



Rev Bras Futebol 2024; v. 17, n. 2, 24 – 61.

QUAIS ESTRATÉGIAS PODEM SER USADAS PARA AVALIAR O DANO MUSCULAR, ESTADO DE FADIGA E QUALIDADE DA RECUPERAÇÃO DE ATLETAS DE FUTEBOL E FUTSAL?

WHAT STRATEGIES CAN BE USED TO ASSESS MUSCLE DAMAGE, FATIGUE STATE AND QUALITY OF RECOVERY IN FOOTBALL AND FUTSAL ATHLETES?

Prof. Ms. Felipe Augusto Mattos Dias

felipe.a.dias@ufv.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8325-1419>

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

Prof. Dr. Alisson Gomes da Silva

alisson.gomes@ufv.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2086-3431>

Escola Preparatória de Cadetes do Ar - EPCAR

Prof. Dr. João Carlos Bouzas Marins

e-mail: jcbouzas@ufv.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0727-3450>

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

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

QUAIS ESTRATÉGIAS PODEM SER USADAS PARA AVALIAR O DANO MUSCULAR, ESTADO DE FADIGA E QUALIDADE DA RECUPERAÇÃO DE ATLETAS DE FUTEBOL E FUTSAL?

RESUMO

Introdução: A avaliação da recuperação dos atletas fornece informações valiosas sobre o estado de prontidão para realizar um novo estímulo, possibilitando o gerenciamento das cargas de treinamento, otimização e individualização do treinamento, redução dos riscos de lesões, detecção precoce de overreaching e minimização da possibilidade de overtraining. O estudo de ferramentas de avaliação das respostas fisiológicas e de métodos de prevenção de lesão sempre despertou interesse, tanto para atletas, quanto para cientistas do esporte que buscam aprimorar o rendimento esportivo e garantir a manutenção da saúde do atleta.

Objetivo: Apresentar por meio de uma revisão narrativa as ferramentas mais utilizadas no futebol e no futsal para avaliar o dano muscular, estado de fadiga e recuperação.

Metodologia: Trata-se de uma revisão narrativa na qual o conteúdo tomou como referência uma busca na base de dados Pubmed. O conteúdo foi estruturado em 6 tópicos, sendo eles: a) Biomarcadores sanguíneos; b) Circunferência dos membros c) Escalas psicométricas; d) Performance em Testes físicos; e) Termografia Infravermelha f) Variabilidade da Frequência cardíaca. Ao longo de cada tópico foram debatidos a fundamentação teórica, bem como, o momento de avaliação e os valores de referência de cada um dos parâmetros.

Conclusão: Os achados nos permitem concluir que a avaliação de um conjunto de indicadores ajuda a caracterizar o dano muscular, a fadiga e qualidade de recuperação de forma mais abrangente, pois cada sintoma relaciona-se a algum marcador fisiológico específico. Além disso, foi observado que algumas ferramentas apresentadas já possuem um certo nível de evidência e por isso sua aplicação no contexto prático já está bem estabelecida, como é caso de grande parte dos biomarcadores, da termografia, do salto com contramovimento e da variabilidade da frequência cardíaca. No entanto, outros parâmetros como a análise da circunferência dos membros, alguns biomarcadores como a relação testosterona/cortisol e até mesmo alguns testes de desempenho físico como o sprint, exigem um maior nível de evidência científica, garantindo assim um maior grau de confiabilidade e assertividade das avaliações realizadas.

Palavras-chave: Dano Muscular; Fadiga; Recuperação

WHAT STRATEGIES CAN BE USED TO ASSESS MUSCLE DAMAGE, FATIGUE STATE AND QUALITY OF RECOVERY IN FOOTBALL AND FUTSAL ATHLETES?

ABSTRACT

Introduction: Assessing athletes' recovery provides valuable information about their readiness to undertake new stimuli, allowing for better management of training loads, optimization and individualization of training, reduction of injury risks, early detection of overreaching, and minimization of the possibility of overtraining. The study of tools for evaluating physiological responses and injury prevention methods has always been of interest to both athletes and sports scientists who aim to enhance sports performance and ensure the maintenance of athletes' health.

Objective: To present, through a narrative review, the most commonly used tools in soccer and futsal for evaluating muscle damage, fatigue state, and recovery.

Methodology: This is a narrative review in which the content is taken as reference by a search in the Pubmed database. The content was structured into 6 topics, namely: a) Blood biomarkers; b) Limb circumference c) Psychometric scales; d) Performance in Financial Tests; e) Infrared Thermography f) Heart Rate Variability. Throughout each topic, the theoretical basis was discussed, as well as the moment of evaluation and the reference values for each of the parameters.

Conclusion: The findings allow us to conclude that evaluating a set of indicators helps to more comprehensively characterize muscle damage, fatigue, and recovery quality, as each symptom is related to a specific physiological marker. Additionally, it was observed that some of the presented tools already have a certain level of evidence, and their application in practical contexts is well established. This is the case for most biomarkers, thermography, countermovement jump, and heart rate variability. However, other parameters, such as the analysis of limb circumference, some biomarkers like the testosterone/cortisol ratio, and even some physical performance tests like sprinting, require a higher level of scientific evidence, ensuring a greater degree of reliability and accuracy in the assessments conducted.

Keywords: Muscle Damage, Fatigue, Recovery.

1. INTRODUÇÃO

O futebol e futsal são modalidades intermitentes constituídas por ações de elevada demanda física, fisiológica e biomecânica¹⁻¹². O processo de treinamento destas modalidades consiste na exposição do atleta a atividades sistematizadas, que visam desenvolver o conjunto de habilidades e demandas específicas da modalidade, promovendo adaptações metabólicas, funcionais e morfológicas que em conjunto com outros aspectos possibilitam a potencialização do desempenho¹³⁻¹⁵. No entanto, a prescrição inadequada, especialmente com uma sobrecarga de treinamento associada à uma recuperação insuficiente, pode retardar temporariamente a performance atlética, ocasionando um declínio no desempenho conhecido como fadiga¹⁶⁻¹⁹.

Na literatura, a fadiga é considerada como qualquer declínio no desempenho, determinado por uma combinação de fatores centrais e periféricos^{3,20-23}. No caso de algumas modalidades coletivas, como o futebol e futsal, a fadiga é multifatorial³. Imediatamente após um treinamento e/ou competição o atleta apresenta uma fadiga transitória caracterizada por uma fase catabólica com depleção energética e hídrica, dano tecidual e prejuízos cognitivos²³. Já na fase de recuperação, após cessar os estímulos físicos, os atletas podem permanecer com um quadro de fadiga residual, em função da magnitude da carga de treino anterior, sugerindo que não houve uma recuperação completa. A recuperação entre sessões de treinamento ou competição é ocasionada pelos processos restaurativos, gerando ressíntese energética especialmente a restauração do glicogênio muscular, hidratação intracelular, remoção de metabólitos, aumento de síntese proteica muscular e o desencadeamento de uma resposta inflamatória que irá atuar na reparação de microlesões e na regeneração da musculatura esquelética e de todas as organelas e enzimas que atuam no processo de contração muscular²³.

O processo de recuperação dos mecanismos de fadiga é altamente variável e complexo, pois depende de diversos fatores de confusão^{3,23}. No futebol, por exemplo, Nédélec et al.³ citam existem alguns fatores extrínsecos e intrínsecos que podem influenciar na magnitude da fadiga, e conseqüentemente, na cinética de recuperação dos atletas, como é o caso do resultado da partida, do local da partida, função tática do atleta, da qualidade do adversário, das condições ambientais no momento do jogo, do estado de treinamento do atleta, da idade, do sexo e até mesmo de fatores genéticos. Fatores como a abordagem nutricional, o emprego de recursos ergogênicos nutricionais, o nível de hidratação, a utilização de estratégias fisioterápicas e a qualidade e quantidade do sono, também são fatores determinantes nessa recuperação²⁴.

A avaliação da recuperação dos atletas fornece informações valiosas sobre o estado de prontidão para realizar um novo estímulo²⁵, possibilitando o gerenciamento das cargas de treinamento, otimização e individualização do treinamento, redução dos riscos de lesões, detecção precoce de overreaching e minimização da possibilidade de overtraining^{5,13,23,25,26}. Com base nisso, o monitoramento do treinamento e da recuperação passou a ser investigado e implementado na rotina de treinamento de atletas de alto rendimento.

O estudo de ferramentas de avaliação das respostas fisiológicas e de métodos de prevenção de lesão sempre despertou interesse, tanto para atletas, quanto para cientistas do esporte que buscam aprimorar o rendimento esportivo e garantir a manutenção da saúde do atleta. Em paralelo, os avanços tecnológicos têm proporcionado avaliações cada vez mais profundas e aprimoradas das respostas fisiológicas e neuromusculares. A recuperação (REC), por exemplo, pode ser avaliada por diversas ferramentas objetivas e subjetivas, como por meio de escalas subjetivas de bem-estar^{5,17,23,27-30}, dor^{17,23,25,27-30} e recuperação percebida^{5,13,17,23,25,27-30}, desempenho em testes físicos como o salto com contramovimento^{22,23,30-33}, análise de biomarcadores sanguíneos de inflamação e/ou dano muscular^{5,17,25,28,30,33-39} e através da termografia infravermelha^{25,38-30,33,37-39}.

No entanto, cada método possui alguma limitação, por isso novas alternativas de monitoramento de REC e prevenção de lesões continuam sendo pesquisadas. Visando minimizar essas limitações e proporcionar uma avaliação integral e assertiva dessas respostas físicas, fisiológicas, bioquímicas, psicométricas, neuromusculares e biomecânicas é importante combinar esses indicadores, entender a interação entre eles e principalmente como os mesmos devem ser avaliados e interpretados.

Neste sentido, este estudo visa colaborar com a prática diária no ambiente esportivo, especialmente de cientistas do esporte, preparadores físicos, fisiologistas, médicos e/ou fisioterapeutas. Portanto, o objetivo desta revisão é apresentar as ferramentas mais utilizadas no processo de avaliação do dano muscular, estado de fadiga e recuperação, especialmente no futebol e no futsal.

2. METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão narrativa estruturada em 6 tópicos, sendo eles: a) Biomarcadores sanguíneos; b) Circunferência dos membros c) Escalas psicométricas; d) Performance em Testes físicos; e) Termografia Infravermelha f) Variabilidade da Frequência cardíaca. O conteúdo tomou como referência uma busca na base de dados Pubmed, utilizando os descritores “soccer” e/ou “futsal” associado a outros descritores, como por exemplo, “loadcontrol”, “training loadmonitoring”, “fatigue monitoring”, “fatigue”, “recovery”,

“recovery monitoring”, compreendendo um período de busca de estudos publicados entre janeiro de 2010 e janeiro de 2024. Além disso, com intuito de complementar as buscas, a partir da identificação e leitura dos artigos selecionados, suas referências bibliográficas foram rastreadas em busca de novos trabalhos potencialmente úteis que pudessem contribuir com esta revisão.

3. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO DMIE, NÍVEL DE FADIGA E RECUPERAÇÃO

3.1 BIOMARCADORES SANGUÍNEOS

A realização de exercícios intensos e extenuantes, como por exemplo os sprints, acelerações, desacelerações, pode ocasionar danos à estrutura muscular, promover microlesões e prejuízos às estruturas musculares, aumentar a permeabilidade da membrana sarcoplasmática e elevar a quantidade de proteínas intramusculares na corrente sanguínea^{2,3,10,23,40-46}. Atualmente, diversos estudos têm mostrado que os níveis séricos de algumas enzimas ou proteínas podem ser utilizados como marcadores de estado funcional, bem como, indicadores de dano muscular, inflamação e qualidade de recuperação de atletas^{5,17,23,25,28,30,33-39}.

Visando avaliar a qualidade da recuperação e o nível de prontidão dos atletas, diferentes tipos de marcadores bioquímicos têm sido estudados e vem sendo implementados na rotina de monitoramento de carga de futebolistas e salonistas^{23,34}. O monitoramento da recuperação e da fadiga por biomarcadores permite a obtenção de resultados precoces e possibilita um rastreamento fisiológico generalizado⁴⁷⁻⁴⁹. Níveis aumentados desses biomarcadores podem indicar uma alteração da permeabilidade da membrana, maior resposta oxidativa e/ou até mesmo o surgimento de um processo inflamatório ou prejuízos imunológicos^{23,34,47-49}.

Dentro da rotina de monitoramento do nível de prontidão dos atletas diversos biomarcadores são utilizados, como lactato desidrogenase, mioglobina, ácido úrico, aspartato aminotransferase, interleucina-6, glóbulos brancos, testosterona, cortisol, etc^{23,34}. De todos os biomarcadores utilizados, a creatina quinase (CK) é a mais utilizada e parece ser um dos melhores indicadores de dano muscular^{34,47-49}, pois é marcador que mais apresenta variações pré e pós estímulos, principalmente após exercícios com grande participação excêntrica, como as ações que constituem o futebol e o futsal.

Por mais que os biomarcadores sejam parâmetros eficientes e confiáveis para monitorar o dano muscular, nível de fadiga e recuperação dos atletas, é importante destacar que eles apresentam algumas limitações^{34,48,49}. Primeiramente, deve-se ressaltar que essa

estratégia de monitoramento apresenta um elevado custo, necessita de contato direto entre avaliador e avaliado, é invasiva e não possibilita uma coleta rápida quando se considera o coletivo da equipe já que a amostra tem de ser individual, não permitindo a avaliação de vários atletas ao mesmo tempo. Além disso, é válido citar que os resultados obtidos através da análise de biomarcadores não sinalizam o local e nem qual é o exato problema, sendo assim, sugere-se que os mesmos sejam utilizados em conjunto com outras ferramentas para otimizar o processo de controle de carga e proporcionar tomadas de decisões mais assertivas. Por fim, há uma alta variabilidade intraindividual na resposta de biomarcadores sanguíneos ao DMIE.

Creatina Quinase (CK)

A CK é uma enzima intramuscular que assim como diversos outros biomarcadores é analisada através da coleta sanguínea^{34,47-52}. Pela facilidade de avaliação e coleta, sensibilidade, confiabilidade, baixo custo e por se correlacionar com diversos outros parâmetros a CK é considerada um biomarcador mais aplicável para monitoramento de jogadores de futebol e futsal^{34,47-52}. Os estudos sugerem que o uso da CK no monitoramento da carga possibilita a obtenção de informações acerca da magnitude de dano muscular, e conseqüentemente, do nível de prontidão do atleta para realizar um treinamento, onde altos níveis de CK em indivíduos aparentemente saudáveis pode indicar uma possível lesão ou aumentar a probabilidade que a mesma ocorra⁴⁷⁻⁵². De acordo com a literatura, geralmente após a realização de exercícios intensos os níveis de CK começam a aumentar gradativamente e atingem um pico entre 12 a 24 horas após o estímulo, e normalmente, retornam aos valores basais após 48 horas de recuperação, a depender de aspectos como qualidade da recuperação, qualidade do sono e da magnitude da carga realizada⁴⁹⁻⁵².

Proteína C reativa (PCR)

A PCR uma proteína pró-inflamatória, produzida no fígado, liberada na corrente sanguínea em condições de inflamação e infecção (patológicas), bem como em condições de DMIE⁴⁹. Como a prática de exercícios físicos pode afetar o estado imunológico, o monitoramento da PCR vem sendo indicado objetivando auxiliar o processo de detecção da fadiga e do overtraining^{34,49}. Os estudos mostram que a PCR é um marcador inflamatório, que quando elevado pode indicar que o atleta apresenta um baixo nível de prontidão para treinamento ou até mesmo que atleta apresenta algum problema fisiopatológico, como por exemplo, uma lesão^{34,49}. De acordo com literatura, os níveis de PCR começam a aumentar gradativamente de 6 a 12 horas após a prática de atividade de alta intensidade e/ou de longa duração, alcançando um pico entre 24 a 48 horas após o estímulo, e normalmente, retornam

aos valores basais após 72 horas de recuperação, a depender de aspectos como a carga de treinamento realizada e qualidade da recuperação⁴⁹⁻⁵².

Relação Testosterona e Cortisol (Relação T/C)

A testosterona e o cortisol são biomarcadores frequentemente utilizados para avaliar as variações do catabolismo e do anabolismo proteico^{48,49,53,54}. A relação T/C pode ser implementada no monitoramento para avaliar o nível de bem-estar e recuperação, e consequentemente, prevenir o overtraining^{34,48,49,55}. Uma redução na relação T/C poderia ser relacionada a uma diminuição no desempenho atlético durante os jogos e treinamentos^{34,49}. No entanto, os estudos analisados pela revisão sistemática publicada por Santana⁵⁴ sinalizam que a redução no desempenho de futebolistas não está associada a maiores níveis de cortisol na corrente sanguínea e a redução da relação T/C. São poucos os estudos que analisaram esta relação, por isso ainda não existe um consenso sobre sua utilização e nem mesmo acerca dessas respostas em jogadores de futebol e principalmente de futsal.

3.1.1 Momentos de análise

Normalmente, os parâmetros bioquímicos não são analisados diariamente, fato este que pode ser justificado pelo alto custo das coletas e insumos necessários, além do fato de ser um parâmetro invasivo, o que pode ocasionar um desconforto ao atleta. Dentro de uma rotina de monitoramento da recuperação e de prevenções de lesões, a maioria dos profissionais optam por avaliar as respostas dos biomarcadores em momentos específicos, como por exemplo, após jogos oficiais, partidas amistosas ou após treinamentos de maior intensidade que exigiram maior carga física e fisiológica dos atletas. No entanto, esses momentos de avaliações podem ser influenciados por alguns fatores, como por exemplo, local onde o jogo foi disputado e até mesmo pelo próprio calendário competitivo, que as vezes pode prejudicar a logística de viagens e reapresentação dos atletas, aumentando a dificuldade de coleta desses parâmetros.

Na maioria dos casos as coletas são realizadas 24, 36 ou 48 horas após os momentos específicos citados anteriormente. Entretanto, em alguns casos isolados pode acontecer de um ou outro atleta realizar essas avaliações como maior frequência, como é um caso de um atleta que após 24 horas de recuperação foi avaliado e apresentou um resultado muito elevado em algum dos biomarcadores analisados e em outras avaliações. Sendo assim, os profissionais que atuam no departamento de *performance* que trabalham junto deste atleta, podem achar pertinente que o mesmo seja reavaliado no dia seguinte, objetivando garantir a qualidade total da recuperação deste atleta e identificar o nível real de prontidão do mesmo para realizar

o treinamento planejado de forma segura. Além desta, outra condição na qual é comum observar uma frequência maior de avaliações ocorre em casos onde existe um ou mais atleta que apresenta uma maior probabilidade de lesão, exigindo assim de um maior nível de atenção e cuidado por parte do corpo técnico.

3.1.2 Valores de referência

Na tabela 1 são expostos os valores de referência adotados para interpretação de exames bioquímicos de indivíduos adultos saudáveis não atletas do sexo masculino. Em função da especificidade e rotina de treinamento dos atletas de futebol e de futsal, é comum observar níveis ligeiramente mais elevados quando comparados aos valores obtidos em indivíduos não atletas saudáveis. A CK por exemplo, segundo Coelho et al⁴⁶ pode-se observar valores médios entre 350 e 400 U/L ao longo da temporada. Vale ressaltar, que nestes casos em específico normalmente essas variações não são clinicamente importantes, especialmente se não houver nenhum outro sintoma associado. Além disso, cabe destacar que essas respostas podem variar de acordo com o momento de avaliação, bem como, em função dos fatores individuais intrínsecos e extrínsecos dos atletas e até mesmo por conta de aspectos externos. Por fim, cabe destacar que estes parâmetros podem se manter alterados por até 12, 24 e/ ou 36 horas após uma partida, como é o caso da CK e do AU, ou até mesmo após 48 horas de recuperação, como é caso da PCR.

Tabela 1: Faixas normalidade de alguns biomarcadores utilizados no contexto esportivo *

Biomarcador	Valor mínimo	Valor máximo
Creatina quinase (CK)	24 u/L	189 u/L
Ácido úrico (AU)	2,5 mg/dL	7 mg/dL
Proteína C reativa ultrasensível (PCR)	1 mg/L	5 mg/L

* Dados retirados do site <https://loja.bioclin.com.br/>

Alguns autores destacam que os valores de referência dos biomarcadores são extremamente frágeis e por isso devem ser analisados com cautela e se possível em conjunto com outros marcadores. Na prática, alguns profissionais recomendam que os atletas sejam comparados com eles mesmos, para isso, normalmente, no início da temporada quando o atleta está totalmente descansado, os profissionais do corpo técnico realizam as dosagens basais deste atleta para os diferentes marcadores. Com base nestes dados iniciais do atleta é possível analisar as variações que ocorrem ao longo da temporada e identificar aumentos expressivos que requerem um maior nível de atenção.

3.2 CIRCUNFERÊNCIA DOS MEMBROS

Partindo do conceito biológico de que a prática de exercícios intensos, principalmente aqueles com maior predominância excêntrica, induz dano muscular, é esperado o surgimento de algumas respostas fisiológicas em função do aumento das ações inflamatórias, das quais podemos destacar o inchaço ocasionado pelo aumento da espessura muscular^{3,35,46,57-63}. Sendo assim, a avaliação da circunferência das regiões ativas, como a coxa e a perna no caso do futebol e do futsal, pode auxiliar na identificação de mudanças significativas que pode indicar inflamação, edema ou outros problemas musculares⁶²⁻⁶⁸.

A avaliação da circunferência do membro é uma ferramenta útil e validada para avaliar o desenvolvimento muscular e compor uma avaliação antropométrica⁶⁷, e recentemente vem sendo proposta, em alguns casos, como uma possível técnica que pode auxiliar o processo de monitoramento e identificação do dano muscular⁶²⁻⁶⁸. Por se tratar de um método rápido, não invasivo, seguro, de baixo custo e de fácil avaliação a análise das circunferências vem sendo implementada na rotina de monitoramento do dano muscular por alguns profissionais da medicina esportiva^{66,68}. No entanto, os estudos ressaltam que essa ferramenta deve ser parte de uma abordagem mais abrangente, devendo ser utilizada em conjunto com outras ferramentas clínicas que podem complementar o monitoramento da saúde muscular do atleta, como por exemplo o uso de dispositivos de imagens, como a termografia infravermelha e a ultrassonografia^{34,68}.

A medida da circunferência pode ser realizada de forma simples utilizando apenas uma fita métrica antropométrica⁶⁷. Os estudos sugerem que para garantir uma maior confiabilidade dos dados é de extrema importância que a avaliação seja realizada por um profissional capacitado treinado em técnicas antropométricas⁶⁷. É válido destacar que esta estratégia também apresenta algumas limitações, como a influência de fatores ambientais que podem aumentar a retenção hídrica e conseqüentemente ocasionar um inchaço local, necessidade de padronização exata da região corporal onde será feito a medida e o fato de necessitar de contato físico direto entre o avaliador e o avaliado, podendo causar alguns constrangimentos durante a avaliação^{66,68}. A figura 1 ilustra como são realizadas as mensurações de circunferência da coxa (A) e da perna (B).

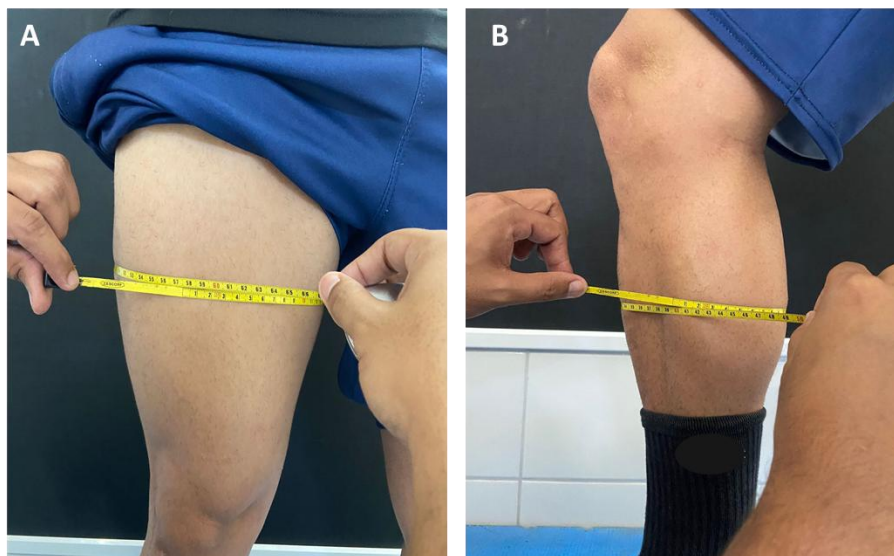


Figura 1: Mensuração da circunferência da coxa (A) e da perna (B).

3.2.1 Momentos de análise

Dentro de uma rotina de monitoramento da recuperação e de prevenções de lesões, a maioria dos profissionais optam por avaliar as circunferências em momentos específicos, como por exemplo, durante o período de recuperação após jogos oficiais, partidas amistosas ou após treinamentos de maior intensidade que exigiram maior carga física e fisiológica dos atletas. No entanto, por se tratar de um método de avaliação de baixo custo, rápida, prático e que independe de um local específico, as análises de circunferência dos membros podem ser realizadas com maior frequência ao longo de um microciclo.

Assim como a maioria dos outros parâmetros, normalmente as mensurações de circunferência dos membros são realizadas 24, 36 ou 48 horas após os jogos oficiais, partidas amistosas ou após treinamentos de maior intensidade. Entretanto, alguns profissionais podem optar por avaliar com uma maior frequência atletas que apresentam um maior risco de lesão e carecem de maior nível de atenção, como exemplo, atletas que apresentam histórico de lesões frequentes, atletas mais velhos ou até mesmo atletas que estão retornando após uma lesão recente. Nestes casos é comum que os atletas sejam avaliados 2 ou até 3 vezes ao longo de uma mesma semana, assim dando mais segurança e assertividade ao processo de tomada de decisão por parte do corpo técnico.

3.2.2 Valores de referência

Os valores de referência podem facilitar comparações e auxiliar a tomada de decisão do corpo técnico. No entanto, a análise das circunferências ainda não possui valores de referência bem estabelecidos, dificultando o processo de monitoramento da recuperação

utilizando essa ferramenta. Uma possível justificativa para isso é fato de se tratar de uma medida que sofre muita influência dos fatores individuais intrínsecos e extrínsecos, como por exemplo os aspectos morfológicos e antropométricos dos próprios indivíduos. Sendo assim, é interessante que sejam realizando estudos futuros objetivando desenvolver faixas normativas de circunferência dos membros para futebolistas e salonistas de diferentes idades, níveis competitivos e gêneros, além disso, em paralelo, é sugerido que cada profissional construa suas próprias faixas de normalidade específicas para seu grupo de atletas, assim auxiliando e melhorando o processo de identificação de respostas adversas e do grau de prontidão dos atletas por meio da análise das circunferência dos membros.

Além disso, se indica que os valores basais de repouso sejam estabelecidos quando o indivíduo estiver saudável, totalmente descansado e sem lesões, assim, as futuras avaliações podem ser comparadas a essa linha de base para identificar quaisquer anormalidades e colaborar de forma precisa com o processo de prevenção de lesões e monitoramento da prontidão dos atletas. Por fim, por se tratar de uma medida que varia muito em função de adaptações morfofisiológicas como a hipertrofia muscular, é indicado que sejam feitas atualizações frequentes desses valores basais de repouso.

3.3 ESCALAS PSICOMÉTRICAS

A fim de maximizar a recuperação, prevenir lesões e potencializar o desempenho, o monitoramento do estado subjetivo de estresse, fadiga, dolorimento e recuperação dos atletas está se tornando cada vez mais comum no futebol^{3,23,29,71} e no futsal^{8,10}. O monitoramento da recuperação e da fadiga através das escalas psicométricas permite a detecção dos sinais precoces de fadiga, auxiliando que treinadores e demais membros do staff da equipe programem e adaptem adequadamente as cargas de treinamento, reduzindo os riscos de lesões, maximizando as adaptações positivas e minimizando os riscos de overtraining e overreaching^{3,5,23,26,29,69-71}.

A literatura tem considerado que as escalas psicométricas são sensíveis para monitorar os efeitos das cargas de treinamento, conseguem detectar os sinais e sintomas de pré-fadiga e monitorar a recuperação psicofisiológico dos atletas^{3,70,71}. Dentre as várias escalas utilizadas e citadas na literatura, a escala de bem-estar geral, também conhecida como índice de Hooper (IH)⁷², e a escala de avaliação da qualidade total de recuperação (QTR)⁷³, são as ferramentas de maior destaque no contexto prática e científico do futebol e do futsal. O IH é medido através de subescalas de autoavaliação do bem-estar geral relacionado ao estado atual do atleta que avaliam escores psicofisiológicos relacionados a qualidade do sono da noite anterior, estresse

geral, nível de fadiga e a dor muscular de início tardio (DMIT)⁷². Essas variáveis são mensuradas pré-treino e/ou pré-jogo usando escalas de 1 a 7, e posteriormente, o IH pode ser calculado através da soma das pontuações obtidas nessas 4 subescalas subjetivas. Os trabalhos recentes tem considerado o IH como um dos marcadores mais interessantes e sensíveis para obter informações sobre estado psicofisiológico de jogadores de especificamente de futebol^{69,72}. O quadro 1 apresenta uma tradução da escala proposta por Hooper⁷².

Quadro 1: Escala de bem-estar geral proposta por Hooper⁷².

SONO		STRESS		FADIGA		DOR MUSCULAR	
1	Muito, muito bom	1	Muito, muito baixo	1	Muito, muito baixa	1	Muito, muito baixa
2	Muito bom	2	Muito baixo	2	Muito baixa	2	Muito baixa
3	Bom	3	Baixo	3	Baixa	3	Baixa
4	Médio	4	Médio	4	Média	4	Média
5	Mau	5	Alto	5	Alta	5	Alta
6	Muito mau	6	Muito alto	6	Muito alta	6	Muito alta
7	Muito, muito mau	7	Muito, muito alto	7	Muito, muito alta	7	Muito, muito alta

Outra escala apresentada na literatura que também atua como ferramenta para auxiliar o processo de controle de carga de treinamento é a QTR⁷³, que tem como principal objetivo prevenir e identificar o aparecimento de fadiga e buscar um equilíbrio entre os estímulos de jogos e treinamento e a recuperação⁷³. A QTR é uma medida geral de percepção de recuperação realizada pré-treinamentos e/ou jogos utilizando uma escala de 6 a 20 pontos, estimando a percepção subjetiva de recuperação, e conseqüentemente, auxiliando na identificação do nível de prontidão dos atletas. Assim como o IH, a QTR é um instrumento psicométrico validado⁷³ e muito bem aceito pelos profissionais do futebol e do futsal. Ambos os métodos podem ser úteis e utilizados em conjunto para verificar a prontidão dos atletas durante todas as fases da periodização, além disso, são ferramentas não invasivas, com baixo custo, não fatigantes, de simples aplicação, sensíveis e eficazes^{23,26,69-74}. O quadro 2 apresenta a configuração traduzida da escala QTR proposta por Kenttä e Hassmén⁷³.

Quadro 2: Escala de qualidade total de recuperação proposta por Kenttä e Hassmén⁷³.

ÍNDICE	DESCRIPTOR
6	Em nada recuperado
7	Extremamente mal recuperado
8	
9	Muito mal recuperado
10	
11	Mal recuperado
12	
13	Razoavelmente recuperado
14	
15	Bem recuperado
16	
17	Muito bem recuperado
18	
19	Extremamente bem recuperado
20	Totalmente recuperado

Além da QTR e do IH, a escala de avaliação do estado físico (EAEF) validada recentemente por Morandi et al.⁶⁹. vem sendo utilizada no contexto prático por diversos profissionais no futebol e no futsal. Para além dos pontos positivos já citados anteriormente, a EAEF apresenta como principal diferencial frente as demais ferramentas citadas sua configuração semelhante com a escala de PSE também proposta por Morandi et al.⁶⁹, o que segundo os autores, facilita a familiarização e interpretação do atleta, favorece a comparação com a intensidade subjetiva e possibilita a correlação dos resultados com outras métricas utilizadas para monitorar a carga de treinamento, como por exemplo, carga de treino, monotonia, strain e razão agudo/crônico. O quadro 3 apresenta a EAEF proposta por Morandi et al.⁶⁹.

Quadro 3: Escala de avaliação do estado físico proposta por Morandi et al.⁶⁹.

ÍNDICE	DESCRIPTOR
0	
1	Descansado
2	
3	Normal
4	
5	Cansado
6	
7	Muito Cansado
8	
9	Exausto
10	

Objetivando garantir a confiabilidade e evitar classificações inadequadas que podem prejudicar o controle de carga, é necessário que alguns cuidados sejam tomados previamente durante as avaliações utilizando as escalas subjetivas. Primeiramente, o avaliador deve garantir que os atletas estão familiarizados com as escalas utilizadas e explicar para os mesmo a importância de ser o mais honesto possível em suas respostas, evitando superestimar ou subestimar os resultados, o que pode mascarar as reais respostas e prejudicando a tomada de decisão. Além disso, por se tratar de medidas utilizadas para detectar mudanças intraindividuais, a literatura sugere que os atletas respondam as escalas a sós com o avaliador, evitando classificações inadequadas em função da influência da resposta de outros atletas ou até mesmo reduzindo os riscos de possíveis constrangimentos durante a resposta^{23,69-73}.

3.3.1 *Momentos de análise*

Atualmente existem diversos aplicativos móveis que permitem que o próprio atleta faça o registro de suas respostas psicofisiológicas em seu próprio celular, garantindo assim a privacidade dos resultados, bem como, otimizando tempo de coleta e reduzindo os custos da avaliação. Em função desta praticidade e facilidade de coleta os profissionais da medicina do esporte optam por realizar avaliações diárias da qualidade de sono, nível de recuperação, estado bem-estar e do nível de dolorimento de seus atletas. Diante dos demais parâmetros, normalmente as escalas psicométricas são as únicas que são utilizadas diariamente pelo corpo técnico, por isso, possuem importância significativa para o processo de tomada de decisão acerca do nível de prontidão e recuperação dos atletas.

3.3.2 *Valores de referência*

A identificação de respostas adversas é uma ação fundamental para o processo de controle e monitoramento da carga e prevenção de lesões em atletas. Diante disso, a determinação de valores de referência é primordial e possibilita que o corpo técnico tome decisões mais assertivas. Em função da grande variabilidade das respostas psicométricas é complexo que sejam criadas tabelas normativas que atendam a um grande público, por isso, é interessante que cada profissional estabeleça suas próprias tabelas normativas levando em consideração aspectos como sua filosofia de trabalho, histórico de lesão dos atletas, nível de condicionamento e qualidade da recuperação dos atletas, entre outros fatores.

Abaixo é apresentado uma ilustração de um quadro de tomada de decisão proposta pelos próprios autores deste trabalho. Cabe destacar que é uma proposta pioneira que deve levar em consideração todos os aspectos que foram citados ao longo deste artigo. Além disso, é recomendado que a mesma seja utilizada em conjunto com outros parâmetros de análise e que a tomada de decisão não seja baseada na resposta única e isolada dos dados obtidos por meio desta tabela.

Quadro 4: Quadro de níveis de atenção para avaliação das respostas psicométricas.

Parâmetros Nível de atenção	ESCALA DE BEM-ESTAR GERAL					QTR	EAEF
	SONO	FADIGA	ESTRESSE	DOR MUSCULAR	IH		
NORMAL	≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 8	≥ 16	≤ 3
RISCO MÍNIMO/ OBSERVAÇÃO	3 ou 4	3 ou 4	3 ou 4	3 ou 4	9 a 15	13 a 15	4 ou 5
RISCO MODERADO/ ATENÇÃO	5 ou 6	5 ou 6	5 ou 6	5 ou 6	16 a 24	10 a 12	6 ou 7
RISCO ELEVADO/ ALERTA MÁXIMO	7	7	7	7	≥ 25	≤ 9	≥ 8

Os dados normativos propostos acima poderiam ser utilizados da seguinte forma: quando um atleta relatar valores considerados “Normais”, o mesmo aparentemente estaria apto para realizar as atividades prescritas de acordo sua avaliação psicométrica de recuperação e prontidão; já no caso de identificar respostas que se enquadram dentro do “Risco mínimo/ Observação” é recomendado que o corpo técnico converse com o atleta buscando entender as respostas relatadas, além disso neste nível é indicado uma maior atenção às respostas nos dias seguintes. No caso do “Risco moderado/Atenção” é recomendável que os atletas realizem alguma outra avaliação complementar e caso necessário inicie um programa de ações e atividades preventivas, como por exemplo, uma possível redução da carga de treinamento proposta para sessão e/ou realização de intervenções fisioterápicas. Por fim, no caso do “Risco elevado/ Alerta máximo” é esperado que os demais parâmetros também já tenham sinalizado alguma alteração importante, frente a isso, é interessante que o atleta tenha uma redução considerável da carga de treinamento ou até mesmo não realize os trabalhos previstos para a sessão. Em paralelo a isso, é sugerido que seja realizado intervenções as intervenções médicas e/ou fisioterápicas necessárias.

3.4 PERFORMANCE EM TESTES FÍSICOS

O futebol e futsal são modalidades que apresentam uma elevada exposição a esforços do tipo explosivo, como sprints, saltos, chutes e mudanças de direções, que consiste em estímulos que exigem que a musculatura desempenhe o mais alto nível de força no menor tempo possível, combinando ações excêntrica-concêntrica, denominada ciclo de alongamento-encurtamento (CAE)¹⁻⁴. Já é claro na literatura que atividades com alta demanda muscular excêntrica pode induzir danos musculares e fadiga^{3,22,23,30,74-76}, evidenciando respostas, como desorganização das estruturas das fibras musculares, micro rupturas do tecido musculoesquelético, bem como rupturas de células musculares envolvidas no alongamento-encurtamento dos sarcômeros, ocasionando uma redução das ligações funcionais de actina-miosina, conseqüentemente, induzindo reduções na geração de força muscular e de amplitude de movimento e prejudicando o desempenho durante os esforços explosivos^{3,22,23,30,76-81}.

Dentro os vários métodos de avaliação do desempenho neuromuscular, o salto com contramovimento (CMJ) tem sido um dos protocolos mais utilizados na prática e investigados pela literatura, pois se assemelha às ações motoras típicas observadas no futebol e no futsal, uma vez que o CMJ também envolve o CAE^{22,23,30,31,32,33,82,83}. Vários pesquisadores tem destacado que o CMJ é um marcador objetivo de fadiga muito popular e atraente, pois é eficaz, prático, requer familiarização mínima, apresenta baixo esforço fisiológico e não prejudica a performance nas atividades seguintes^{22,23,30,31,32,33,82,83}. A figura 5 ilustra a execução do teste de CMJ.

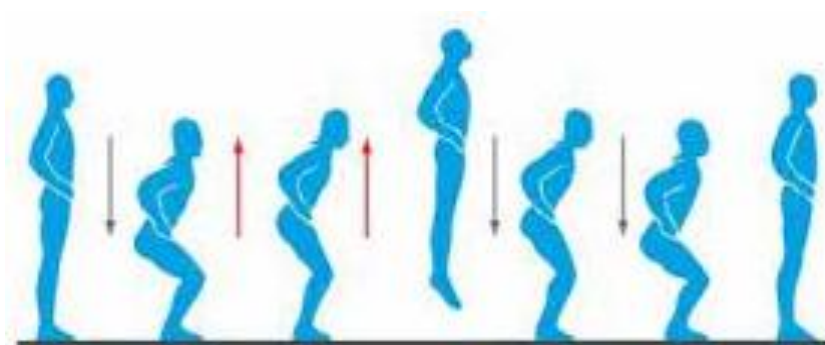


Figura 2: Execução do teste de salto com contramovimento.

Baseando-se na teoria de que as alterações morfofisiológicas ocasionadas pela desorganização do sarcômero prejudicam a contração, e conseqüentemente a capacidade de geração de força e potência, o CMJ surge como uma ferramenta valiosa para avaliar as capacidades neuromusculares e o estado de prontidão dos atletas^{22,30,31,32,33,82,83}. Segundo

Claudino et al.³¹ a altura média do CMJ é uma das variáveis mais apropriadas e sensíveis para monitorar o estado neuromuscular, esses achados sugerem que o CMJ é um método adequado e não invasivo que pode colaborar com o monitoramento da fadiga e do estado de recuperação dos atletas^{22,23,31}. No entanto, é válido destacar que por mais que se assemelha à outras ações que constituem o futebol e o futsal²³, o emprego do CMJ apresenta limitações como dificuldade de avaliação de atletas lesionados, risco de avaliação de atletas muito fadigados ou em *return to play* (RTP) e de ser de fácil manipulação e/ou omissão dos resultados reais por parte dos atletas que podem autossabotar o desempenho no teste²³.

Além do CMJ, outro teste de desempenho neuromuscular muito utilizado no contexto esportivo de alto rendimento dos atletas de futebol e futsal, é a capacidade de realizar um ou mais sprints^{21,23,84-98}. Normalmente, são adotadas distâncias de aproximadamente 30 metros para avaliação da capacidade de sprint. Entretanto, caso o objetivo seja avaliar a capacidade de realizar sprints repetidos é indicado que os atletas repitam essa tarefa por 5 séries, com intervalo de aproximadamente 25 s entre as séries²³. No entanto, essa técnica é menos aceita, pois expõe os atletas a uma elevada demanda fisiológica desencadeada principalmente durante a fase de desaceleração desses estímulos. Em função disso, essas técnicas não são tão seguras e eficientes quanto o CMJ, mas apresentam como pontos positivos a praticidade, baixo custo, sensibilidade, familiarização mínima e assim como o CMJ, apresenta alta reprodutibilidade e especificidade, pois as ações motoras apresentam o CAE e podem ser observadas em diversos momentos durante as partidas de futebol e/ou futsal^{23,84-98}.

Para a avaliação da capacidade de sprint linear, é sugerido que seja utilizado o tempo médio de deslocamento observado em 3 tentativas, garantindo assim uma maior confiabilidade dos resultados obtidos, e conseqüente, maior assertividade na tomada de decisão²³. Já com relação ao teste de sprints repetidos, diversos profissionais envolvidos na prática desportiva do futebol e do futsal, bem como cientistas do esporte, tem utilizado as variáveis de potência e/ou velocidade máxima, potência e/ou velocidade média e o índice de fadiga, como parâmetros para auxiliar na avaliação do desempenho neuromuscular, estado de fadiga e prontidão dos atletas²³. Assim como o CMJ, o teste de sprint linear e/ou o teste de capacidade de sprints repetidos apresentam limitações como dificuldade de avaliação de atletas lesionados, risco de avaliação de atletas muito fadigados ou em RTP e fácil manipulação e/ou omissão dos resultados reais, pois os atletas podem autossabotar o desempenho no teste²³.

3.4.1 *Momentos de análise*

Por se tratar de um método de avaliação que pode expor os atletas a uma elevada exigência fisiológica, normalmente os testes de desempenho não são analisados diariamente. Dentro de um processo de monitoramento da recuperação e de avaliação do nível de prontidão dos atletas a maioria dos profissionais optam por avaliar as respostas neuromusculares após partidas oficiais ou amistosas ou durante o período de recuperação após a realização de sessões de treinamentos de maior intensidade e que demandaram maior desempenho físico, neuromuscular e fisiológico dos atletas.

Assim como a coleta dos parâmetros bioquímicos, as avaliações através de testes de desempenho podem ser prejudicadas por fatores em função do local onde a partida foi disputada e até mesmo pelo próprio calendário competitivo que pode influenciar a logística de viagens e reapresentação dos atletas. No entanto, diferente da coleta dos parâmetros bioquímicos, esses problemas logísticos podem ser evitados através do uso de aplicativos, como por exemplo o My Jump®, que podem ser instalados em celulares ou tablets, possibilitando avaliações rápidas, práticas e com baixo custo, ou até mesmo pelo uso de plataformas de avaliação que são portáteis e de fácil transporte.

Na maioria dos casos as coletas são realizadas 24, 36 ou 48 horas após os jogos oficiais ou partidas amistosas. Entretanto, em alguns casos pode acontecer de um ou outro atleta realizar essas avaliações como maior frequência, como é um caso de um atleta que não estava totalmente recuperado 24 horas após um jogo e necessitará de uma reavaliação no dia seguinte, visando acompanhar e garantir a qualidade total da recuperação deste atleta e monitorar o nível de prontidão do mesmo para executar o treinamento planejado de forma segura.

Uma outra condição na qual talvez seja válido realizar as avaliações por meio dos testes de desempenho com maior, ou até mesmo menor frequência dependendo do caso, ocorre quando existe um ou mais atleta que apresentam uma maior probabilidade de lesão, carecendo assim de um maior nível de atenção e cuidado por parte do corpo técnico ou até mesmo em condições onde o atleta ficou muito tempo afastado por conta de lesões ou quaisquer outros problemas de saúde física ou ortopédica.

3.4.2 *Valores de referência*

A manutenção do nível de desempenho neuromuscular avaliado através dos testes de performance pode ser decisiva e determinante garantindo altos níveis de desempenho dos atletas e prevenindo lesões ou quedas de performance ocasionado por quadros de acúmulo

excessivo de fadiga. Por isso, é interessante que sejam adotados valores de referência específicos para cada modalidade, sexo, nível competitivo, idade, tipo de treinamento, entre outros aspectos. Tendo em vista que os resultados obtidos através dos testes de performance podem ser influenciados por aspectos intrínsecos e extrínsecos, como nível de condicionamento, função táctica e massa corporal, é interessante que os profissionais que compõem os departamentos de saúde e performance que acompanham os atletas de futebol e futsal criem tabelas normativas e avaliem os resultados de seus atletas de maneira individual e específica. Desta forma, medidas simples, como a altura do salto e o tempo de deslocamento nos sprints, poderão auxiliar no controle e prescrição dos programas de treinamento.

Assim como em outros parâmetros, o uso dos dados normativos visa apresentar valores típicos de desempenho e estabelecer faixas de flutuação normais bem como pontos de corte que visam guiar as tomadas de decisões do corpo técnico. Não foram encontradas tabelas ou valores de classificação para performance no CMJ ou para os demais testes de desempenho aplicados em atletas de futebol ou futsal. Visando proporcionar um diagnóstico mais assertivo e seguro é interessante que os estudos futuros possam trazer à tona essas faixas de normalidade específica para as diferentes modalidades esportivas, estabelecendo faixas de flutuação normal e/ou perdas aceitáveis de performance e determinando pontos de corte para diferentes momentos de avaliação.

A análise dos dados individuais do desempenho dos atletas nos testes de desempenho tem sido um desafio para treinadores e profissionais da medicina do esporte. No entanto, Claudino et al.⁹⁹ sugere que o uso de uma variável estatística denominada mínima diferença individual tem surgido como uma ferramenta potencial e pode fornecer uma resposta mais sensível para detectar o desempenho real do atleta durante a avaliação no CMJ, assim colaborando para processo de controle e rastreamento da fadiga e do nível de prontidão dos atletas.

3.5 TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA

A termografia infravermelha (TI) é uma técnica que mensura a temperatura irradiada da pele (TP) por meio de uma câmera infravermelha que capta as imagens em uma faixa do espectro imperceptível a olho nu¹⁰⁰⁻¹⁰². O resultado de um termograma é dado por meio de uma imagem digital onde é possível visualizar a distribuição de calor das regiões de interesse (RCI) analisadas, permitindo a identificação de zonas de maior e menor TP^{100,101}. A figura 3 apresenta um exemplo de imagem termográfica das faces anterior (A) e posterior (B) com normalidades térmicas.

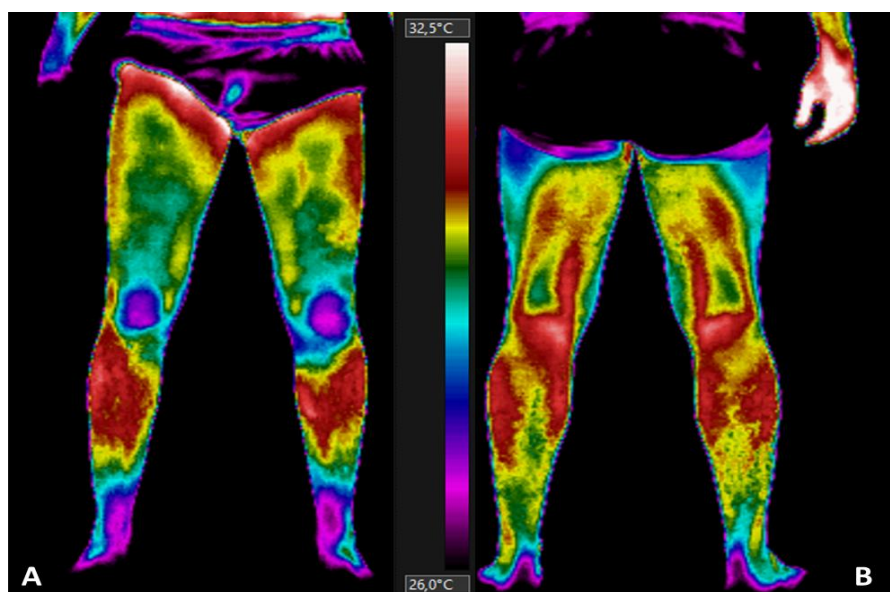


Figura 3: Imagem termográfica das faces anterior (A) e posterior (B) com normalidades térmicas.

A TI é um método seguro, não invasivo, inócuo, rápido, com baixo custo e não necessita do contato físico direto entre avaliador e avaliado²⁴. Recentemente, estudos publicados na literatura têm demonstrado que a temperatura obtida através de uma imagem térmica com alta resolução, pode fornecer informações interessantes sobre o complexo sistema termorregulatório humano¹⁰³. Como alguns distúrbios fisiológicos podem influenciar as trocas de calor, a utilização da TI no âmbito esportivo é promissora e pode trazer benefícios importantes, como por exemplo, auxiliar a prevenção de lesões osteomioarticulares^{100,101,104-06} e contribuir com o processo de controle e monitoramento das cargas de treinamento auxiliando principalmente o processo de avaliação da recuperação pós jogos ou treinamentos^{25,28-30,33,37-39, 104,108-10}.

No âmbito prático desportivo de alto rendimento, já existe um consenso acerca da utilização da TI como uma ferramenta que auxilia o diagnóstico preventivo de lesões, por meio da análise de simetrias térmicas bilaterais que usualmente devem ser inferiores a 0,5°C^{100,101,105,106}. A figura 4 apresenta exemplos de assimetrias térmicas localizadas com diferenças bilaterais superiores a 0,5°C, tanto na face anterior (A) como na posterior (B).

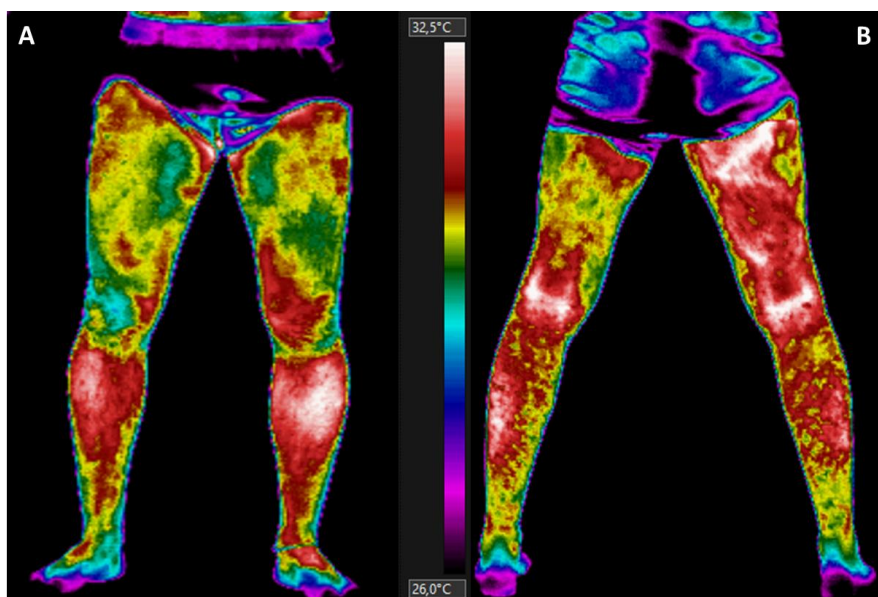


Figura 4: Imagem termográfica das faces anterior (A) e posterior (B) com assimetrias térmicas localizadas.

No entanto, o uso da técnica como ferramenta de controle e avaliação do DMIE ainda não possui um consenso^{104,107-9,111,112}. O fundamento teórico que apoia essa possibilidade de utilização da TI baseia-se no fato da resposta inflamatória ser um processo fisiológico que gera uma maior vasodilatação cutânea, aumentando o fluxo sanguíneo e o metabolismo muscular¹⁰⁷. Isso, associado à outras ações anabólicas, poderia aumentar a TP sobrejacente ao grupo muscular exercitado devido a maior produção de calor local que acompanha a inflamação, podendo assim ser captado pelas câmeras termográficas que possuem uma alta sensibilidade para identificar alterações térmicas¹⁰⁷. Assim, possibilitando o monitoramento do momento em que a recuperação estivesse concluída, permitindo, considerar um retorno à normalidade térmica da região exercitada como um indicativo para aplicação de uma nova carga de treino^{104,107}.

Dentro deste contexto, a realização de um monitoramento periódico dos atletas é fundamental pois permite que seja elaborado um perfil de normalidade térmica do indivíduo e até mesmo um perfil específico para cada modalidade esportiva^{102,113,114}. Ou seja, o acompanhamento diário possibilita que seja criado um mapa, contendo as características de normalidade térmica para cada RCI¹⁰¹. Desta forma, qualquer aumento ou diminuição anormal da TP de uma RCI específica, pode ser relacionado com um processo inflamatório, evidenciado por uma hipertermia local, ou até mesmo um processo degenerativo, ocasionando uma hipotermia local^{106,114}. Além disso, o mapeamento térmico é considerado um parâmetro que permite avaliar a normalidade térmica específica de cada modalidade²⁴. Em esportes com movimentação cíclica como o ciclismo, se espera uma igualdade térmica entre os membros

inferiores. Já em modalidades acíclicas como o futebol e futsal é possível que a perna dominante tenha uma assimetria térmica se comparado ao não dominante, o que gera um perfil térmico para cada modalidade.

A TI é uma técnica que vem sendo utilizada por diversos profissionais da medicina esportiva e da ciência do desporto envolvidos no contexto do futebol e/ou do futsal. No entanto, é importante destacar que a TI é uma ferramenta auxiliar, ou seja, seus resultados devem ser analisados com cautela e em conjunto com outros marcadores¹⁰⁴⁻⁰⁷. Como principal vantagem a TI permite identificar a parte exata onde provavelmente existe algum problema, encaminhando o atleta para um exame de imagem mais elaborado como a ressonância magnética, tomografia ou ultrassom, recurso este que o resultado de outros parâmetros como a CK ou a PCr, por exemplo, não são capazes de indicar.

Visando garantir a qualidade, precisão e a confiabilidade dos resultados obtidos, é fundamental seguir as normas de padronização metodológica conforme indicado por Moreira et al.¹¹⁵. Por fim, vale destacar que técnica apresenta algumas limitações, como a necessidade de uma sala equipada com ar condicionado que permita o controle das condições ambientais, que não tenha janelas com entrada de radiação solar, que tenha pisos emborrachados (tatame) e/ou estruturas de madeira no chão para que os participantes não troquem calor com o solo através da condução. Além desta, um elevado investimento financeiro inicial, o qual deve ser destinado para compra do equipamento adequado, capacitação ou contratação de profissionais treinados e se possível para obtenção de um software validado que realize as avaliações de forma automatizada, o que minimiza erros no registro dos dados.

3.5.1 *Momentos de análise*

Em uma rotina de prevenção de lesão, monitoramento da recuperação e de avaliação do nível de prontidão dos atletas, na maioria dos casos as avaliações termográficas são realizadas 24 horas após os jogos e/ou partidas amistosas ou até mesmo após sessões de treino que demandaram maior desempenho físico e fisiológica dos atletas. No entanto, por se tratar de uma ferramenta que proporciona uma avaliação rápida, não invasiva e segura, alguns profissionais podem optar por realizar as avaliações termográficas com maior frequência para otimizar o monitoramento. Por exemplo, é muito comum observar casos onde os atletas apresentam alguma resposta anormal identificada através de um parâmetro que é monitorado diariamente, como por exemplo as respostas psicométricas de recuperação e dolorimento, e posteriormente, o fisiologista ou profissional responsável pode optar por realizar uma

avaliação termográfica para avaliar melhor este atleta e complementar as informações oferecendo um diagnóstico preventivo.

Na maioria dos casos as avaliações termográficas são realizadas 24, 36 ou 48 horas após os jogos oficiais ou partidas amistosas. Na literatura, os estudos publicados por Fernandes et al.^{38,39} concluíram que a participação em uma ou mais partidas de futebol profissional pode induzir um aumento significativo da TP medida pela TI 24 horas após a partida e não retornando aos valores basais após 48 horas de recuperação. Por isso, é recomendável que sejam avaliadas as respostas térmicas nesses momentos específicos citados anteriormente. Entretanto, existem condições na qual um atleta necessita de mais atenção, controle e cuidado do corpo técnico, como é o caso dos atletas que apresentam uma maior probabilidade de lesão e/ou estão realizando um processo de retorno ao jogo após uma lesão. Nesses casos, é viável que se realize avaliações mais frequentes para acompanhar de perto este atleta, garantindo assim, que este possa realizar os treinos de forma segura e que mantenha os seus melhores níveis de desempenho possível. No entanto, por se tratar de uma avaliação que necessita de um local específico para coleta e que contenha equipamento para controle das condições ambientais, as avaliações podem ser prejudicadas pela rotina de jogos e competições, pois em alguns jogos fora de casa talvez não seja possível realizar as coletas em função da falta de infraestrutura adequada.

3.5.2 Valores de referência

Identificar uma anormalidade térmica é uma ação fundamental no processo de controle de carga e prevenção de lesões em atletas de alto rendimento. Um dos primeiros passos para realização de avaliação termográfica confiável é a criação dos dados de perfil térmico específicos para cada modalidade, bem como para cada atleta. Quando bem definido, esse dado normativo do atleta em repouso, saudável e preferencialmente no início da temporada, possibilita a identificação de possíveis alterações no decorrer do macrociclo.

Dados normativos podem otimizar a interpretação e avaliação dos dados e identificar de forma rápida e assertiva um desequilíbrio térmico contralateral ou analisar se a região RCI apresenta um estado de hiper ou hipotermia, indicando assim, a necessidade de monitorar mais detalhadamente através de outros parâmetros para confirmar essa condição e identificar o motivo dessa anormalidade térmica. Neste sentido, existem no mercado alguns softwares de análise e monitoramento automatizado da TP, como por exemplo ThermoHuman®, Kelvin Plus® e o Apollo®, que permitem a rápida identificação dessas anormalidades comparando longitudinalmente a RCI com ela mesma ou até mesmo as diferenças contralaterais.

Nesse mesmo sentido, Dias et al.^{113,114} estabelece faixas de percentis 85, 50 e 15, que surgem como ferramenta estatística que pode auxiliar esse mesmo tipo de interpretação proposto pelos softwares citados anteriormente, pois, durante o monitoramento longitudinal de um atleta quando for identificado valores de TP acima do percentil 85 ou abaixo do percentil 15, podem ser sugestivos de possíveis quadros hipertermia e hipotérmica, respectivamente.

Ainda com que diz respeito ao perfil térmico, alguns autores destacam que existem alguns padrões térmicos esperados em função de aspectos morfológicos e anatômicos, como é caso da região anterior e posterior dos joelhos^{100,116}. Em condições normais, é esperado que a região anterior do joelho apresente TP inferior à obtida na região posterior do joelho, quando esse padrão térmico não é observado é importante que o corpo técnico avalie a região com mais detalhes. Essa referência normativa de desequilíbrio térmico entre a região anterior e posterior do joelho é importante e deve ser adotada para analisar a normalidade térmica desta articulação. Os estudos trazem que ao comparar essas duas RCI são esperadas diferenças de aproximadamente 1°C, em jogadoras de futebol¹¹⁶. Contudo, em trabalhos ainda não publicados foram obtidos valores ainda maiores quando comparadas a face anterior e posterior dos joelhos de atletas olímpicos de alto nível.

Com relação à avaliação das assimetrias térmicas contralaterais, um estudo publicado por Marins et al.¹⁰¹ estabelece algumas faixas de referência que podem ser aplicadas no contexto prático do futebol, do futsal e de diversas outras modalidades. As faixas de referência proposta pelos autores são muito práticas, pois estabelece diferentes níveis de atenção para algumas faixas de assimetria (Figura 8). Na prática é recomendável que o corpo técnico já tenha pré-definido algumas ações de intervenção e/ou ajuste para cada um dos níveis de atenção. Por exemplo, ao se avaliar um atleta e identificar uma assimetria superior de 0,8°C poderia se recomendar que o mesmo inicie ações fisioterápicas preventivas, bem como tenha uma redução e maior controle dos estímulos durante a sessão de treino e/ou jogo.

Quadro 5: Escala normativa de nível de atenção de assimetrias térmicas contralaterais proposta por Marins et al.¹⁰¹.

DIFERENÇA DE TEMPERATURA	NÍVEL DE ATENÇÃO
≤ 0,4°C	Normal
0,4°C – 0,7°C	Monitoramento
0,8°C – 1,0°C	Prevenção
1,1°C – 1,5°C	Alarme
≥ 1,6°C	Alto risco

3.6 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

A frequência cardíaca (FC) é um dos parâmetros fisiológicos mais utilizados no futebol e no futsal, pois é uma métrica validada como um excelente indicador de carga de trabalho e que pode ser aplicado em diferentes tipos e sessões de treinamento^{117,118}, bem como durante os jogos¹¹⁹. A FC é uma métrica que vem sendo utilizada há muitos anos no contexto desportivo, principalmente para monitorar a carga interna de treinamento e avaliar o comportamento cardíaco no período de repouso^{23,34}. Mais recentemente, a técnica vem sendo proposta como uma possível ferramenta que pode auxiliar o processo de monitoramento do estado de fadiga e recuperação de atletas por meio da variabilidade da FC em repouso (VFC)^{23,34,120-125}.

A VFC em repouso é uma medida objetiva que caracteriza a atuação parassimpática e simpática do sistema nervoso autônomo no nó sinusal, registrando os intervalos da FC batimento a batimento³⁴. A variável é medida em repouso e o atleta deve se manter o mais tranquilo e imóvel possível por aproximadamente 5 minutos. O registro é realizado através de equipamentos específicos de monitoramento da FC, sendo o sistema da Polar® um dos mais empregados.

Os estudos recentes indicam que a raiz quadrada da média da soma dos quadrados das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes (rMSSD) é o índice usual relacionado à atividade parassimpática cardíaca mais confiável obtida através da VFC^{34,122,126}. Os altos níveis de rMSSD têm sido associados com uma alta percepção de fadiga, baixa qualidade de recuperação e baixa prontidão para treinamento/jogos^{127,128}. Além deste, outros índices como a proporção de picos de potência de alta frequência (HF)¹¹⁷, representando pela contribuição parassimpática, e de picos de potência de baixa frequência (LF)¹²⁹, indicando a contribuição dos sistemas simpáticos e parassimpáticos, são utilizados na prática pelos profissionais da medicina esportiva que realizam a avaliação da VFC³⁴. A proporção LF:HF é uma alternativa que reflete a reatividade autonômica, onde os valores mais altos dessa proporção refletem uma dominância simpática e sugere que o atleta pode estar fadiga e apresenta baixa prontidão para o treinamento^{34,131}.

Segundo os profissionais que utilizam a VFC como ferramenta de controle de carga de treinamento e de acordo com estudos publicados na literatura^{34,117-19}, a avaliação da VFC é um método útil, confiável, prático, relativamente rápido, seguro e bem aceito no processo de monitoramento da fadiga e qualidade de recuperação de futebolistas³⁴. No entanto, é importante se atentar às limitações desta variável. Além de ser uma ferramenta que necessita de um equipamento caro, ela sofre influência de diversos aspectos, como o estado emocional,

condições ambientais, período da temporada, ritmo circadiano, idade, horário de avaliação, qualidade de sono, entre outros fatores^{34,127,131,132}. Portanto, com intuito de realizar uma análise adequada e confiável é fundamental ter cautela na interpretação dos resultados da VFC.

3.6.1 *Momentos de análise*

Normalmente, as avaliações da VFC não são realizadas diariamente, mas por se tratar de uma variável que permite avaliações relativamente rápidas e não invasivas, alguns profissionais optam por realizar 2 ou até mesmo 3 avaliações semanais. Dentro de uma rotina de monitoramento da recuperação e avaliação do nível de prontidão, a maioria dos profissionais optam por avaliar as respostas da VFC em momentos específicos, como após jogos oficiais, partidas amistosas ou após viagens e competições que podem prejudicar a qualidade de sono e recuperação dos atletas.

Na maioria dos casos as coletas são realizadas em até no máximo 24 horas após os momentos específicos citados anteriormente. Entretanto, em alguns casos pode acontecer de um ou outro atleta realizar essas avaliações como maior frequência, como é um caso de um atleta que relatou através das escalas psicométricas uma baixa qualidade de sono e/ou alto nível de estresse. Nestes casos, o fisiologista ou profissional responsável pode optar realizar outras avaliações, como por exemplo a VFC, para complementar a avaliação do atleta, possibilitando uma tomada de decisão mais assertiva.

Além disso, pode existir atletas que apresentam esse mesmo problema de forma crônica, ou seja, possui algum distúrbio de sono ou vem passando por alguns problemas pessoais internos ou externos ao clube, que conseqüentemente pode deixar o atleta mais estressado, prejudicar o ciclo vigília sono e influenciar negativamente na sua recuperação e desempenho. Frente a condições semelhantes a esta, o atleta carece de um maior nível de atenção e cuidado por parte do corpo técnico, e conseqüentemente, pode realizar com maior frequência as avaliações de VFC podendo ser avaliado diariamente, se for o caso.

3.6.2 *Valores de referência*

Tendo em vista que os resultados da VFC podem ser influenciados por aspectos intrínsecos e extrínsecos, como nível de condicionamento, carga de treinamento, respostas metabólicas e hormonais, idade, dieta, gênero, estresse, ritmo circadiano, entre outros, é interessante que os profissionais que compõem os departamentos de saúde e performance que acompanham os atletas de futebol e futsal utilizem tabelas normativas e avaliem os resultados de seus atletas de maneira individual e específica. Desta forma, as avaliações da VFC poderão auxiliar no controle e prescrição dos programas de treinamento de forma mais assertiva e confiável.

Assim como em outros parâmetros, não foram encontradas tabelas ou valores de classificação das respostas de VFC para atletas de futebol ou futsal. Visando guiar a tomada de decisão na prática profissional do alto rendimento é interessante que os estudos futuros possam trazer à tona esses dados normativos específicos para os atletas de diferentes modalidades esportivas levando em consideração os diversos fatores perturbadores citados anteriormente, assim estabelecendo faixas de flutuação normal e/ou determinando pontos de corte que podem servir de referência para os profissionais do esporte que trabalham com o controle e monitoramento da carga de treinamento dos atletas.

Em atletas, é esperado que essas respostas sejam diferentes das obtidas em indivíduos normais, em função de aspectos como a rotina de treinamento e o nível de condicionamento físico. Objetivando preencher essa lacuna, alguns profissionais da medicina esportiva realizam a avaliação e interpretação dos dados da VFC através da mínima diferença individual, que é uma variável estatística frequentemente utilizada para análise de parâmetros individuais como a VFC e o CMJ. Trata-se de uma ferramenta potencial e confiável que pode fornecer uma resposta mais sensível para detectar o desempenho real do atleta durante a avaliação da VFC, assim contribuindo para processo de controle e rastreamento da fadiga e do nível de prontidão dos atletas.

4. IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

No contexto desportivo de alto rendimento, o monitoramento da restauração energética e hídrica, bem como do DMIE e das respostas inflamatórias associadas auxilia a identificar o grau de recuperação do atleta frente a um treino/competição auxiliando o monitoramento da carga de treinamento, podendo melhorar a recuperação muscular, potencializar o desempenho atlético e conseqüentemente aprimorar os resultados competitivos, minimizar adaptações negativas, além de reduzir os riscos de lesões^{23,34}.

É importante ressaltar que todos os métodos apresentam pontos positivos, negativos e limitações, por isso devem ser analisados com cautela e sempre que possível em conjunto. A tomada de decisão baseada na resposta de apenas um marcador pode ser equivocada e prejudicar o processo de monitoramento, sendo importante buscar correlacionar diferentes marcadores. Por último, é importante padronizar a coleta e motivar a participação ativa dos atletas envolvidos, garantindo que eles estejam familiarizados e conscientes, especialmente nos parâmetros subjetivos pois isso pode influenciar diretamente nos resultados obtidos durante as avaliações.

Além disso, objetivando colaborar com o processo de tomada de decisão do corpo técnico, é recomendável que seja utilizado faixas normativas de referência. Os valores de referência dos diferentes marcadores são estabelecidos para proporcionar uma base de comparação e ajudar os profissionais a interpretar os resultados e tomar decisão. Esses valores representam faixas normais e aceitáveis para grupos e condições específicas, assim, auxiliando e otimizando o processo de identificação de respostas adversas e do grau de prontidão dos atletas.

Por fim, com base nos conteúdos apresentados e discutidos ao longo deste trabalho é apresentado abaixo um quadro resumo que busca facilitar a tomada de decisão e a escolha das melhores ferramentas para serem utilizadas durante a rotina de prevenção de lesões, monitoramento e controle de carga de treinamento de atletas de futsal e futebol.

Quadro 6: Ferramentas de análise do dano muscular estado de fadiga e qualidade de recuperação aplicadas no contexto esportivo de alto rendimento do futebol e do futsal

PARÂMETRO	FOCO	VALIDADE	PERIODICIDADE	MOMENTO DA COLETA	VALORES NORMATIVOS
Creatina Quinase	Bioquímico Inflamatório	Bem estabelecida	Semanal	24h, 36h e/ou 48h pós jogo	Possui alguns registros padrões pré-estabelecidos para atletas de futebol, porém não apresenta registros padrões pré-estabelecidos para atletas de futsal
Proteína C reativa	Bioquímico Imunológico	Bem estabelecida	Semanal	24h, 36h e/ou 48h pós jogo	Sem registros padrões pré-estabelecidos para atletas de futebol e/ou futsal
Relação Testosterona/ Cortisol	Bioquímico Metabólico	Bem estabelecida	Semanal	24h, 36h e/ou 48h pós jogo	Sem registros padrões pré-estabelecidos para atletas de futebol e/ou futsal
Circunferência dos membros	Antropométrico	Sem consenso	Semanal	24h, 36h e/ou 48h pós jogo	Sem registros padrões pré-estabelecidos para atletas de futebol e/ou futsal
Escalas Psicométricas	Psicológico	Bem estabelecida	Diário	Todos os dias pré-treino	Sem registros padrões pré-estabelecidos para atletas de futebol e/ou futsal
Performance em testes físicos	Físico	Bem estabelecida	Semanal	24h, 36h e/ou 48h pós jogo	Sem registros padrões pré-estabelecidos para atletas de futebol e/ou futsal
Termografia Infravermelha	Fisiológico	Bem estabelecida em partes	Semanal	24h, 36h e/ou 48h pós jogo	Possui registros padrões pré-estabelecidos para atletas de futebol e/ou futsal
Variabilidade da Frequência Cardíaca	Fisiológico	Bem estabelecida	Semanal	24h, 36h e/ou 48h pós jogo	Sem registros padrões pré-estabelecidos para atletas de futebol e/ou futsal

5. CONCLUSÕES

A avaliação de um conjunto de indicadores ajuda a caracterizar o dano muscular, a fadiga e qualidade de recuperação de forma mais abrangente, pois cada sintoma relaciona-se a algum marcador fisiológico específico. Sendo assim, é sugerido que seja utilizado diferentes métodos de avaliação do dano muscular, estado de fadiga e recuperação dos atletas. Dessa forma, o processo de monitoramento e controle da carga pode ser mais assertivo e eficiente, potencializando as adaptações positivas e identificando e prevenindo precocemente as adaptações negativas.

Algumas ferramentas apresentadas já possuem um certo nível de evidência científica e por isso sua aplicação no contexto prático já está bem estabelecida, como é caso de grande parte dos biomarcadores, da TI, do CMJ e da VFC. No entanto, outros parâmetros como a análise da circunferência dos membros, alguns biomarcadores como a relação T/C e até mesmo alguns testes de desempenho físico como o sprint, exigem um maior nível de evidência científica com mais estudos experimentais, garantindo assim um maior grau de confiabilidade e assertividade das avaliações realizadas.

6. AGRADECIMENTOS

Bolsa: Carrefour/ Sitawe

7. REFERÊNCIAS

1. Bangsbo J. The physiology of soccer-with special reference to intense intermittent exercise. *Acta PhysiolScandSuppl.* 619:1-155, 1994.
2. Bangsbo J, Iaia FM, Krstrup P. Metabolic response and fatigue in soccer. *Int J Sports PhysiolPerform.* 2(2):111-27, 2007. doi: 10.1123/ijsp.2.2.111. PMID: 19124899.
3. Nédélec M, McCall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G. Recovery in soccer: part I - post-match fatigue and time course of recovery. *Sports Med.* 1;42(12):997-1015, 2012. doi: 10.2165/11635270-000000000-00000.
4. Caldwell BP, Peters DM. Seasonal variation in physiological fitness of a semiprofessional soccer team. *J StrengthCond Res.* 23(5):1370-7, 2009. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181a4e82f.
5. Matta L, Rhea M, Maior AS. Physiological evaluation post-match as implications to prevent injury in elite soccer players. *Arch Med Deporte.*36(4):220-226, 2019.
6. Akenhead R, Harley JA, Twedde SP. Examining the external training load of an english premier league football team with special reference to acceleration. *J StrengthCond Res.* 30: 2424–32, 2016.
7. Bradley PS, Di Mascio M, Peart D, Olsen P, Sheldon B. High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels. *J StrengthCond Res.* 24: 2343–2351, 2010.
8. Barbero-Alvarez JC, Soto VM, Barbero-Alvarez V, Granda-Vera J. Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *J Sports Sci.* 26(1):63-73, 2008. doi: 10.1080/02640410701287289.
9. Lima CA, Souza LMV, Santos JL, Araújo SS, Santos PMF, Estevam CS, et al. Correlation between aerobic fitness and oxidative stress biomarker in futsal players. *R Bras Prescrição e FisiolExerc.* 12; 79(2): 1010-16, 2018.
10. Naser N, Ajmol A, Macadam P. Physical and physiological demands of futsal. *J ExercSci Fit.* 15 (2): 76-80, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.iesf.2017.09.001>.
11. Torres-Torrel J, Rodríguez-Rosell D, Mora-Custodio R, Pareja-Blanco F, Yañez-García JM, González-Badillo JJ. Effects of resistance training and combined training program on repeated sprint ability in futsal players. *Int J Sports Med.* 39(7):517-526, 2018. doi: 10.1055/a-0596-7497.
12. Amani-Shalamzari S, Khoshghadam E, Donyaei A, Parnow A, Bayati M, Clemente FM. Generic vs. small-sided game training in futsal: Effects on aerobic capacity, anaerobic power and agility. *PhysiolBehav.* 15(204):347-354, 2019. doi: 10.1016/j.physbeh.2019.03.017.

13. Clemente FM, Nikolaidis PT, Rosemann T, Knechtle B. Dose-Response Relationship Between External Load Variables, Body Composition, and Fitness Variables in Professional Soccer Players. *Front Physiol.* 17(10):443, 2019. doi: 10.3389/fphys.2019.00443.
14. Casamichana D, Castellano J, Calleja-Gonzalez J, San Román J, Castagna C. Relationship between indicators of training load in soccer players. *J StrengthCond Res.* 27(2):369-74, 2013.
15. Taylor JM, Macpherson TW, McLaren SJ, Spears I, Weston M. Two weeks of repeated-sprint training in soccer: To turn or not to turn? *Int J Sports PhysiolPerform.* 11(8):998-1004, 2016.
16. Bishop PA, Jones E, Woods AK. Recovery from training: a brief review: brief review. *J StrengthCond Res.* 22(3):1015-24, 2008. doi: 10.1519/JSC.0b013e31816eb518.
17. Saidi K, Zouhal H, Boullosa D, Dupont G, Hackney AC, Bideau B, et al. Biochemical markers and wellness status during a congested match play period in elite soccer players. *Int J Sports PhysiolPerform.* 1;17(4):605-620, 2022. doi: 10.1123/ijsp.2020-0914.
18. Rabelo FN, Pasquarelli BN, Gonçalves B, Matzenbacher F, Campos FA, Sampaio J, et al. Monitoring the intended and perceived training load of a professional futsal team over 45 weeks: A case study. *J StrengthCond Res.* 30(1):134-40, 2016. doi: 10.1519/JSC.0000000000001090.
19. Wilke CF, Ramos GP, Pacheco DA, Santos WH, Diniz MS, Gonçalves GG, et al. Metabolic demand and internal training load in technical-tactical training sessions of professional futsal players. *J StrengthCond Res.* 30(8):2330-40, 2016. doi: 10.1519/JSC.0000000000001321.
20. Allen DG, Lamb GD, Westerblad H. Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiol Rev.* 88(1):287-332, 2008. doi: 10.1152/physrev.00015.2007.
21. Rampinini E, Bosio A, Ferraresi I, Petruolo A, Morelli A, Sassi A. Match-related fatigue in soccer players. *Med Sci Sports Exerc.* 43(11):2161-70, 2011. doi: 10.1249/MSS.0b013e31821e9c5c.
22. Robineau J, Jouaux T, Lacroix M, Babault N. Neuromuscular fatigue induced by a 90-minute soccer game modeling. *J StrengthCond Res.* 26(2):555-62, 2012. doi: 10.1519/JSC.0b013e318220dda0.
23. Silva JR, Rumpf MC, Hertzog M, Castagna C, Farooq A, Girard O, et al. Acute and residual soccer matchrelated fatigue: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 48(3):539-83, 2018.
24. Marins JCB, Cazal MM. *Nutrição & suplementação para o ganho de desempenho físico e esportivo.* 1. ed. Rio de Janeiro: Editora rubio, 1, 512, 2023.
25. Silva AG, Albuquerque MR, Reis HHT, Ferreira FG, Marins JCB. Infrared thermography detects soccer-induced residual fatigue: a single-case study. *Motricidade.* 18(2): 191-8, 2022. <https://doi.org/10.6063/motricidade.27133>.
26. Mateus N, Gonçalves B, Felipe JL, Sánchez-Sánchez J, Garcia-Unanue J, Weldon A, et al. In-season training responses and perceived wellbeing and recovery status in professional soccer players. *PLoSOne.* 14;16(7):e0254655, 2021. doi: 10.1371/journal.pone.0254655.
27. Gatin PB, Meyer D, Robinson D. Perceptions of wellness to monitor adaptive responses to training and competition in elite Australian football. *J StrengthCond Res.* 27(9):2518-26, 2013.
28. Carvalho G, Girasol CE, Goncalves LGC, Guirro ECO, Guirro RRJ. Correlation between skin temperature in the lower limbs and biochemical marker, performance data, and clinical recovery scales. *PLoS ONE.* 16(3): e0248653, 2021. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248653>.
29. Nohari H, Alves AR, Haghghi H, Clemente FM, Carlos-Vivas J, Pérez-Gómez J, et al. Association between training load and well-being measures in young soccer players during a season. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 18, 4451, 2021. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094451>.

30. Santana PVA, Alvarez PD, Sena AFC, Serpa TK, Assis MG, Pimenta EM, et al. Relationship between infrared thermography and muscle damage markers in physically active men after plyometric exercise. *J Therm Biol.* 104:103187, 2022. doi: 10.1016/j.jtherbio.2022.103187.
31. Claudino JG, Cronin J, Mezêncio B, McMaster DT, McGuigan M, Tricoli V, et al. The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 20(4):397-402, 2017. doi: 10.1016/j.jsams.2016.08.011.
32. Gathercole R, Sporer B, Stellingwerff T, Sleivert G. Alternative countermovement-jump analysis to quantify acute neuromuscular fatigue. *Int J Sports Physiol Perform.* 10(1):84-92, 2015. doi: 10.1123/ijsp.2013-0413.
33. Júnior JLR, Duarte W, Falqueto H, Andrade AGP, Morandi RF, Albuquerque MR, et al. 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.* 99:102919, 2021. doi: 10.1016/j.jtherbio.2021.102919.
34. Djaoui L, Haddad M, Chamari K, Dellal A. Monitoring training load and fatigue in soccer players with physiological markers. *PhysiolBehav.* 1(181):86-94, 2017. doi: 10.1016/j.physbeh.2017.09.004.
35. Mohr M, Draganidis D, Chatzinikolaou A, Barbero-Álvarez JC, Castagna C, Douroudos I, et al. Muscle damage, inflammatory, immune and performance responses to three football games in 1 week in competitive male players. *Eur J ApplPhysiol.* 116: 179–193, 2016.
36. Owen AL, Wong del P, Dunlop G, Groussard C, Kebisi W, Dellal A, et al. High-Intensity training and salivary immunoglobulin a responses in professional top-level soccer players: Effect of training intensity. *J StrengthCond Res.* 30(9):2460-9, 2016. doi: 10.1519/JSC.0000000000000380.
37. Santos TM, Bunn PS, Aidar FJ, Mello DB, Neves EB. Correlation between creatine kinase (CK) and thermography: a systematic review with meta-analysis. *Motricidade.* 18(3): 467-78, 2022. <https://doi.org/10.6063/motricidade.26751>.
38. Fernandes AA, Pimenta EM, Moreira DG, Sillero-Quintana M, Marins JCB, Morandi RF, et al. Skin temperature changes of under-20 soccer players after two consecutive matches. *Sport Sci Health.* 13, 635-43, 2017. doi:10.1007/s11332-017-0394-1.
39. Fernandes AA, Pimenta EM, Moreira DG, Sillero-Quintana M, Marins JCB, Morandi RF, et al. Effect of a professional soccer match in skin temperature of the lower limbs: a case study. *J ExercRehabil.* 30;13(3):330-334, 2017. doi: 10.12965/jer.1734934.467.
40. Nogueira FRD, Chacon-Mikahil MPT, Vechin FC, Berton RPB, Cavaglieri CR, Libardi CA. Dor muscular e atividade de creatina quinase após ações excêntricas: uma análise de cluster. *RevBras Med Esporte.* 20(4):257–61, 2014. <https://doi.org/10.1590/1517-86922014200401786>.
41. Nogueira FR, Libardi CA, Nosaka K, Vechin FC, Cavaglieri CR, Chacon-Mikahil MP. Comparison in responses to maximal eccentric exercise between elbow flexors and knee extensors of older adults. *J Sci Med Sport.* 17(1):91-5, 2014.
42. Conceição MS, Libardi CA, Nogueira FR, Bonganha V, Gáspari AF, Chacon-Mikahil MP, et al. Effects of eccentric exercise on systemic concentrations of pro- and anti-inflammatory cytokines and prostaglandin (E2): comparison between young and postmenopausal women. *Eur J ApplPhysiol.* 112(9):3205-13, 2012.
43. Yu JG, Carlsson L, Thornell LE. Evidence for myofibril remodeling as opposed to myofibril damage in human muscles with DOMS: an ultrastructural and immunoelectron microscopic study. *HistochemCell Biol.* 121(3):219-27, 2004.

44. Shepstone TN, Tang JE, Dallaire S, Schuenke MD, Staron RS, Phillips SM. Short-term high- vs. low-velocity isokinetic lengthening training results in greater hypertrophy of the elbow flexors in young men. *J Appl Physiol.* 98(5):1768-76, 2005.
45. Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil.* 81(11):S52-69, 2002.
46. Coelho DB, Morandi RF, Melo MAA, Silami-Garcia E. Cinética da creatina quinase em jogadores de futebol profissional em uma temporada competitiva. *Rev. Bras. Cineantropometria & Desempenho Hum.* 13(3), 189–94, 2011. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2011v13n3p189>
47. Mello NF, Vichetti JC, Vendrusculo AP. Marcadores bioquímicos no diagnóstico da lesão muscular. *Fisioter. Bras.* 17(4):375-83, 2016.
48. Barbosa DC. Determinação da frequência genotípica do ACTN3 e da sua relação com o desempenho físico, respostas hormonais e indicadores do dano muscular em jogadores de futebol. *Dissertação, UFMG.* 2011.
49. Meyer T, Meister S. Routine blood parameters in elite soccer players. *Int. J. Sports Med.* 32 (11) 875-81, 2011.
50. Mougios V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *Br J Sports Med.* 41(10):674-8, 2007. doi: 10.1136/bjism.2006.034041.
51. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli F. Creatine kinase monitoring in sport medicine. *Brit. Med. Bull.* 81: 209–30, 2007.
52. Lazarim FL, Antunes-Neto JM, Silva FO, Nunes LA, Bassini-Cameron A, Cameron LC, et al. The upper values of plasma creatine kinase of professional soccer players during the Brazilian National Championship. *J Sci Med Sport.* 12(1):85-90, 2009. doi: 10.1016/j.jsams.2007.10.004.
53. Uchida MC, Bacurau RFP, Navarro F, Pontes Jr. FL, Tessuti VD, Moreau RL, et al. Alteração da relação testosterona: cortisol induzida pelo treinamento de força em mulheres. *RevBras Med Esporte.* 10(3):165–8, 2004. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922004000300005>.
54. Santana SH. Relação cortisol / testosterona em atletas de futebol: um estudo de revisão sistemática. *RevBras Futsal e Futebol.* 7(26), 435-40, 2016.
55. Wade C; Stanford TP; Stein J; Greenleaf E. Intensive exercise training suppresses testosterone during bed rest. *J Appl Physiol.* 99: 59–63, 2005.
56. Simões HG, Marconi F, Campbell CSG, Oliveira F, Rosa LFBPC, Baldissera V. Resposta da razão testosterona/cortisol durante o treinamento de corredores velocistas e fundistas. *RevBrasEducFís Esporte.* 18(1):31-46, 2004.
57. Chaabene H, Prieske O, Negra Y, Granacher U. Change of direction speed: toward a strength training approach with accentuated eccentric muscle actions. *Sports Med.* 48(8):1773-1779, 2020. doi: 10.1007/s40279-018-0907-3.
58. Fatouros IG, Chatzinikolaou A, Douroudos II, Nikolaidis MG, Kyparos A, Margonis K, et al. Time-course of changes in oxidative stress and antioxidant status responses following a soccer game. *J StrengthCond Res.* 24: 3278–3286, 2010.
59. Ispirlidis 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. *Clin J Sport Med.* 18: 423–431, 2008.
60. Papanagiotou A, Gissis I, Papadopoulos C, Souglis A, Bogdanis GC, Giosos I, et al. Changes in homocysteine and 8-iso-PGF(2a) levels in football and hockey players after a match. *Res Sports Med.* 19: 118–128, 2011.
61. Thorpe R, Sunderland C. Muscle damage, endocrine, and immune marker response to a soccer match. *J StrengthCond Res.* 26: 2783–2790, 2012.

62. DeVore GL, Hamilton GF. Volume measuring of the severely injured hand. *Am J OccupTher.* 22(1):16-8, 1968.
63. Stern EB. Volumetric comparison of seated and standing test postures. *Am J OccupTher.* 45(9):801-5, 1991. doi: 10.5014/ajot.45.9.801.
64. Brijker F, Heijdra YF, Van Den Elshout FJJ, Bosch FH, Folgering HTM. Volumetric measurements of peripheral oedema in clinical conditions. *Clin Physiol.* 20: 56-61, 2000.
65. Pani SP, Vanamail P, Yuvaraj J. Limb circumference measurement for recording edema volume in patients with filarial lymphedema. *Lymphology.* 28: 57-63, 1995.
66. Perrin M, Guex JJ. Edema and leg volume: methods of assessment. *Angiology.*51: 9-12, 2000.
67. Casley-Smith JR. Measuring and representing peripheral oedema and its alterations. *Lymphology.* 27: 56-70, 1994.
68. Oliveira ABC, Lara CPO, Lins SS, Cunha-Filho IT. Comparação entre as medidas inferenciais de edema de membros inferiores utilizando o leg-o-meter e o deslocador de água. *Revbrasfisioter.* 10(1):43-9, 2006.
69. Morandi RF, Pimenta EM, Andrade AGP, Serpa TKF, Penna EM, Costa CO, Júnior MNSO, et al. Preliminary validation of mirrored scales for monitoring professional soccer training sessions. *J Hum Kinet.*31;72:265-78, 2020. doi: 10.2478/hukin-2019-0112.
70. Ouergui I, Franchini E, Selmi O, Levitt DE, Chtourou H, Bouhlel E, et al. Relationship between perceived training load, well-being indices, recovery state and physical enjoyment during judo-specific training. *Int J Environ Res Public Health.* 11;17(20):7400, 2020. doi: 10.3390/ijerph17207400.
71. Selmi O, Ouergui I, Muscella A, My G, Marsigliante S, Nobari H, et al. Monitoring psychometric states of recovery to improve performance in soccer players: A brief review. *Int J Environ Res Public Health.* 31;19(15):9385, 2022. doi: 10.3390/ijerph19159385.
72. Hooper SL, Mackinnon LT, Howard A, Gordon RD, Bachmann AW. Markers for monitoring overtraining and recovery. *Med Sci Sports Exerc.* 27(1):106-12, 1995.
73. Kenttä G, Hassmén P. Overtraining and recovery a conceptual model. *Sports Med.* 26(1):1-16, 1998.
74. Arazi H, Eston R, Asadi A, Roozbeh B, SaatiZarei A. Type of ground surface during plyometric training affects the severity of exercise-induced muscle damage. *Sports.* 1;4(1):15, 2016. doi: 10.3390/sports4010015.
75. Chatzinikolaou A, Fatouros IG, Gourgoulis V, Avloniti A, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, et al. Time course of changes in performance and inflammatory responses after acute plyometric exercise. *J StrengthCond Res.* 24(5):1389-98, 2010. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181d1d318.
76. Tofas T. Plyometric exercise increases serum indices of muscle damage and collagen breakdown. *J. StrengthCondit Res.* 22(2):490-6, 2008, 10.1519/JSC.0b013e31816605a0
77. Hody S, Croisier JL, Bury T, Rogister B, Leprince P. Eccentric muscle contractions: risks and benefits. *Front Physiol.* 3(10):536, 2019. doi: 10.3389/fphys.2019.00536.
78. Kendall B, Eston R. Exercise-induced muscle damage and the potential protective role of estrogen. *Sports Med.*,32 (2): 103-23, 2002. doi: 10.2165/00007256-200232020-00003.
79. Berton R, Lixandrão ME, Silva CMP, Tricoli V. Effects of weightlifting exercise, traditional resistance and plyometric training on countermovement jump performance: a meta-analysis. *J Sports Sci.* 36(18):2038-44, 2018. doi: 10.1080/02640414.2018.1434746.
80. Brancaccio P, Lippi G, Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage. *Clin. Chem. Lab. Med.* 48 (6):757-67, 2010. doi: 10.1515/CCLM.2010.179.
81. Fehrenbach E, Schneider ME. Trauma-induced systemic inflammatory response versus exercise-induced immunomodulatory effects. *Sports Med.* 36(5):373-84, 2006. doi:10.2165/00007256-200636050-00001.

82. Rodrigues ME, Marins JCB. Countermovement e squat jump: análise metodológica e dados normativos em atletas. *Rev. brasCi e Mov.* 19(4):108-19, 2011.
83. Mc Mahon JJ, Suchomel TJ, Lake JP, Comfort P. Understanding the key phases of the countermovement jump force-time curve. *StrengthCond J.* 40(4):96-106, 2018. doi: 10.1519/SSC.0000000000000375.
84. Nédélec M, McCall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G. Recovery in soccer: part II—recovery strategies. *Sports Med.* 43(1):9–22, 2013.
85. Silva JR, Ascensao A, Marques F, Seabra A, Rebelo A, Magalhaes J. Neuromuscular function, hormonal and redox status and muscle damage of professional soccer players after a high-level competitive match. *Eur J ApplPhysiol.* 113(9):2193–201, 2013.
86. Andersson H, Raastad T, Nilsson J, Paulsen G, Garthe I, Kadi F. Neuromuscular fatigue and recovery in elite female soccer: effects of active recovery. *Med Sci Sports Exerc.* 40(2):372-80, 2008. doi: 10.1249/mss.0b013e31815b8497.
87. Stone KJ, Hughes MG, Stembridge MR, Meyers RW, Newcombe DJ, Oliver JL. The influence of playing surface on physiological and performance responses during and after soccer simulation. *Eur J Sport Sci.* 16(1):42–9, 2016.
88. Nedelec M, Wisloff U, McCall A, Berthoin S, Dupont G. Recovery after an intermittent test. *Int J Sports Med.* 34(6):554-8, 2013. doi: 10.1055/s-0032-1316364.
89. Nedelec M, McCall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G. The influence of soccer playing actions on the recovery kinetics after a soccer match. *J StrengthCond Res.* 28(6):1517-23, 2014. doi: 10.1519/JSC.0000000000000293.
90. Naclerio F, Larumbe-Zabala E, Cooper R, Allgrove J, Earnest CP. A multi-ingredient containing carbohydrate, proteins L-glutamine and L-carnitine attenuates fatigue perception with no effect on performance, muscle damage or immunity in soccer players. *PLoSOne.* 10(4):e0125188, 2015.
91. Jamurtas AZ, Douroudos II, Deli CK, Draganidis D, Chatzinikolaou A, Mohr M, et al. Iron status markers are only transiently affected by a football game. *J Sports Sci.* 33(20):2088-99, 2015. doi: 10.1080/02640414.2015.1064154.
92. Nédélec M, McCall A, Carling C, Le Gall F, Berthoin S, Dupont G. Physical performance and subjective ratings after a soccer-specific exercise simulation: comparison of natural grass versus artificial turf. *J Sports Sci.* 31(5):529–36, 2013.
93. Nagahara R, Morin JB, Koido M. Impairment of sprint mechanical properties in an actual soccer match: A pilot study. *Int J Sports PhysiolPerform.* 11(7):893-8, 2016. doi: 10.1123/ijssp.2015-0567.
94. Hughes MG, Birdsey L, Meyers R, Newcombe D, Oliver JL, Smith PM, et al. Effects of playing surface on physiological responses and performance variables in a controlled football simulation. *J Sports Sci.* 31(8):878-86, 2013. doi: 10.1080/02640414.2012.757340.
95. Edholm P, Krstrup P, Randers MB. Half-time re-warm up increases performance capacity in male elite soccer players. *Scand J Med Sci Sports.* 2014 doi: 10.1111/sms.12236.
96. Krstrup P, Zebis M, Jensen JM, Mohr M. Game-induced fatigue patterns in elite female soccer. *J StrengthCond Res.* 24(2):437–41, 2010.
97. Krstrup P, Ortenblad N, Nielsen J, Nybo L, Gunnarsson TP, Iaia FM, et al. Maximal voluntary contraction force, SR function and glycogen resynthesis during the first 72 h after a high-level competitive soccer game. *Eur J ApplPhysiol.* 111(12):2987-95, 2011. doi: 10.1007/s00421-011-1919-y.

98. Mohr M, Mujika I, Santisteban J, Randers MB, Bischoff R, Solano R, et al. Examination of fatigue development in elite soccer in a hot environment: a multi-experimental approach. *Scand J Med Sci Sports*. 20(3):125-32, 2010. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01217.x.
99. Claudino JG, Cronin JB, Amadio AC, Serrão JC. How can the Training Load be Adjusted Individually in Athletes with an Applied Statistical Approach?. *J AthlEnhanc*. 5:6, 2016. doi:10.4172/2324-9080.1000242.
100. Hildebrandt C, Zeilberger K, Ring EFJ, Raschner C. The application of medical infrared thermography in sports medicine. *An International Perspective on Topics in Sports Medicine and Sports Injury*. 257- 74, 2012.
101. Marins JCB, Fernández-Cuevas I, Arnaiz-Lastras J, Fernandes AA, Sillero-Quintana M. ApplicationsofInfraredThermography in Sports. A Review. *Rev. Int. Med. Cienc. Act. Fís. Deporte*. 15 (60): 805-24, 2015.
102. Fernandez-Cuevas I. Monitoring skin thermal response to training with infrared thermography. *New Studies in Athletics*. 29: 57-71, 2014.
103. Pascoe DD, Mercer JB, De Weerd L. Physiology of thermal signals. In *Medical Devices and Systems*; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2006.
104. Afonso ASF, Dias FAM, Marins JCB. A termografia aplicada ao futebol. *RevBras Futebol*. 15 (5), 3 – 16, 2022.
105. Gómez-Carmona P, Fernández-Cuevas I, Quintana MS, Arnaiz-Lastras J, Navanda A. Infraredthermographyprotocolonreducingtheincidenceof soccer injuries. *J Sport Rehabil*. 29(8) 1222-27, 2020. doi: 10.1123/jsr.2019-0056.
106. Côrte AC, Pedrinelli A, Marttos A, Souza IFG, Grava J, Hernandez AJ. Infrared thermography study as a complementary method of screening and prevention of muscle injuries: pilot study. *BMJ Open Sport &Exerc Med*. 5:e000431, 2019. doi: 10.1136/bmjsem-2018-000431.
107. Silva AG, Reis HHT, Marins JCB. Bases fisiológicas da aplicação da termografia para controle de carga no futebol: Uma breve revisão. *RevBras Futebol*. 15 (3), 3 – 20, 2022.
108. da Silva W, Machado ÁS, Souza MA, Kunzler MR, Priego-Quesada JI, Carpes FP. Can exercise-induced muscle damage be related to changes in skin temperature? *PhysiolMeas*. 30;39(10):104007, 2018. doi: 10.1088/1361-6579/aae6df.
109. Ferreira-Júnior JB, Chaves SFN, Pinheiro MHA, Rezende VHS, Freitas EDS, Marins JCB, et al. Is skin temperature associated with muscle recovery status following a single bout of leg press? *PhysiolMeas*. 9;42(3), 2021. doi: 10.1088/1361-6579/abe9fe.
110. Vieira SG, Sillero-Quintana M, Silva AG, Marins KO, Marins JCB. Thermographic response resulting from strength training: A preliminary study. *Apunts Sports Medicine*. 55(208): 120-7, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.apunsm.2020.08.003>.
111. Silva YA, Santos BH, Andrade PR, Santos HH, Moreira DG, Sillero-Quintana M, et al. Skin temperature changes after exercise and cold water immersion. *Sport Sci Health*.13, 195–202, 2017. <https://doi.org/10.1007/s11332-017-0353-x>.
112. Barboza JAM, Ferreira JJA, Cerqueira MS, Maciel DG, de Barros ACM, Leite EC, et al. Can Skin Temperature Be Altered After Different Magnitudes of Eccentric Exercise-Induced Muscle Damage? *Res Q Exerc Sport*. 93(4):702-9, 2022. doi: 10.1080/02701367.2021.1909693.
113. Dias FAM, Campos MG, Lisboa LAA, Cassemiro HA. Perfil térmico dos membros inferiores de jogadores de futsal universitário. *RevBras Futebol*. 15(5) 17 – 28, 2022.

114. Dias FAM, Silva AG, Marins JCB. Perfil térmico dos membros inferiores de futebolistas: uma comparação entre jovens atletas e profissionais. *RBEFE*. 37: e37189306, 2023. <https://doi.org/10.11606/issn.1981-4690.2023e37189306>.
115. Moreira DG, Costello JT, Brito CJ, Adamczyk JG, Ammer K, Bach AJE, et al. Thermographic imaging in sports and exercise medicine: A Delphi study and consensus statement on the measurement of human skin temperature. *J Therm Biol*. 69:155-62, 2017. doi: 10.1016/j.jtherbio.2017.07.006.
116. Stroppa GM, Silva AG, Moreira DG, Cerqueira MS, Fernandes AA, Marins JCB. Analysis of the skin temperature in knees of women professional soccer players. *RevBras Futebol*. 8(2), 36-42, 2017.
117. Akselrod S, Gordon D, Ubel FA, Shannon DC, Berger AC, Cohen RJ. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*. 10;213(4504):220-2, 1981. doi: 10.1126/science.6166045.
118. Castagna C. Effect of training intensity distribution on aerobic fitness variables in elite soccer players: a case study. *J. Strength Cond. Res*. 25(1): 66-71, 2011.
119. Esposito F, Impellizzeri FM, Margonato V, Vanni R, Pizzini G, Veicsteinas A. Validity of heart rate as an indicator of aerobic demand during soccer activities in amateur soccer players. *Eur J ApplPhysiol*. 93(1-2):167-72, 2004. doi: 10.1007/s00421-004-1192-4.
120. Achten J, Jeukendrup AE. Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Med*. 33: 517-38, 2003.
121. Dellal A, Silva CD, Hill-Haas S, Wong del P, Natali AJ, De Lima JR, et al. Heart rate monitoring in soccer: interest and limits during competitive match play and training, practical application. *J StrengthCond Res*. 1;36(10):e105, 2022. doi: 10.1519/JSC.0000000000004343.
122. Stolen T, Chamari K, Castagna C, Wisloff U. Physiology of soccer: an update. *Sports Med*., 35 (6): 501-36, 2005.
123. Buchheit M, Voss SC, Nybo L, Mohr M, Racinais S. Physiological and performance adaptations to an in-season soccer camp in the heat: associations with heart rate and heart rate variability. *Scand J Med Sci Sports*. 21(6):e477-85, 2011. doi: 10.1111/j.1600-0838.2011.01378.x.
124. Plews DJ, Laursen PB, Stanley J, Kilding AE, Buchheit M. Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: opening the door to effective monitoring. *Sports Med*. 43(9):773-81, 2013. doi: 10.1007/s40279-013-0071-8.
125. Buchheit M. Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome? *Front. Physiol*. 5: 73, 2014. doi: 10.3389/fphys.2014.00073.
126. Al Haddad H, Laursen PB, Chollet D, Ahmaidi S, Buchheit M. Reliability of resting and postexercise heart rate measures. *Int J Sports Med*. 32(8):598-605, 2011. doi: 10.1055/s-0031-1275356.
127. Schmitt L, Regnard J, Millet GP. Monitoring fatigue status with HRV measures in elite athletes: an avenue beyond RMSSD?. *Front. Physiol*. 19(6): 343, 2015. doi: 10.3389/fphys.2015.00343.
128. Thorpe RT, Strudwick AJ, Buchheit M, Atkinson G, Drust B, Gregson W. Monitoring fatigue during the in-season competitive phase in elite soccer players. *Int J Sports PhysiolPerform*. 10(8):958-64, 2015. doi: 10.1123/ijsp.2015-0004.
129. Bernardi L, Leuzzi S, Radaelli A, Passino C, Johnston JA, Sleight P. Low-frequency spontaneous fluctuations of R-R interval and blood pressure in conscious humans: a baroreceptor or central phenomenon? *ClinSci*. 87(6):649-54, 1994. doi: 10.1042/cs0870649.
130. Pagani M, Lombardi F, Guzzetti S, Rimoldi O, Furlan R, Pizzinelli P, et al. Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog. *Circ Res*. 59(2):178-93, 1986. doi: 10.1161/01.res.59.2.178.

131. Blasquez JCC, Font GR, Ortis LC. Heart-rate variability and precompetitive anxiety in swimmers. *Psicothema*, 21: 531-6, 2009.
132. Thorpe RT, Strudwick AJ, Buchheit M, Atkinson G, Drust B, Gregson W. Tracking morning fatigue status across in-season training weeks in elite soccer players. *Int J Sports PhysiolPerform*. 11(7):947-52, 2016. doi: 10.1123/ijsp.2015-0490.