer K. An Overview of Recent Application of Medical Infrared Thermography in Sports Medicine in Austria. *Sensors.* 2010; v.10, p. 4700-15.
27. Verdasca R. Symmetry of temperature distribution in the upper and the lower extremities. *Therm. International.* 2008; v. 18, n. 4, p. 154.
28. Pichot, C. Aplicación de la termografíaenel dolor lumbar crónico. *Rev de la Soc Española del Dolor.* 2001; v. 8, p. 43-7.
29. Uematsu S, Edwin DH, Jankel WR, Kozikowski J, Trattner M. Quantification of termal asymmetry. *J Neurosurg.* 1988; v. 69, p. 552-555. doi: 10.3171/jns.1988.69.4.0552
30. Niu HH, Lui PW, Hu JS, et al. Thermal symmetry of skin temperature: data of normal subjects in Taiwan. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi.* 2001; v. 64, p. 459-68.
31. Feldman F, Nickoloff EL. Normal thermographic standards for the cervical spine and upper extremities. *Skeletal Radiol.* 1984; v. 12, n. 4, p. 235-49.
32. Poli R, Besson R; Ravenel L; Gonzalez T. Valores de transferência: Mbappé de volta ao topo. *Cies football observatory,* 2022. <https://www.football-observatory.com/IMG/sites/b5wp/2021/wp384/en/> Acessoem: 20/07/2022.
33. Machado AF, et al. Can water temperature and immersion time influence the effect of cold water immersion on muscle soreness? A systematic review and meta-analysis. *Sports Med,* 2016; v. 46, n. 4, p. 503-514. doi: 10.1007/s40279-015-0431-7.