



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Educação e Humanidades

Instituto de Educação Física e Desportos

Carlos Bruno Reis Pinheiro

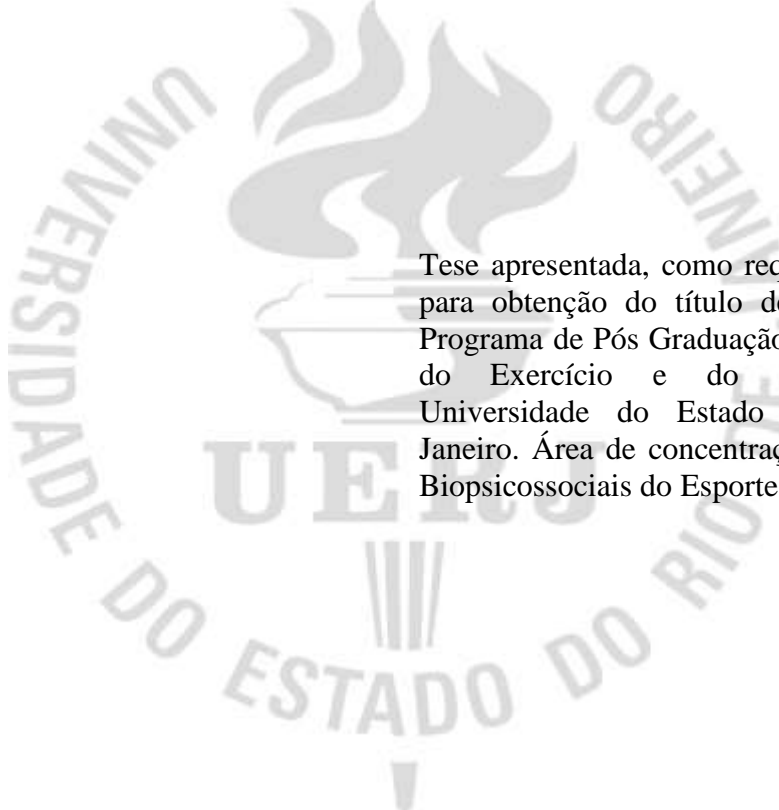
**Relações entre diagnóstico por imagem e marcadores bioquímicos
para detecção de lesões musculares no futebol**

Rio de Janeiro

2023

Carlos Bruno Reis Pinheiro

Relações entre diagnóstico por imagem e marcadores bioquímicos para detecção de lesões musculares no futebol



Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Esporte.

Orientador: Prof. Dr. Rodolfo de Alkmim Moreira Nunes

Rio de Janeiro

2023

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CEH/B

P654 Pinheiro, Carlos Bruno Reis.
Relações entre diagnóstico por imagem e marcadores
bioquímicos para detecção de lesões musculares / Carlos Bruno
Reis Pinheiro. – 2023.
64 f : il.

Orientador: Rodolfo de Alkmim Moreira Nunes.
Tese (doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
Instituto de Educação Física e Desportos.

1. Lesões no futebol - Teses. 2. Jogadores de futebol – Teses.
3. Diagnóstico por imagem - Teses. 4. Marcadores bioquímicos –
Teses. I. Nunes, Rodolfo de Alkmim Moreira, 1963-. II.
Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Educação
Física e Desportos. III. Título.

CDU 616-001:796.332

Bibliotecária: Eliane de Almeida Prata CRB7 4578/94

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta
tese desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Carlos Bruno Reis Pinheiro

**Relações entre diagnóstico por imagem e marcadores bioquímicos para detecção
de lesões musculares no futebol**

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Esporte.

Aprovada em 26 de setembro de 2023.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Rodolfo de Alkmim Moreira Nunes (Orientador)

Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ

Prof. Dr. Rodrigo Gomes de Souza Vale

Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ

Prof. Dr. Gustavo Casimiro Lopes

Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ

Prof. Dra. Danielli Braga de Mello

Escola de Educação Física do Exército

Prof. Dr. Ignácio Antônio Seixas da Silva

Universidade Estácio de Sá

Rio de Janeiro

2023

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho para minha família, tanto a biológica quanto a escolhida.

AGRADECIMENTOS

Prof. Dr. Rodolfo de Alkmim Moreira Nunes. Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ. Grande incentivador, orientador e um professor na essência da palavra, desde antes do meu ingresso no programa.

Prof. Dr. Rodrigo Gomes de Souza Vale. Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ. Seus conselhos e ensinamentos foram fundamentais em todas as fases do processo.

Prof. Dra. Danielli Braga de Mello. Escola de Educação Física do Exército – EsEFEx. Minha referência em termografia infravermelha, de vital importância para a execução deste trabalho.

Prof. Dr. Gustavo Casimiro Lopes. Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ. Desde a fase do projeto para minha admissão no programa ao desenvolvimento do trabalho sua participação foi primordial.

Professor doutor Dirceu Gama. Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ. Foi sempre um grande incentivador e professor.

Professor doutor Vicente Lima. Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ. Meu veterano de doutorado, suas ideias muito ajudaram.

Professor doutorando Vitor Ayres Príncipe. Sua visão à frente e conhecimento em tecnologia o tornam membro essencial de qualquer equipe.

Professor doutor Carlos Alberto Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ. Sua excelência técnica serviu de exemplo e muito contribuiu neste trabalho.

Major José Mauro Maia Junior. Escola de Educação Física do Exército – EsEFEx. Sua parceria na execução da pesquisa viabilizou a equipe de futebol e os ótimos recursos materiais e humanos da EsEFEx.

Prof. Dr. Ignácio Antônio Seixas da Silva. Universidade Estácio de Sá – UNESA. Sua participação inclusive em minha qualificação disponibilizou informações que muito acrescentaram

Dr Ricardo Fernando Ayres Silva. Clínica Ricardo Ayres/Centro Profissional Barra Shopping. Seu exemplo na busca pela excelência em exames de imagem e os conselhos o tornam uma referência.

Meus familiares e amigos, agradeço a compreensão pelas minhas ausências e escassez de tempo, além do apoio e incentivo tão valiosos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do à Universidade do

Estado do Rio de Janeiro.

RESUMO

PINHEIRO, Carlos Bruno Reis. *Relações entre diagnóstico por imagem e marcadores bioquímicos para detecção de lesões musculares*. 2023. 64 f. Tese (Doutorado em Ciências do Exercício e do Esporte) – Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Entre as intercorrências que atingem os futebolistas, as lesões musculares representam um importante problema para as equipes profissionais de futebol. São frequentes em seus variados graus e seu diagnóstico é um desafio constante para a comissão técnica e seus respectivos departamentos médicos. Estudos recentes sobre futebolistas profissionais demonstraram que as lesões musculares da coxa representam mais de 30% de todas as lesões e causam a maioria dos afastamentos e dias perdidos de treinamento e competição. Portanto esta tese tem como objetivo, analisar o diagnóstico de lesões musculares agudas e subagudas através de marcadores bioquímicos e imagem em atletas de futebol com clínica de suspeição de lesão muscular. Primeiramente, o estudo 1, uma revisão sistemática analisou vinte e quatro estudos que correlacionam futebol, lesão muscular e diagnóstico por imagem, visando mapear e avaliar a produção intelectual existente, para especificar e desenvolver conhecimento adicional com novo estudo experimental. Os resultados demonstraram dois dispositivos de exames de imagem foram encontrados para avaliar a lesão muscular, sendo eles: 66,67% de documentos sobre Ressonância Magnética, 20,83% de documentos sobre Ultrassonografia, e 12,50% de documentos sobre os dois exames combinados, verificando que no monitoramento da evolução da lesão a ultrassonografia pode atualizar de forma mais precisa que a ressonância magnética. O estudo 2, teve por objetivo, identificar as características antropométricas dos jogadores de futebol profissional do exército brasileiro, de acordo com a sua posição em campo e suas diferenças, permitindo a comparação com as demais equipes que disputam os campeonatos profissionais de futebol, na categoria em que disputam atualmente ou em outras categorias. A seguir, fruto da lacuna do conhecimento encontrada na revisão sistemática. Foi realizado o estudo 3 com o objetivo de analisar as relações entre exames de imagem, ultrassonografia e termografia infravermelha, e marcadores bioquímicos, CK e LDH, para diagnósticos de lesões musculares de atletas de futebol. Esta análise destaca a importância da individualização do atleta para seu correto acompanhamento e diagnóstico. Utilizamos termografia infravermelha e ultrassonografia como métodos de imagem. Para avaliação bioquímica do sangue dos atletas o laboratório da EsEFEx foi utilizado em um grupo de 27 atletas da Seleção Militar do Exército Brasileiro, participantes do Campeonato Carioca da Série B de 2023. As lesões ocorreram com mais frequência em meiocampistas, zagueiros e atacantes durante as partidas. As lesões detectadas pela ultrassonografia foram associadas com assimetria muscular caracterizada na Termografia Infravermelha, havendo aumento nos marcadores bioquímicos de CK e LDH. Diagnosticamos lesões em 5 atletas, dos quais 4 apresentaram hipotermia e 1 hipertermia na área com lesão. A relação entre lesão no lado dominante (direito) foi de 3 atletas. A associação entre os métodos de imagem (US e TIV) com os marcadores bioquímicos (CK e LDH) se mostrou benéfica e promissora no diagnóstico de lesões em atletas de futebol, inclusive por prevenir agravamento de lesões pelo seu não diagnóstico. Sustentando na lógica da prevenção de lesões no esporte com método de diagnóstico por imagem mais acessível.

Palavras-chaves: lesão muscular; diagnóstico por imagem; marcadores bioquímicos; futebol.

ABSTRACT

PINHEIRO, Carlos Bruno Reis. *Relationship between diagnostic imaging and biochemical markers for detecting muscle injuries in football*. 64 f. Tese (Doutorado em Ciências do Exercício e do Esporte) – Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

Among the complications affecting football players, muscular injuries constitute a significant challenge for professional football teams. They manifest in various degrees and their diagnosis poses a consistent challenge for the coaching staff and respective medical departments. Recent studies focusing on professional footballers have revealed that thigh muscle injuries account for over 30% of all injuries and result in the majority of absences and missed training and competition days. As a consequence, this thesis aims to scrutinize the diagnosis of acute and subacute muscular injuries through biochemical markers and imaging in football athletes presenting clinical suspicion of muscular injury. Initially, Study 1, a systematic review, examined twenty-four studies that establish correlations among football, muscular injury, and diagnostic imaging. This review sought to map and evaluate the existing intellectual output, with the purpose of defining and generating further knowledge via a novel experimental study. The findings revealed two imaging modalities employed for muscular injury assessment: 66.67% of the documents focused on Magnetic Resonance Imaging (MRI), 20.83% on Ultrasonography, and 12.50% on the combination of both methods. Notably, in terms of tracking injury progression, ultrasonography demonstrated a higher precision compared to MRI. Study 2 aimed to identify the anthropometric characteristics of professional football players in the Brazilian army, based on their playing positions, and to discern differences, enabling comparisons with other teams competing in professional football leagues within the same category or across different categories. Subsequently, addressing the knowledge gap identified in the systematic review, Study 3 was conducted to explore the relationships between imaging methods—ultrasonography and infrared thermography—and biochemical markers, namely Creatine Kinase (CK) and Lactate Dehydrogenase (LDH), for diagnosing football-related muscular injuries. This analysis underscores the significance of individualizing athlete assessment and diagnosis. Infrared thermography and ultrasonography were utilized as imaging techniques. Biochemical evaluation of athletes' blood samples was conducted at the EsEFEx laboratory within a group of 27 athletes from the Brazilian Army Military Selection, participating in the 2023 Campeonato Carioca Serie B. Notably, injuries were more prevalent among midfielders, defenders, and forwards during matches. Ultrasonography-detected injuries were linked to muscular asymmetry, as evidenced by Infrared Thermography, and were accompanied by elevated CK and LDH biomarkers. A total of 5 athletes were diagnosed with injuries, among whom 4 exhibited hypothermia and 1 displayed hyperthermia in the injury-affected region. The occurrence of injuries on the dominant (right) side was observed in 3 athletes. The combination of imaging methods (US and TIV) with biochemical markers (CK and LDH) proved to be beneficial and promising for diagnosing football-related injuries, potentially preventing injury exacerbation due to missed diagnosis. This approach aligns with injury prevention logic in sports, employing more accessible imaging diagnostic methods.

Keywords: muscular injury; diagnostic imaging; biochemical markers; football.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1 ESTUDO 1 - FUTEBOL, LESÃO MUSCULAR, DIAGNÓSTICO POR IMAGEM: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	14
2 ESTUDO 2 – VARIATIONS IN BODY MEASUREMENTS ACCORDING TO THE ROLE PLAYED ON THE FIELD BY FOOTBALL PLAYERS IN THE BRAZILIAN ARMY	26
3 ESTUDO 3 - RELAÇÕES ENTRE ULTRASSONOGRAFIA, TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA E MARCADORES BIOQUÍMICOS PARA DIAGNÓSTICOS DE LESÕES ESPORTIVAS: ESTUDOS DE CASO NO FUTEBOL	39
CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS	56
APÊNDICE A – Diagnóstico em campo 1	58
APÊNDICE B – Diagnóstico em campo 2	59
APÊNDICE C – Diagnóstico em campo 3	60
ANEXO A – Parecer consubstanciado CEP	61
ANEXO B – Estudo 2 IJSPE	62
ANEXO C – Memorial	63

INTRODUÇÃO

O futebol é o esporte mais praticado no mundo e o crescente número de espectadores ultrapassa 3,2 bilhões de pessoas (KELLY *et al.*, 2019). Com o aumento da sua popularidade, aumentou também as ocorrências de lesões e o conseqüente interesse pelo estudo da mesma. Sendo, o futebol um desporto de contato, a tentativa de travar um adversário ou a disputa de bola entre os oponentes pode levar a que aconteça lesões de variadas gravidades no Futebol (EKSTRAND *et al.*, 2011).

Entre as intercorrências que mais atingem os futebolistas, Pedrinelli *et al.* 2013, as lesões musculares e tendinosas representam um problema percentualmente importante para as equipes profissionais de futebol. Estas lesões se tornam um desafio para os especialistas, por terem uma recuperação lenta afastando-os praticantes do treinamento, e são classificadas pelo tempo, o tipo, a gravidade e o local da lesão. A função da musculatura é causar contração, convertendo energia química em mecânica, podendo ou não resultar em movimento articular. A maior parte das lesões musculares ocorre durante atividade desportiva, correspondendo de 10 a 55% de todas as lesões (DOMINSKI *et al.*, 2018).

A possibilidade de acontecer uma lesão muscular aumenta por vários fatores durante a prática de futebol, como lesões prévias e estresse excessivo das fibras, trauma e temperatura mais baixa, além de aquecimento ou preparo inadequado, tornando esta patologia 30% das lesões no futebol (VOLPI *et al.*, 2019). Na maioria dos casos, as lesões musculares ocorrem durante atividades como correr, saltar e chutar, envolvendo músculos que cruzam duas articulações (isquiotibiais, grácil e reto femoral), que são constituídos por uma alta porcentagem de fibras do tipo 2 e durante a contração excêntrica (HASEBE *et al.*, 2017).

A detecção precoce e precisa de lesões musculares é uma preocupação constante no mundo do esporte, especialmente no futebol, onde a performance dos jogadores está intimamente ligada à sua condição física (MURPHY & RENNIE, 2018). Nesse contexto, a integração entre diagnóstico por imagem e marcadores bioquímicos tem desempenhado um papel crucial na identificação e monitoramento dessas lesões, permitindo um tratamento mais eficaz e um retorno mais rápido aos campos (DOS SANTOS, *et al.*, 2022).

As lesões musculares são um dos principais desafios enfrentados por atletas e suas equipes médicas. A natureza intensa e muitas vezes explosiva do futebol, que envolve sprints, mudanças de direção abruptas e confrontos físicos, coloca uma carga significativa

nos músculos dos jogadores. Como resultado, lesões como distensões, estiramentos e rupturas musculares são comuns e podem variar em gravidade (KHO *et al.*, 2022). A detecção precoce é fundamental para evitar complicações a longo prazo e garantir que os jogadores recebam o tratamento adequado desde o início.

O correto diagnóstico e estadiamento das lesões permite estabelecer a melhor conduta de tratamento e busca oferecer uma previsão de retorno do atleta para suas atividades, o que motivou a realização deste estudo. A busca do diagnóstico se inicia com a queixa do atleta, gerando informações para a anamnese e na sequência o exame físico, com palpação e manobras, levando-se em conta os relatos de sensibilidade e dor durante a avaliação. O recurso do exame de imagem é incontestado e universalmente aceito na comunidade médica como sendo de grande valia para se estabelecer ou descartar o diagnóstico de lesão muscular, bem como seu estadiamento, seja em graus ou pela mensuração das dimensões da lesão (SHIV *et al.*, 2020).

O diagnóstico por imagem desempenha um papel fundamental na avaliação de lesões musculares. Tecnologias como a ressonância magnética (RM) e a ultrassonografia oferecem uma visão detalhada do tecido muscular, permitindo a identificação de lesões, a avaliação de sua gravidade e a localização precisa (SAW; MAIN; GASTIN, 2016). A ressonância magnética é particularmente útil devido à sua capacidade de fornecer imagens em várias orientações, permitindo uma visualização tridimensional das estruturas musculares. Isso é essencial para compreender a extensão das lesões e orientar as decisões de tratamento (YAMADA *et al.* 2021). A ultrassonografia como método de diagnóstico por imagem mais acessível e de grande acurácia quando corretamente executado, possibilitando sua utilização na própria organização esportiva, permite o monitoramento da evolução da lesão. Pois além de frequentes em seus variados graus, seu diagnóstico é um desafio constante para os departamentos médicos. Como agravante deste tema há relato de recorrência da lesão entre 14% e 63% (SHAMJI *et al.*, 2021). A termografia infravermelha (TIV) como método de diagnóstico por imagem, identifica alterações no fluxo sanguíneo cutâneo, representado pela temperatura da pele. Também utilizado na verificação de assimetrias de extremidades, sendo sólida ferramenta no auxílio de diagnóstico e acompanhamento de lesões musculares (MELLO *et al.*, 2022; ROMÃO *et al.*, 2021; CORTE *et al.*, 2019).

A complementaridade entre o diagnóstico por imagem e os marcadores bioquímicos é evidente na abordagem holística para avaliar as lesões musculares. Os marcadores bioquímicos, como as enzimas musculares creatina quinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH), são liberados na corrente sanguínea quando ocorre dano muscular. A medição

desses marcadores oferece informações valiosas sobre a extensão da lesão e sua gravidade, possibilitando uma avaliação mais objetiva do quadro clínico (MOSTAFAR KHANI *et al.*, 2022; BRANCACCIO; MAFFULL; LIMONGELLI, 2007). Além disso, a combinação desses dois métodos permite um monitoramento contínuo durante o processo de recuperação. Enquanto o diagnóstico por imagem fornece uma imagem inicial da lesão, os marcadores bioquímicos podem ser usados ao longo do tempo para acompanhar a progressão da cicatrização e avaliar a eficácia do tratamento (NOWAKOWSKA, *et al.* 2019). Isso é particularmente importante em atletas de alto desempenho, onde a rápida recuperação é crucial para o retorno à competição.

No entanto, é importante reconhecer que tanto o diagnóstico por imagem quanto os marcadores bioquímicos têm suas limitações individuais. A interpretação das imagens de ressonância magnética e ultrassonografia requer expertise, pois nem todas as alterações visíveis nas imagens correspondem necessariamente a lesões significativas.

Da mesma forma, os marcadores bioquímicos têm suas próprias considerações. A liberação de CK e LDH pode ser influenciada por vários fatores, incluindo o esforço físico intenso, outros tipos de lesões e condições médicas subjacentes. Portanto, a interpretação dos resultados requer um entendimento profundo do contexto individual do jogador e da situação do jogo (MOSTAFAR KHANI *et al.*, 2022).

No cenário do futebol profissional, onde a pressão para o desempenho é alta, a rápida recuperação de lesões musculares assume uma importância ainda maior. A utilização eficaz das informações provenientes do diagnóstico por imagem e dos marcadores bioquímicos pode ter um impacto significativo na carreira de um jogador e no sucesso global da equipe. A capacidade de identificar lesões em estágios iniciais e ajustar o tratamento de acordo não apenas acelera a recuperação, mas também reduz o risco de recorrência (KHO *et al.*, 2022).

É evidente que a colaboração entre radiologistas, médicos esportivos e fisiologistas do exercício é fundamental para uma avaliação completa e precisa das lesões musculares. A combinação de informações provenientes de várias fontes, incluindo imagens de diagnóstico e marcadores bioquímicos, permite uma tomada de decisão mais informada e uma abordagem mais personalizada para o tratamento.

Sendo assim, a presente tese pode colaborar na integração dessas abordagens visando contribuir para o desenvolvimento de estratégias de prevenção mais eficazes. Ao entender melhor como as lesões ocorrem e progridem, os profissionais de saúde podem implementar programas de treinamento e reabilitação que visam reduzir o risco de lesões

musculares. Isso é particularmente relevante em um esporte como o futebol, onde a prevenção de lesões pode ter um impacto direto na disponibilidade dos jogadores ao longo de uma temporada.

As relações entre diagnóstico por imagem e marcadores bioquímicos desempenham um papel essencial na detecção de lesões musculares no futebol. A combinação da visualização detalhada proporcionada pelos exames de imagem com a informação objetiva fornecida pelos marcadores bioquímicos resulta em uma abordagem abrangente e holística para avaliar lesões musculares. Essa colaboração entre diferentes especialidades médicas é fundamental para tomar decisões informadas sobre o tratamento, monitoramento e prevenção de lesões, contribuindo para o bem-estar geral dos jogadores e o sucesso de suas equipes.

Para o alcance da tese proposta, foi utilizado o modelo Escandinavo, com suas seções que se dividem em três artigos que mantêm entre si coerência e que representam o objetivo do estudo em determinar a aplicação do uso da ultrassonografia como uma técnica de campo para a avaliação de lesão musculoesquelética no futebol, tendo em vista as limitações e aplicações, além de vantagens e desvantagens do método. Esses artigos serão organizados em capítulos desta tese e seguirão a seguinte estrutura:

O artigo 1, intitulado “O uso de exames por imagem para a identificação de lesões musculoesqueléticas no futebol – uma revisão sistemática” teve por objetivo identificar o uso de exames por imagem na identificação de lesões musculoesqueléticas no futebol.

O artigo 2, intitulado “Variations in body measurements according to the role played on the field by football players in the brazilian army” teve por objetivo identificar as características antropométricas dos jogadores de acordo com a sua posição em campo e suas diferenças. (publicado em junho de 2021 na revista *International Journal of Sports and Physical Education (IJSPE)*, v. 9, n.1, p. 36-43, 2023, ISSN: 2454-6380 – ANEXO 2). Este trabalho permite a comparação da amostra utilizada em nossa pesquisa com alguma outra. Assim buscamos expor as características dos atletas estudados, permitindo a comparação com as demais equipes que disputam os campeonatos profissionais de futebol, na categoria em que disputam atualmente ou em outras categorias.

O artigo 3, intitulado “Relações entre ultrassonografia, termografia infravermelha e marcadores bioquímicos para diagnósticos de lesões esportivas: estudos de casos no futebol”, apresentou informações sobre a análise destas técnicas diagnósticas. Com este trabalho buscamos esclarecer se há ou não em nossa amostra relações entre os métodos na detecção de lesões. Os três métodos independem das queixas dos atletas para seus resultados,

muito embora a ultrassonografia dependa da localização de área suspeita por parte do atleta para uma efetiva busca da imagem que esclareça a anatomia normal ou patológica na imagem. Neste ponto temos o laboratório podendo rastrear alterações em todos os atletas, sintomáticos ou não, apontando para suspeição de lesão. A termografia infravermelha realiza uma imagem em ampla área, determinando regiões alteradas termicamente, inclusive com as comparações contralaterais. Com isto a ultrassonografia buscará em área previamente determinada a observação de alterações que constituam normalidade anatômica, tanto em regiões sintomáticas quanto em locais apontados como alterados pela termografia infravermelha, mesmo quando estes encontram-se assintomáticos.

1 ESTUDO 1 - FUTEBOL, LESÃO MUSCULAR, DIAGNÓSTICO POR IMAGEM: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA.

Resumo

Introdução: O futebol é sabidamente o esporte mais popular do mundo, sendo também o que possui maior número de expectadores. Tendo em vista que qualquer tratamento, para ser bem indicado, deve ser precedido por um correto diagnóstico, seja ele de ordem clínica ou através de exame complementar. Sendo as lesões musculares a principal causa de afastamento e treinos e jogos, busca-se o foco no exame complementar por imagem, que nas lesões em questão se valem da ressonância magnética e da ultrassonografia como referências para o exame de diagnóstico por imagem. **Objetivo:** O presente estudo tem por objetivo realizar uma revisão sistemática sobre lesões musculares, exames de diagnóstico por imagem em praticantes de futebol profissional. **Materiais e métodos:** O presente estudo caracteriza-se por um estudo de revisão sistemática sobre 24 artigos que correlacionam futebol, lesão muscular e diagnóstico por imagem, visando mapear e avaliar a produção intelectual existente. Com tal propósito, entre 2017 e 2022 foram utilizadas três bases de dados: PubMed (MEDLINE), Scopus e Web of Science. Adotamos os itens de relatório preferenciais para relatórios sistemáticos Diretrizes para revisões e meta-análises (PRISMA). O título, resumo ou palavras-chave deveriam conter os seguintes termos: (soccer OR football) AND (musc* AND injur*) AND (imag*). Uma busca manual foi realizada através da triagem das listas de referências dos estudos incluídos. A lista de estudos e os critérios de inclusão e exclusão foram enviados a três especialistas independentes que foram encarregados de sugerir estudos adicionais relevantes. critérios de inclusão foram baseados na estrutura População, Exposição, Comparação e Desfecho (PECO). os artigos pré-selecionados nos bancos de dados foram exportados e classificados usando o recurso Zotero. **Resultados:** Foram analisados sete estudos que contemplaram os critérios estabelecidos. Dois dispositivos de exames de imagem foram encontrados para avaliar a lesão muscular, sendo eles: 66,67% de documentos sobre Ressonância Magnética), 20,83% de documentos sobre Ultrassonografia, e 12,50% de documentos sobre os dois exames combinados. **Conclusão:** No monitoramento da evolução da lesão a ultrassonografia pode atualizar de forma mais precisa que a ressonância magnética, devido a possibilidade de RM persistir no aspecto da imagem mesmo após haver mudanças que seriam importantes dentro de um quadro evolutivo da lesão.

Palavras-Chave: Futebol, Diagnóstico por Imagem, Exame, Lesão Muscular

1. Introdução

Entre as lesões que mais atingem os atletas de futebol, as lesões musculares representam um problema percentualmente importante para as equipes profissionais de futebol (HAMILTON, *ET AL.*, 2018). O diagnóstico se inicia com a anamnese, a partir da queixa do atleta, o que fornece informações para na sequência ser realizado o exame físico, com palpação local e manobras pertinentes, levando-se em conta os relatos de sensibilidade e algícos no decorrer da avaliação.

O uso do exame de imagem é um recurso universalmente aceito na comunidade médica, para estabelecer ou descartar o diagnóstico de lesão muscular (SHIV *et al.*, 2020). Bem como seu estadiamento, seja em graus ou pela mensuração das dimensões da lesão, com a possibilidade de acontecer uma lesão muscular aumentando por vários fatores durante a prática de futebol, como lesões prévias e estresse excessivo das fibras, trauma e temperatura mais baixa, além de aquecimento ou preparo inadequado, tornando esta patologia 30% das lesões no futebol (VOLPI, *et al.*, 2019).

O correto diagnóstico e estadiamento das lesões permite estabelecer a melhor conduta de tratamento e busca oferecer uma previsão de retorno do atleta para suas atividades, o que motivou a realização deste estudo (SHIV *et al.*, 2020).

A ultrassonografia é um método de diagnóstico por imagem acessível com grande acurácia quando corretamente executado que pode ser utilizado na própria organização esportiva. Este método permite o monitoramento da lesão, em seus variados graus. Com um diagnóstico desafiador para os departamentos médicos dos clubes de futebol, a lesão apresenta uma taxa de recorrência entre 14% e 63% (SHAMJI, *ET AL.*, 2021).

2. Materiais e Métodos

O objetivo de uma revisão de literatura é muitas vezes permitir que o pesquisador mapeie e avalie o território intelectual existente para especificar uma questão de pesquisa e desenvolver conhecimento adicional (TRANFIELD *et al.*, 2003). Adotamos os itens de relatório preferenciais para relatórios sistemáticos Diretrizes para revisões e meta-análises (PRISMA) (PAGE *et al.*, 2021a; PAGE *et al.*, 2021b).

2.1 Fontes e processo de seleção de estudos

Na seleção dos artigos, utilizou-se do procedimento de uma pesquisa avançada onde expressões booleanas (“AND” e “OR”) permitem combinações de palavras-chave (ROWLEY & SLACK, 2004), entre 2017 e 2022 em três bases de dados: PubMed (com MEDLINE), Scopus, e Web of Science (todas as coleções).

O título, resumo ou palavras-chave deveriam conter os seguintes termos: (soccer OR football) AND (musc* AND injur*) AND (imag*). Uma busca manual foi realizada através da triagem das listas de referências dos estudos incluídos. A lista de estudos e os critérios de inclusão e exclusão foram enviados a três especialistas independentes que foram encarregados de sugerir estudos adicionais relevantes.

2.2 Critérios de elegibilidade

Estudos publicados em periódicos revisados por pares foram elegíveis. Os critérios de inclusão foram baseados na estrutura População, Exposição, Comparação e Desfecho (PECO) (MORGAN *et al.*, 2018), conforme apresentado abaixo:

- População: Atletas de futebol de ambos os sexos, maiores de 18 anos, com experiência em competições e/ou internacional.
- Exposição: Estudos que se utilizaram de algum tipo de avaliação por imagem para fazer o diagnóstico de lesão dos atletas.
- Comparação: Quais os tipos de avaliação por imagens utilizados nos estudos selecionados.
- Desfecho: Qual o objetivo das avaliações por imagem no futebol e qual o protocolo mais adotado para este tipo de avaliação

Em seguida, os artigos pré-selecionados nos bancos de dados foram exportados e classificados usando o recurso Zotero® e passaram por um processo de refinamento para identificar duplicação, após esta etapa 329 documentos permaneceram para avaliar a elegibilidade dos estudos.

Também houve a necessidade de determinar alguns critérios para inclusão ou exclusão dos artigos para confecção desde estudo. Foram adotados os critérios de elegibilidade dos estudos como:

- (1) O estudo foi escrito em inglês ou em português.
- (2) O estudo foi publicado como pesquisa original em uma revista revisada por pares como um artigo de texto completo.
- (3) Os dados foram relatados por meio de um protocolo de avaliação por imagem.
- (4) Os participantes eram atletas competitivos de alto rendimento de ambos os sexos (definidos como olímpica, internacional, profissional).
- (5) clareza no objetivo da utilização da avaliação por imagem.

Os critérios de exclusão são:

- (1) Download do artigo impossível de ser realizado.
- (2) Número da amostra ou sexo não informado.
- (3) Coleta de dados da avaliação por imagem com protocolo bem especificado.
- (4) Outros esportes relatados junto com o futebol apresentando um resultado único no estudo.
- (5) Estudos com intervenção, estudo de caso, resumos e comunicações de pesquisa, revisão, relatórios técnicos e inquéritos.
- (6) Houve limitação de data de publicação do artigo, sendo o pré-estabelecido as publicações realizadas nos últimos cinco anos;

Nos casos de divergência na escolha de algum artigo por parte dos dois avaliadores, um terceiro avaliador foi solicitado para dirimir a divergência quanto a utilização do artigo na revisão e aceitá-lo ou não.

2.3 Qualidade do Estudo

A qualidade de todos os estudos foi avaliada por dois autores usando critérios de avaliação (Tabela 1) com base em um estudo de Saw, Main e Gatin (2016). As pontuações foram alocadas com base em quão bem cada critério foi atendido, assumindo uma pontuação máxima possível de 8 (baixo risco de viés). Estudos com risco de viés de pontuação de 4 ou menos foram considerados pobres e foram posteriormente excluídos.

Uma vez definidos os estudos a serem incluídos, realizamos uma revisão adicional, verificando listas de referências (HORSLEY, DINGWALL & SAMPSON, 2021) para identificar estudos revisados por pares que atenderam aos critérios de inclusão. Um estudo que atendeu aos critérios de inclusão também foi incluído durante o processo de revisão por pares.

Tabela 1. Risco de Viés

CRITÉRIO	DEFINIÇÃO	PONTUAÇÃO		
		0	1	2
A Revisão Por Pares	Um estudo publicado em uma revista revisada por pares	Não	Sim	
B Número de Participantes	Número de jogadores incluídos nos resultados do estudo	<5	5-50	>50
C População definida	Idade, sexo, esporte, nível de participação e experiência declarados	Não	Parcialmente	Sim
D Avaliação de imagem	É apresentado o tipo de avaliação de imagem que o atleta foi submetido	Não	Sim	
E Protocolo da avaliação utilizado	É apresentado o protocolo utilizado para a avaliação de imagem do atleta	Não	Parcialmente	Sim

Fonte: Adaptado de HORSLEY, DINGWALL, SAMPSON, 2021.

3. Resultados

Foi realizada uma busca sistemática nas bases de dados eletrônicas PubMed, Scopus e Web of Science usando filtros de tempo, tipo de publicação e idioma, sendo a atualização mais recente em 5 de maio de 2022. Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (MeSH) foram usados. A frase de busca foi desenvolvida com os operadores booleanos [OR] (entre sinônimos) e [AND] (entre descritores).

Inicialmente, foram identificados 460 registros. Após a remoção de duplicatas

(primeira tela), exclusão por título (segunda tela) e exclusão por resumo ou texto completo, 65 estudos atenderam aos critérios de inclusão. Durante a triagem do texto completo, os principais motivos de exclusão foram: I) Impossibilidade de download do artigo; II) Gênero desinformado; III) Outros esportes diferentes do futebol; IV) Não informação de exame de imagem; V) Lesões diferentes da lesão muscular; e IV) estudos não originais (estudo de caso, editorial, revisão ou relatório técnico), totalizando 35 estudos incluídos (Figura 1).

3.1 Características dos Estudos e Risco de Viés

Os estudos foram publicados de 2017 a 2022 em diferentes atletas de futebol profissional. O tamanho da amostra agrupada e a idade incluiu 214 participantes com 25 ± 8 anos, sendo composta em sua maioria por homens atletas (92%). O número mais significativo de publicações ocorreu em 2018 com 6 publicações, porém é importante destacar que durante os anos de 2017 até 2021 o número de publicação foi homogêneo, sendo 2017 (n=5); 2019 (n=5); 2020 (n=4) e 2021 (n=4). Para o ano de 2022 até a presente data nenhum estudo foi incluído. Entre os 24 estudos selecionados, todos os estudos incluídos apresentaram baixo risco de viés, com pontuação > 4 . A pontuação média de viés para os estudos foi de 7,6 (intervalo 5- 8).

3.2 Principais descobertas

O resumo dos 24 estudos incluídos na revisão sistemática é apresentado na Tabela 2. Dois dispositivos de exames de imagem foram encontrados para avaliar a lesão muscular, sendo eles: 66,67% de documentos sobre Ressonância Magnética (MURPHY, 2018; KHO, 2021; CREMA, 2017; KELLY, 2019; HAMILTON, 2017; SHAMJI, 2020; JACQUOT, 2019; SENER, 2020; GREEN, 2020; YANGUAS, 2017, YAMADA, 2021; WONG-ON, 2018; WATERWORTH, 2017; PEZZOTTA, 2018; PEZZOTTA, 2017; FERRARI, 2021), 20,83% de documentos sobre Ultrassonografia (PATEL, 2019; EMAMI, 2020; YOSHIDA, 2019; PAOLETTA, 2021; CENTURION, 2018), e 12,50% de documentos sobre os dois exames combinados (SHERMAN, 2018; VOLPI, 2019; HYNES, 2018).

Figura 1 - PRISMA 2020 diagrama de fluxo para novas revisões sistemáticas que incluíram apenas buscas em bancos de dados e registros (PAGE ET AL., 2021a).

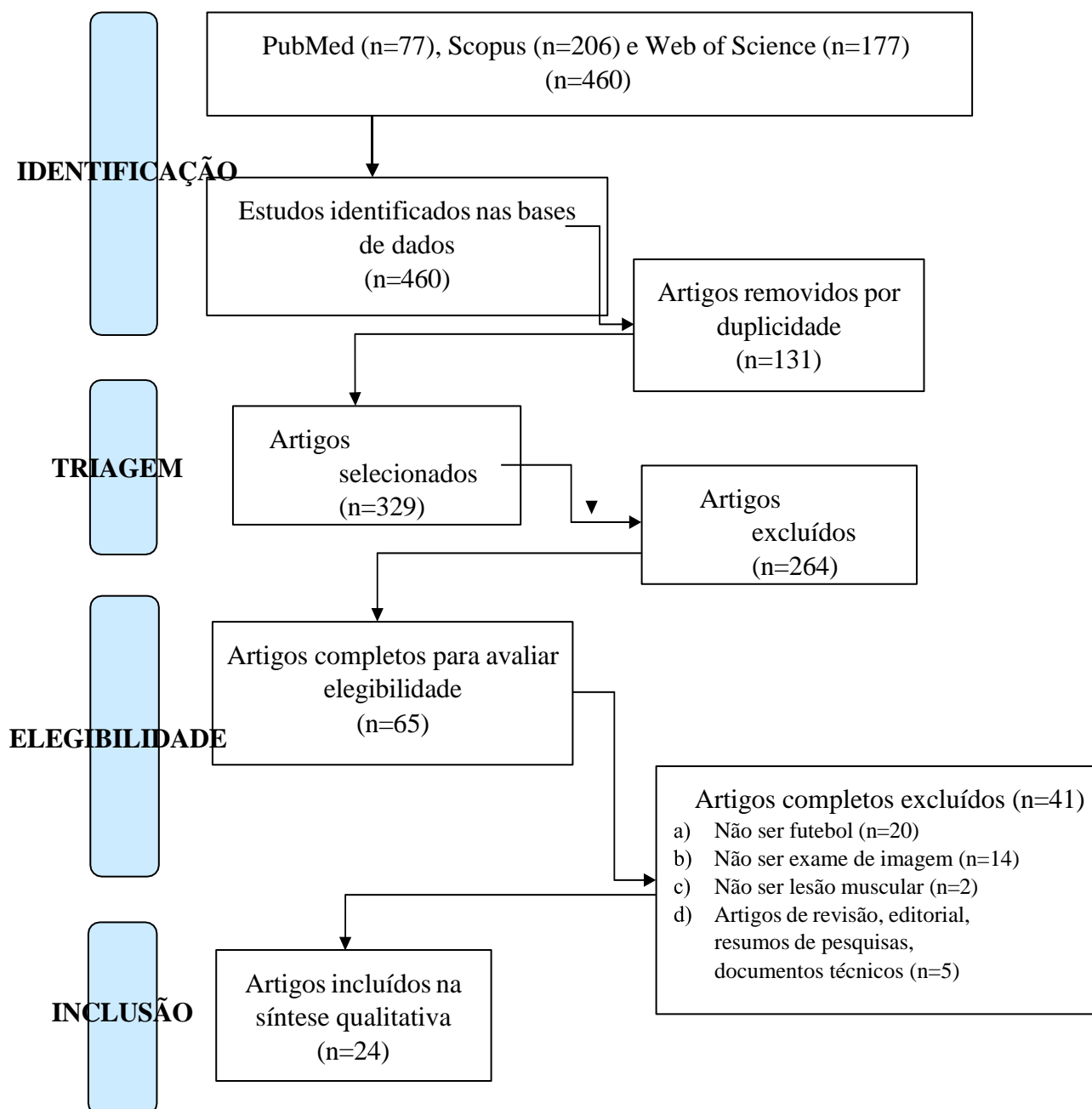


Tabela 2. Principais descobertas dos estudos

ESTUDO	ESPORTE (PERFIL)	EXAME	PRINCIPAIS DESCOBERTAS
Murphy (2018)	Futebol masculino adulto	RM	Lesão muscular é a mais comum
Patel (2019)	Futebol masculino 19 anos	US	US diagnóstico Mecanismo de lesão
Kho (2021)	Futebol masculino profissional	RM	Sinais que antecedem a lesão
Sherman (2018)	Futebol masculino profissional	RM US	Diagnóstico diferencial
Crema (2017)	Futebol masculino profissional	RM	Prognóstico de retorno
Kelly (2019)	Futebol feminino profissional	RM	6 lesões/46 atletas /temporada
Hamilton (2017)	Futebol feminino profissional	RM	RM incapaz de prognóstico retorno ao treinamento
Shamji (2020)	Futebol masculino profissional	RM	Classificação de lesão Localização anatômica
Jacquot (2019)	Futebol masculino 22 anos	RM	Rotura miotendínea isolada Dificuldade diagnóstica
Sener (2020)	Futebol masculino adultos	RM	81 atletas RTS
Volpi (2019)	Futebol masculino profissional	RM US	Lesões musculares são 30%
Green (2020)	Futebol masculino profissional	RM	149 casos com clínica RM
Emami (2020)	Futebol masculino profissional	US	Confiabilidade da US Lesões musculares em tronco
Yanguas (2017)	Futebol masculino profissional	RM	Músculo mais acometido
Yoshida (2019)	Atletas de futebol	US	US Power Doppler Elastografia
Yamada (2021)	Futebol masculino profissional	RM	Achados no exame de imagem
Wong-on (2018)	Futebol masculino profissional	RM	Lesão incomum dos obturadores
Waterworth (2017)	Futebol masculino profissional	RM	Lesões de panturrilha
Pezzotta (2018)	Futebol masculino profissional	RM	Diagnóstico e prognóstico Adutor Longo
Pezzotta (2017)	Futebol masculino profissional	RM	Características da lesão Sóleo
Ferrari (2021)	Futebol masculino profissional	RM	Importância da imagem Avaliação de fibrose
Hynes (2018)	Atletas de futebol	RM US	Radiologia musculoesquelética Guiagem
Paoletta (2021)	Atletas de futebol	US	Armadilhas do exame

Centurion (2018)	futebol profissional <u>masculino</u>	US	Aplicações e vantagens
------------------	---	----	------------------------

Legenda: RM = exame de ressonância magnética e US = exame de ultrassonografia

4. Discussão

O objetivo desta revisão sistemática foi analisar os achados relacionados à avaliação de lesões musculares com a utilização de exame de imagem. Assim, descrevemos os instrumentos de imagem utilizados para avaliar a lesão muscular, os protocolos utilizados e os resultados clínicos relacionados. Existem dois exames diferentes usados para avaliar a lesão muscular.

De acordo com os autores a ressonância magnética apresenta evidências inconsistentes para prognóstico de retorno para a atividade do futebol como apontando por Hamilton (2017), em contrapartida afirma Patel (2019), que o exame de ultrassonografia é crucial para o diagnóstico de lesões musculoesqueléticas no futebol. Porém, a ressonância magnética é apontada com resultados bem consistentes para diagnóstico de lesão musculoesquelética no futebol (MURPHY, 2018; KHO, 2021; CREMA, 2017; KELLY, 2019; HAMILTON, 2017; SHAMJI, 2020; JACQUOT, 2019; SENER, 2020; GREEN, 2020; YANGUAS, 2017; YAMADA, 2021; WONG-ON, 2018; WATERWORTH, 2017; PEZZOTTA, 2018; PEZZOTTA, 2017; FERRARI, 2021).

Emami (2020) comenta que para avaliar lesões e função muscular, diferentes métodos podem ser utilizados, como eletroneuromiografia, ressonância magnética e ultrassonografia estão disponíveis. Dentre estes métodos a ultrassonografia parece ser uma técnica não invasiva e eficiente com sensibilidade para avaliar a sessão transversa da lesão. Nescolarde (2017) utilizou a ressonância magnética como balizamento para análise por bioimpedância. Nescolarde (2020) destaca a bioimpedância como método complementar para a ressonância magnética e a ultrassonografia. Paoletta (2021) escreve que a ultrassonografia deve ter papel central não só no diagnóstico, por ser rápido e relativamente barato, bem como na avaliação seriada da evolução.

Os autores Patel (2019), Emami (2020), Yoshida, (2019), Paoletta (2021) e Centurion, (2018), estão de acordo que o exame de ultrassonografia é importante e essencial para acompanhar a evolução do quadro lesivo de um atleta de futebol profissional. Shamji (2021) avalia o grau da lesão X localização da lesão, associando com o retorno ao treinamento integral e reincidência da lesão. Ressalta ainda o uso de radiologistas com experiência em lesões músculo-esqueléticas. Crema (2017) afirma que a extensão do edema não ajuda a estabelecer o prognóstico. Nescolarde (2020) afirma que o correto diagnóstico determina a severidade da lesão, o tempo de retorno do atleta e o risco de recidiva, embora dificuldade de se estabelecer tempo exato de retorno em função da complexidade e variabilidade do processo. Os métodos de imagem, através da ressonância magnética e/ou ultrassonografia são o caminho para se avaliar as lesões, embora não haja consenso sobre o valor preditor do retorno.

Sherman (2018), Volpi (2019) e Hynes (2018), que estudaram os dois métodos (RM

e US), são favoráveis ao uso da RM e da US para um melhorar os diagnósticos de lesões apresentadas por atletas de futebol, pois ambos os exames trazem informações relevantes para a tomada de decisão da equipe médica. Volpi (2019) aponta para 30% das lesões no futebol serem de ordem muscular e chama a atenção para as lesões sem alterações estruturais visíveis na ressonância magnética e na ultrassonografia. Kelly (2019) evidenciou o diagnóstico de 6 lesões em uma amostra de 46 atletas em uma temporada. Paoletta (2021) refere que mais de 1/3 das lesões esportivas serem musculares e que os atletas de futebol estão entre os mais atingidos.

Kho (2021) propõe atentar para as anormalidades de sinal relacionadas com o exercício e avaliou 287 ressonâncias magnéticas de atletas profissionais de futebol com suspeita de lesão muscular, encontrando 31 com alterações relacionadas com o exercício independente das com alteração arquitetural. Green (2020) lista 149 atletas, sendo 114 casos positivados para lesão e 35 com recorrência da lesão. Hamilton (2017) em seu estudo lista 139 atletas com suspeita clínica de lesão muscular, tendo 28 apresentando resultado negativo na RM e 1 não sendo considerado pela ausência de documentação de cortes transversais, somando 110 casos positivos. Green (2020) relata a lesão muscular de panturrilha como sendo de até 6 % por temporada, levando a 10,6 partidas perdidas por clube em uma temporada. Volpi (2019) verificou que 90 % das lesões ocorrem em reto femoral, adutores, sóleo e gastrocnêmios.

5. Conclusão

Através da visão dos profissionais que convivem com o diagnóstico e acompanhamento de lesões musculares no futebol relatam a capacidade diagnóstica da ressonância magnética e que a ultrassonografia tem como desvantagem ser um método operador-dependente, ou seja, de grande acurácia somente quando realizado por especialista com experiência em lesões musculoesqueléticas. Porém, no monitoramento da evolução da lesão a ultrassonografia pode atualizar de forma mais precisa do a ressonância magnética, devido a possibilidade de RM persistir no aspecto da imagem mesmo após haver mudanças que seriam importantes dentro de um quadro evolutivo da lesão.

Portanto, outros estudos mais robustos utilizando a ultrassonografia para acompanhamento de lesões no futebol precisam ser executados, principalmente para que confirme a experiência destes profissionais entre as particularidades do acompanhamento utilizando a ressonância magnética.

6. Referências Bibliográficas

CENTURION, AJ. Use of Musculoskeletal Ultrasound and Regenerative Therapies in Soccer. *Am J Orthop*. 2018, 47(10).

CREMA, MD *et al.* Hamstring Injuries in Professional Soccer Players: Extend of MRI-Detected Edema and the Time to Return to Play. *Sports Health* 2017, vol 10, no1.

EMAMI, M *et al.* Reliability of Ultrasound Imaging of the Trunk Musculature in Athletes

With and Without Hamstring Injuries. *Arch Bone Jt Surg* 2020; 8(4):531-536.

FERRARI, P *et al.* Proximal avulsion of Rectus Femoris in a Non-professional Football Player: A Delayed Correct Diagnosis. *Medicina Dello Sport*.2020, 74(1) 134-139.

GREEN, B *et al.* Return to Play and Recurrence After Calf Muscle Strain Injuries in Elite Australian Football Players. *The American Journal of Sports Medicine* 2020;48(13);3306-3315.

KELLY, T *et al.* Distal avulsion of the semitendinosus tendon. *The Orthopedic Journal of Sport Medicine*, 07 (9) 1-5.

JACQUOT, A *et al.* Traumatic Isolated Myotendinous Rupture of the Teres Minor in a Young Athlete. *JOCR* .2250-0685.1418.

HAMILTON, B *et al.* Cohen's MRI scoring system has limited value in predicting return to play, *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc* (2018) 26:1288-1294.

HORSLEY T, DINGWALL O, SAMPSON M. Checking reference lists to find additional studies for systematic reviews. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011; (8):MR000026.

HYNES, JP *et al.* Role of Musculoskeletal Radiology in Modern Sports Medicine. *Seminars in Musculoskeletal Radiology*. 2018 22(5) 582-591

KHO, JSB *et al.* MRI Features of ERSA (exercise-related signal abnormality) Lesions in Professional Soccer Players. *Skeletal Radiology* (2022) 51:557-564.

MOHER, D *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med*. 2009; 6: e1000097.

MORGAN, RL *et al.* Identifying the PECO: a framework for formulating good questions to explore the association of environmental and other exposures with health outcomes. *Environment international*, v. 121, n. Pt 1, p. 1027, 2018.

MUHLENFELD, N *et al.* Assessment of Muscle Volume Using Magnetic Resonance Imaging (MRI) in Football Players After Hamstring Injuries. *European Journal of Sport Science*. 2021- 1942226

MURPHY SJ, RENNIE DJ. Rehabilitation of the Surgically Repaired Intramuscular Hamstring Tendon. *Current Sport Medicine Report* (2018)1537-890X/1706/187-191.

NESCOLARDE, L *et al.* Detection of Muscle Gap by L-Bia in Muscle Injuries: Clinical Prognosis. *Physiol. Meas.* 38 (2017) L1-L9.

NESCOLARDE, L *et al.* Differentiation Between Tendinous, Myotendinous and Myofascial Injuries by L-BIA in Professional Football Players. *Frontiers in Physiology.* 2020.574124.

PAGE, MJ *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *International Journal of Surgery*, v. 88, p. 105906, 2021.

PAGE, MJ *et al.* "PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews." *Bmj* 372 (2021).

PATEL, SJ *et al.* Rectus Femoris Intrasubstance Tear in a Collegiate Football Kicker and its Mechanism. *PROC (BAYL UNIV MED CENT)* 2020; 33(1):100-102.

PEZZOTTA, G *et al.* MRI Detection of Soleus Muscles Injuries in Professional Football Players. *Skeletal Radiology.* 2017, 46(11) 1513-1520.

PEZZOTTA, G *et al.* MRI Characteristics of Adductor Longus Lesions in Professional Football Players and Prognostic Factors for Return to Play. *European Journal of Radiology.* 2018, 108, 52-58.

POLETTA, M *et al.* Ultrasound Imaging in Sport-Related Muscle Injuries: Pitfalls and Opportunities. *MDPI* 2021,57,1040.

WATHERWORTH, *et al.* MRI Assessment of Calf Injuries in Australian Football League Players: Findings that Influence Return to Play. 2017, 46(3) 343-350.

WON-ON *et al.* Injuries of the Obturator Muscles in Professional Soccer Players. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* (2018) 26(7) 1936-1942.

ROWLEY J, SLACK F. Conducting a literature review. *Manag Res News.* 2004; 27(6): 31– 39.

SAW AE, MAIN LC, GASTIN PB. Monitoring the athlete training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2016; 50:281–91. 21.

SERNER, A *et al.* Association Between Clinical Findings and MRI Injury Extent in Male Athletes Acute Adductor Injuries – A Cross-section Study. *Journal of Science and Medicine in Sports.* 2021, 24(5) 454-462.

SHAMJI, R *et al.* Association of the British Athletic Muscle Injury Classification and anatomic location with return to full training and reinjury following hamstring injury in elite football. *BMJ Sport & Exercise Medicine* 2021;7.

SHIV, J *et al.* Rectus femoris intrasubstance tear in a collegiate football kicker and its mechanism. *Baylor University Medical Center* 2020;33(1):100-102

TRANFIELD D, DENYER D, SMART P. Towards a Methodology for Developing Evidence- Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. 2003; 14: 207–222.

VOLPI, P *et al.* Risk Diagnosis of minor muscle injuries in professional football players: when image cannot help biology might. *BMJ Sport & Exercise Medicine* 2019;5.

YAMADA, AF *et al.* Hip Apophyseal Injuries in Soccer Players: Can MRI Findings be Useful to Define When to Return to Play? *Skeletal Radiology* 50(11) 2273-2280.

YANGUAS, J *et al.* Clinical and Imaging Aspects of Assessment and Management of Proximal Long Head Biceps Injury (Free Tendon and Miotendinosos Junction Injuries). *Apunts Medicina de L'Esport* 2017, 52(194) 79-82.

2 ESTUDO 2 – VARIATIONS IN BODY MEASUREMENTS ACCORDING TO THE ROLE PLAYED ON THE FIELD BY FOOTBALL PLAYERS IN THE BRAZILIAN ARMY

Abstract

Objective: To determine and compare the morphological characteristics of Brazilian army soccer players according to their game positions. **Methods:** Field study with a descriptive, explanatory and quasi-experimental approach, 28 male athletes (26.1 ± 4.2 years) with more than one year of practice, divided into: goalkeepers, defenders, central/offensive midfielders, midfielders, laterals and forwards. The anthropometric evaluation used the protocols of the somatotype Heath & Carter (1964), body fractionation in five components of Ross and Kerr (1993), Phantom in body proportionality of Ross and Wilson (1984) and Withers (1987) for the percentage of body fat. The analysis was performed based on the use of the z-score equality of means. **Results:** The athletes had a proportionally higher body mass value observing the z- score Phantom, with a lower concentration of fat in the region and a greater muscle volume. The biiliocristal breadth z-score Phantom was smaller than the Phantom model. Percentage adiposity measured by body fractionation into five components approximately 10% greater than by the two-component method. The muscle/bone index showed a normal behavior. The somatotype varied according to the playing position. **Conclusions:** There are differences identified by each game position, making it possible to define an anthropometric profile of specialization and different training for each game position.

keywords: Body measurements, anthropometry, kinanthropometry, football.

1. Introduction

Football is a sport that has conquered the world and aroused much interest from science, its popularity comes from the fact that it does not require from practitioners fully developed skills or physical qualities as performance depends on a variety of factors such as anaerobic development, aerobic power, agility, speed and coordination, in addition to other technical and tactical skills of the sport. Anthropometry plays an important role among the factors that influence performance in soccer, as it not only helps to identify the appropriate physical characteristics for the sport, but also to define the most appropriate playing position for the athlete based on the specific demands of each playing position. In recent years, there has been an increase in scientific studies that seek to improve performance in football and address different aspects, especially the analysis of sports performance. These contributions of science are currently more accepted by coaches and players, who understand the need for this information to improve both preparation for competitions and performance itself [1,2].

The kinanthropometric profiles of athletes addressed in the international scientific literature include: the chemical and/or structural composition of the body; the somatotype describing endomorphy (fat ratio), mesomorphy (muscle-bone ratio) and ectomorphy (thinness or slenderness ratio); and proportionality, defined as the relationship between anthropometric measurements and the individual's height [3].

Proportionality has been analyzed in the sports scientific literature using the mathematical model called the phantom stratagem, which was initially approached by Ross and Wilson (1974) [4] to compare differences in the proportion of body shape and size. Individuals are compared with a theoretical reference model which is conceptually sexless, symmetrical (bilaterally), without considering ethnic or age differences. The differences obtained are called z-phantom scores.

In sports such as soccer, it is important to evaluate kinanthropometry, because the study of absolute size is a relevant factor in the analysis of athletic success. Several authors have shown that soccer players have developed the characteristics of muscle power, ability to master the ball, strength and height in jumps, strength and speed for sprints, endurance, speed and agility among other kinanthropometrics [5].

To properly evaluate and select the soccer players it is necessary to know the specific morphological parameters of the players of this modality. In this way, it would be possible to benefit both the sports team and the player, intervening to seek individualized morphological improvements according to the requirements of the modality and the playing position. However, Brazil, as well as others in Latin America, do not have anthropometric reference values, which makes this strategy difficult to achieve in its entirety.

Based on what has been exposed, the objective of this study is to determine and compare the morphological characteristics, both in individual variables and in body composition, of soccer players from the Brazilian army according to their game positions.

2. Material & Methods

The characterization of the study according to Thomas, Nelson and Silverman (2015) is descriptive and explanatory as to its objective, as it aims to describe the somatotype, body composition and proportionality of field soccer players and their positions in the game. As for the procedure, the same authors classify it as quasi-experimental because it performs an observational analysis of the performance resulting from different anthropometric proportions of soccer players and their respective positions on the field [6].

The sample was composed of the Brazilian army field soccer team, which participates in national and international competitions in the military circle, composed of 28 male athletes, with more than one year of practice and aged between 26.1 ± 4.2 years. These individuals were divided according to their positions in play: goalkeepers, defenders, central/offensive midfielders, midfielders, laterals and forwards.

The study follows the determinations of resolution No. 466 of December 12, 2012, which determines the norm for conducting research involving human beings. All study participants were instructed about the procedures to be performed in obtaining data collection and after reading the free and informed consent form agreed to sign it, consenting to their participation.

All athletes were submitted to an anthropometric evaluation performed by an anthropometrist with international certification level 3 by the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK), with a technical measurement error of 1.6%. All evaluations followed the standards established by ISAK [7]. For the anthropometric evaluation it was used the protocols of the somatotype Heath & Carter (1967) [8], the body fractionation in five components of Ross and Kerr (1993) [9], the Phantom in body proportionality of Ross and Wilson (1984) [4] and to determine the percentage and body fat (%F) the protocol of Withers (1987) [10]. For a standardization of proportionality values among athletes, the values of anthropometric measurements are converted by adopting the Phantom strategy of Ross and Wilson (1984) [4] and later transformed into z-score Phantom.

It was requested that for the collection of the measurements all the athletes were wearing beach sunga, with the objective of the clothing interfering as little as possible in the collection of anthropometric measurements. For the measurement of body mass and height, the athlete was asked to climb on his back on the scale, previously verified in its accuracy and adjusted when necessary.

The Arm Span or extension of the arms (perpendicular distance between dactylions measured with the shoulders at 90° with the trunk) is composed of seven anthropometric structures: two arm segments (acomiale-radiale), two forearm segments (radiale-stylion), two hand segments (midstylion-dactylon) and by the biacromial diameter. A segmometer (CESCORF, Brazil) was used for its measurement, with an accuracy of 1mm.

To verify the sitting height, a portable stadiometer (CESCORF, Brazil) with a precision of 1 mm and an anthropometric box with measurements of 50 cm (wide), 40 cm (tall) and 30 cm (deep) were used.

To measure the skinfolds (subscapular, triceps, supraspinale, abdominal, front thigh and medial calf) the same scientific model compass (CESCORF, Brazil) with precision of 0.1mm, was used in all measurements with the objective of minimizing the effect of the instrument on the technical error of the measurement (TEM).

The girths (head, chest, waist, relaxed arm, flexed and tensed arm, forearm, upper thigh and calf) were measured with an anthropometric metal tape (CESCORF, Brazil) with a precision of 1mm; and for the breadths (biacromial, anteroposterior chest depth, transverse chest, biiliocrystal, biepicondylar humerus and femur) two calipers (CESCORF, Brazil), a small one of 24 cm for smaller diameters and a large 60 cm for larger diameters, both with an accuracy of 1 mm.

Three lengths were made (acromiale-radiale, radiale-stylian, midstylian- dactylian) and a segmometer (CESCORF, Brazil) was used with 1mm precision.

Data were compiled in an MS Excel spreadsheet and calculations were performed to determine body composition, somatotype, proportionality and indexes. Means and standard deviations were calculated (anthropometric variables; adipose, muscle, skeletal, residual tissue and skin masses); percentages and z-scores Phantom (z-Phantom) for fat, muscle, bone, skin and residual mass; endomorphy, mesomorphy, ectomorphy, $\Sigma 6$ skinfolds and body mass index; and estimation of error for body weight and muscle-bone ratio.

The discriminant analysis was performed to establish the discriminatory power of the functions of the physical structure of the players and to distinguish to what extent the absolute dimensions employed discriminate between the playing positions (goalkeepers, defenders, midfielders, laterals and forwards).

The analysis was performed based on the method described in the study by Ross and Wilson (1974) [4], using the z-score Phantom to evaluate differences in means between the playing positions for: body mass, height, arm span, fat mass, muscle mass, bone mass, BMI and muscle-bone ratio (kg).

The program Somatotype v.1.2 was used to design the somatochart that shows the descriptive statistics with the somatotypical profile of each position.

3. Results

Tables 1 and 2 present the results of the anthropometric variables considered in the study, and the z-score values of the Phantom anthropometric model, where it is highlighted that these values have a value between -1 and +1.

Similarities and differences between variables can be appreciated for each playing position, especially in height and arm span (higher in goalkeepers). It is possible to observe that the biacromial diameter exerts influence on the arm span, since this measure refers to approximately 22-25% of its total value. This information implies the need for greater attention when analyzing the scope, in fragmenting it in the segments that compose it and proceeding in the analysis separates it from the mind so that it is possible to identify whether the predominant contribution in the dimension is of the segments of upper limbs or biacromial diameter.

Another important basic measure to be analyzed is body mass, in absolute values the goalkeepers present higher values of body mass, however, when adjusted to the height of each athlete it is possible to observe that the forwards present values in the z-score Phantom of body mass > 1 , indicating higher values of body mass, proportionally heavier individuals generate a greater energy expenditure in their displacement during the game.

Comparing the z-score Phantom values of the thigh and calf perimeters of the forwards and laterals, considering the z-score Phantom values of the front thigh and medial calf skinfolds, it is possible to verify that the laterals and the forwards are the ones with proportionally greater muscle volume in these regions.

The same athletes presented proportionally higher value of body mass observing the z-score Phantom of 0.87 and 0.87 respectively, but when performing the analysis considering the z-score Phantom of the waist girth of 1.95 and 1.91 and of the supraspinale skinfold -1.69 and -2.12 and of the abdominal skinfold -1.68 and -1.71 respectively, a lower concentration of fat in the region and a higher muscle volume are identified. These results were like those found by Jorqueira *et al* (2013) in Chilean players [5].

In general, players have a biiliocrystal breadth z-score lower than the Phantom model, and the closer to zero the larger this diameter will be proportionally (Rodríguez-Rodríguez *et al*; 2019).

This effect corroborates to an increase in body mass. For White (1956) [11] a variation of 3cm to 5cm of the biiliocrystal breadth, can cause differences of 10kg in the body mass of the athlete as figure 1.

Figure 1 – Mass distribution by playing position

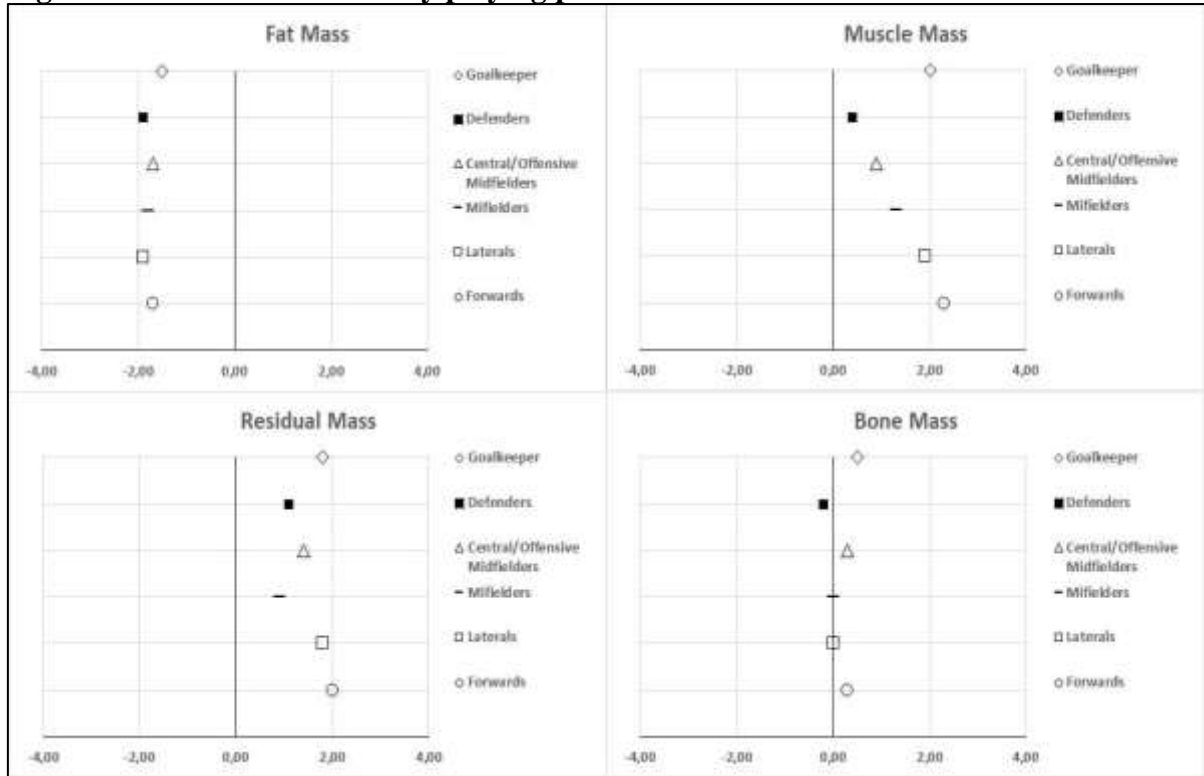


Table 1 - Mean and standard deviation (\pm) of anthropometric variables by playing position – part one

		Goalkeepers (n=3)		Defenders (n=5)		Central/offensive midfielders (n=5)		Midfielders (n=6)		Laterals (n=3)		Forwards (n=6)		Overall (n=28)	
		Average	Z-Phantom	Average	Z-Phantom	Average	Z-Phantom	Average	Z-Phantom	Average	Z-Phantom	Average	Z-Phantom	Average	Z-Phantom
Basic Measures	Age (years)	25.8 \pm 0.7	-	24.5 \pm 1.7	-	30.0 \pm 5.9	-	25.6 \pm 4.3	-	27.3 \pm 5.9	-	24.3 \pm 2.9	-	26.1 \pm 4.2	-
	Body Mass (kg)	88.1 \pm 2.0	0,32	79.4 \pm 4.2	-0,36	76.1 \pm 4.4	0,11	70.0 \pm 8.9	-0,11	72.5 \pm 1.7	0,39	80.9 \pm 11.6	0,87	77.3 \pm 8.8	0,20
	Height (cm)	186.2 \pm 4.0	-	185.3 \pm 3.8	-	179.0 \pm 6.3	-	175.5 \pm 5.2	-	174.3 \pm 8.7	-	176.8 \pm 7.9	-	179.2 \pm 7.1	-
	Sitting Height (cm)	95.5 \pm 3.2	-0,58	96.6 \pm 2.8	-0,27	94.3 \pm 3.6	-0,06	91.3 \pm 3.1	-0,31	93.1 \pm 4.3	0,22	92.5 \pm 2.5	-0,17	93.7 \pm 3.4	-0,20
	Arm span (cm)	189.7 \pm 9.2	0,14	186.1 \pm 4.7	-0,18	180.0 \pm 6.0	-0,15	178.0 \pm 8.7	0,04	175.1 \pm 7.4	-0,19	178.2 \pm 9.4	-0,11	180.8 \pm 8.4	-0,08
Lengths (cm)	Acromiale- radiale	35.6 \pm 1.8	-0,02	35.2 \pm 0.9	-0,10	32.8 \pm 1.2	-0,76	33.8 \pm 2.9	0,11	32.0 \pm 2.0	-0,75	32.9 \pm 2.2	-0,48	33.7 \pm 2.2	-0,32
	Radiale-styilion	28.7 \pm 1.6	1,23	25.9 \pm 3.3	-0,56	27.1 \pm 0.4	0,87	25.4 \pm 0.6	0,08	25.8 \pm 2.3	0,45	26.5 \pm 1.7	0,69	26.4 \pm 1.9	0,40
	Midstyilion- dactyllion	20.0 \pm 0.5	-0,70	20.1 \pm 0.2	-0,47	19.9 \pm 0.7	0,08	19.5 \pm 0.7	0,01	19.2 \pm 1.2	-0,10	19.6 \pm 1.2	0,00	19.7 \pm 0.8	-0,15
Breadths (cm)	Biacromial	44.0 \pm 0.4	1,13	42.1 \pm 1.3	0,35	41.6 \pm 1.0	0,82	40.9 \pm 2.7	0,82	40.3 \pm 0.8	0,68	40.6 \pm 1.9	0,54	41.4 \pm 1.9	0,69
	Transverse chest	29.8 \pm 1.7	-0,37	28.8 \pm 0.9	-0,85	29.1 \pm 2.1	-0,13	26.5 \pm 2.6	-1,29	28.2 \pm 1.0	-0,20	28.9 \pm 2.4	-0,05	28.4 \pm 2.2	-0,52
	Anteroposterior chest depth	20.5 \pm 0.7	0,87	20.1 \pm 1.3	0,69	20.0 \pm 4.0	1,10	19.1 \pm 1.5	0,77	19.5 \pm 1.0	1,15	19.8 \pm 1.3	1,12	19.8 \pm 1.9	0,94
	Biliocrystal Biepicondylar Humerus	29.2 \pm 2.8	-1,22	28.1 \pm 1.0	-1,74	27.2 \pm 1.1	-1,70	26.6 \pm 1.4	-1,75	27.2 \pm 1.6	-1,30	27.5 \pm 1.2	-1,31	27.5 \pm 1.5	-1,56
	Biepicondylar Femur	7.8 \pm 0.2	1,96	7.6 \pm 0.2	1,44	7.8 \pm 0.4	2,64	7.1 \pm 0.2	1,12	7.2 \pm 0.1	1,70	7.7 \pm 0.4	2,73	7.5 \pm 0.4	1,95
		11.0 \pm 1.0	1,18	10.7 \pm 0.8	0,55	10.7 \pm 0.5	1,33	10.1 \pm 0.4	0,61	10.8 \pm 0.9	2,08	10.4 \pm 0.7	1,03	10.5 \pm 0.7	1,04

Table 2 - Mean and standard deviation (\pm) of anthropometric variables by playing position – part two

				55.7 \pm								56.1 \pm		56.4 \pm	
	Head	57.9 \pm 1.5	-2,09	1.0	-3,33	56.9 \pm 1.2	-1,29	55.8 \pm 1.7	-1,29	56.6 \pm 1.1	-0,48	1.6	-1,31	1.5	-1,66
		104.8 \pm		87.5 \pm								99.4 \pm		94.1 \pm	
	Chest	1.7	1,54	24.1	-1,47	97.0 \pm 2.5	-1,00	93.9 \pm 5.3	0,61	95.9 \pm 1.9	1,14	6.0	1,52	14.1	0,30
				81.3 \pm								82.2 \pm		80.1 \pm	
	Waist	86.2 \pm 4.2	1,53	2.6	0,62	80.7 \pm 2.5	1,10	76.5 \pm 5.0	0,50	82.2 \pm 2.5	1,91	3.7	1,65	4.3	1,14
				31.5 \pm								32.1 \pm		31.0 \pm	
(cm)	Relaxed	32.8 \pm 1.1	1,32	2.7	0,87	30.6 \pm 1.1	0,97	29.6 \pm 2.5	0,77	29.4 \pm 1.5	0,81	2.4	1,72	2.3	1,09
	Flexed and tensed arm	34.9 \pm 0.9	1,06	33.5 \pm		32.8 \pm 1.3	0,75	31.8 \pm 2.6	0,58	31.3 \pm 2.0	0,51	34.2 \pm		33.1 \pm	
				27.2 \pm								28.3 \pm		27.2 \pm	
	Forearm	28.6 \pm 0.7	0,71	0.8	-0,10	27.4 \pm 1.1	0,65	26.0 \pm 1.4	0,03	26.1 \pm 0.7	0,28	1.5	1,50	1.5	0,53
				55.1 \pm								57.8 \pm		55.4 \pm	
	Upper thigh	57.9 \pm 3.6	0,35	1.0	-0,34	55.7 \pm 1.0	0,36	52.2 \pm 2.8	-0,22	54.5 \pm 1.6	0,56	3.9	0,86	3.2	0,24
				37.1 \pm								38.9 \pm		37.8 \pm	
	Calf	39.7 \pm 1.6	0,47	1.1	-0,50	37.6 \pm 1.9	0,24	36.3 \pm 1.8	-0,04	38.0 \pm 0.5	0,84	2.5	0,96	2.0	0,29
	Triceps	10.3 \pm 1.8	-1,33	7.5 \pm 1.2	-1,91	9.5 \pm 2.4	-1,42	8.7 \pm 2.0	-1,56	9.3 \pm 0.2	-1,40	9.7 \pm 2.7	-1,34	9.1 \pm 2.1	-1,51
												11.5 \pm			
	Subscapular	10.5 \pm 3.3	-1,33	8.9 \pm 0.8	-1,78	9.6 \pm 2.0	-1,60	9.5 \pm 2.6	-1,58	8.2 \pm 2.4	-1,80	1.6	-1,20	9.8 \pm 2.2	-1,55
				5.93 \pm											
	Skinfolds Supraspinal e	9.4 \pm 1.9	-1,52	0.4	-2,23	8.2 \pm 3.4	-1,71	6.8 \pm 3.3	-1,97	6.1 \pm 0.4	-2,12	8.2 \pm 1.4	-1,69	7.4 \pm 2.4	-1,88
				13.05 \pm								12.8 \pm		14.7 \pm	
(mm)	Abdominal	23.1 \pm 6.9	-0,56	6.3	-1,72	16.2 \pm 5.9	-1,28	13.8 \pm 7.8	-1,54	12.4 \pm 2.7	-1,71	2.0	-1,68	6.1	-1,47
				12.95 \pm								11.0 \pm		11.1 \pm	
	Front thigh	10.5 \pm 0.9	-2,09	3.9	-1,82	11.0 \pm 2.2	-1,99	9.5 \pm 2.6	-2,14	11.7 \pm 2.5	-1,87	2.6	-1,97	2.7	-1,98
	Medial calf	7.4 \pm 0.6	-1,99	5.5 \pm 0.6	-2,34	6.6 \pm 1.1	-2,09	6.7 \pm 1.5	-2,04	5.6 \pm 0.7	-2,26	7.2 \pm 2.6	-1,94	6.5 \pm 1.5	-2,10

Table 3 presents the results of anthropometric indexes, body composition by fractionation of masses, sum of skinfolds and somatotype.

When comparing the percentage adiposity of athletes measured by the body fractionation in five components, it is observed that they are approximately 10% higher than the values of percentage fat measured by the two-component method. This is a cause of confusion, but the basic difference between the two methods is that they assess distinct entities: anatomical adiposity and fat chemically defined. Fat mass is made up of lipids (fat), water, electrolytes and some proteins. The proportion of the lipid bubble within the adipocyte varies according to the degree of obesity of the person. Again, the fractionation of the body into five components presents higher values because it measures the anatomically defined fat mass, with its adipocytes with lipids, water, electrolytes and proteins, while the two-component method measures only the chemically defined lipid part [12].

To provide information and create references for soccer, the present study also used a bi-compartmental model frequently used on the field. Following the guidelines of the study by Reilly *et al.* (2009) [13], the model adopted was Whiter (1987) [10], which presented greater agreement for male soccer athletes. The same author also recommends in his study that along with the percentage of fat, the sum of six skinfolds (triceps, subscapular, supraspinale, abdominal, front thigh and medial calf) be calculated and also used as a quantification of body fat. When compared to the values found in Whiter's (1987) [10], the defenders, midfielders and laterals presented lower fat percentage values.

The muscle/bone index is calculated by dividing muscle mass by bone or skeletal mass (both in kilograms). It describes the degree of development of muscle mass in relation to one of its limitations: bone or skeletal mass.

Table 3 - Mean and standard deviation (\pm) of anthropometric indices, body composition, somatotype by playing position

		Goalkeeper (n=3)	Defenders (n=5)	Central/offensive midfielders (n=5)	Midfield (n=6)	Laterals (n=3)	Forwards (n=6)	Overall (n=28)
		Average	Average	Average	Average	Average	Average	Average
Fat Mass	Kg	22.3 \pm 3.2	18.5 \pm 1.4	18.5 \pm 3.1	16.4 \pm 2.7	15.9 \pm 2.1	17.8 \pm 2.6	18.0 \pm 2.9
	%	21.7 \pm 2.4	24.8 \pm 1.9	24.6 \pm 3.9	23.4 \pm 3.2	21.5 \pm 2.0	21.7 \pm 1.8	23.4 \pm 3.1
	z-score Phantom	-1,5	-1,9	-1,7	-1,8	-1,9	-1,7	-1,7
Muscle Mass	Kg	46.0 \pm 2.4	34.6 \pm 12.8	34.4 \pm 8.3	34.5 \pm 6.3	36.8 \pm 0.8	41.6 \pm 7.1	37.5 \pm 8.3
	%	42.5 \pm 9.3	42.8 \pm 11.0	45.1 \pm 7.9	48.5 \pm 4.0	49.7 \pm 1.6	50.6 \pm 2.0	47.0 \pm 6.8
	z-score Phantom	2,0	0,4	0,9	1,3	1,9	2,3	1,4
Bone Mass	Kg	11.0 \pm 1.3	9.5 \pm 0.4	9.6 \pm 1.0	8.6 \pm 1.3	8.4 \pm 1.4	9.2 \pm 1.3	9.3 \pm 1.3
	%	11.8 \pm 1.8	13.0 \pm 3.5	12.9 \pm 2.7	12.0 \pm 0.4	11.2 \pm 1.4	11.2 \pm 0.9	12.1 \pm 2.0
	z-score Phantom	0,5	-0,2	0,3	0,0	0,0	0,3	0,1
Residual Mass	Kg	10.5 \pm 1.3	9.3 \pm 1.0	9.0 \pm 0.8	7.6 \pm 1.1	9.1 \pm 0.4	9.3 \pm 1.4	8.9 \pm 1.2
	%	1.8 \pm 1.4	12.6 \pm 2.7	12.0 \pm 1.5	11.0 \pm 1.3	12.3 \pm 1.0	11.4 \pm 1.0	11.6 \pm 1.6
	z-score Phantom	1,8	1,1	1,4	0,9	1,8	2,0	1,5
Skin Mass	Kg	4.4 \pm 0.1	4.2 \pm 0.1	4.0 \pm 0.4	3.8 \pm 0.3	3.9 \pm 0.4	4.1 \pm 0.4	4.0 \pm 0.3
	%	4.7 \pm 0.1	5.7 \pm 1.2	5.4 \pm 0.6	5.4 \pm 0.4	5.2 \pm 0.2	5.0 \pm 0.3	5.3 \pm 0.6
Somatotype	Endomorphy	2.8 \pm 0.5	2.0 \pm 0.3	2.6 \pm 0.6	2.4 \pm 0.8	2.3 \pm 0.5	2.9 \pm 0.6	2.5 \pm 0.6
	Mesomorphy	6.1 \pm 1.0	5.2 \pm 0.5	6.1 \pm 1.0	5.2 \pm 0.6	6.1 \pm 1.2	6.6 \pm 1.2	5.8 \pm 1.0
	Ectomorphy	2.1 \pm 0.6	3.0 \pm 0.6	2.4 \pm 1.0	2.7 \pm 0.8	2.1 \pm 1.3	1.5 \pm 0.9	2.3 \pm 0.9
Indexes	Σ 6 skinfolds (mm)	71.2 \pm 12.6	53.8 \pm 8.7	61.1 \pm 12.1	66.6 \pm 18.4	53.6 \pm 0.6	60.4 \pm 9.2	58.5 \pm 11.6
	Body Mass Index (kg/m ²)	25.4 \pm 1.0	23.1 \pm 1.0	23.8 \pm 1.0	22.7 \pm 2.1	23.9 \pm 1.8	25.8 \pm 2.4	24.0 \pm 2.0
	Muscle/Bone Index	4.2 \pm 0.7	3.7 \pm 1.4	3.7 \pm 1.1	4.0 \pm 0.4	4.5 \pm 0.7	4.6 \pm 0.5	4.1 \pm 0.9
%G	(Withers, 1987)	12.5 \pm 2.2	9.5 \pm 1.5	10.8 \pm 2.1	9.7 \pm 2.7	9.4 \pm 0.1	10.6 \pm 1.6	10.3 \pm 2.0

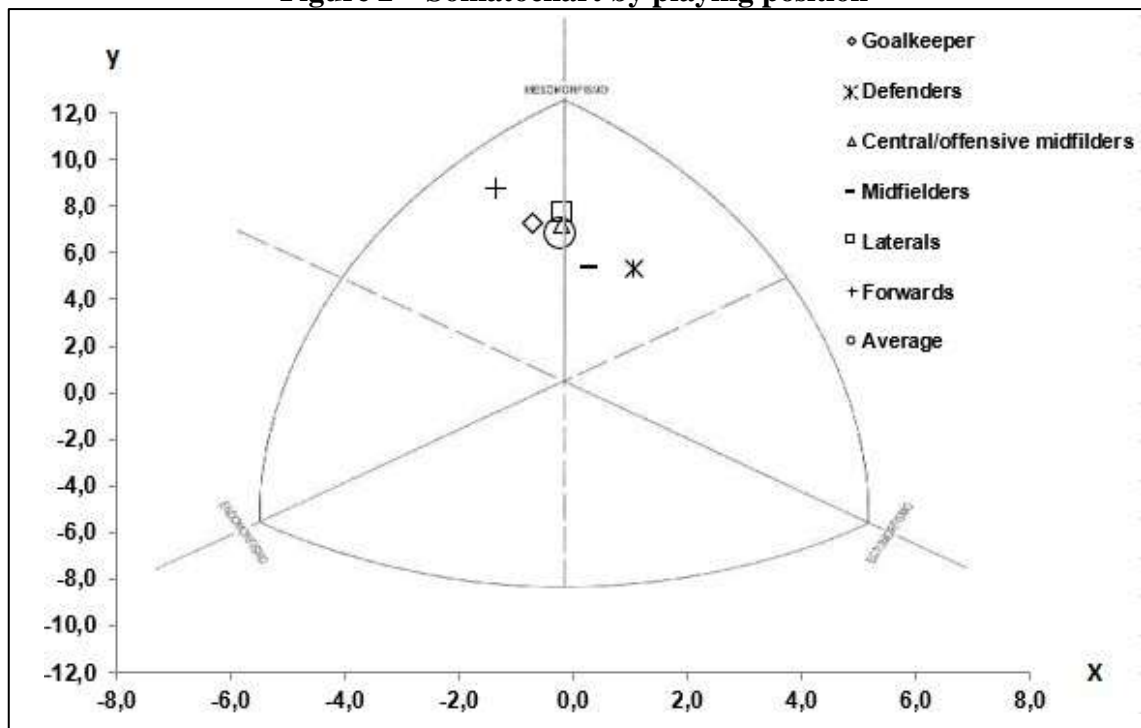
The normal muscle/bone index range is approximately 3.8 to 4.9 (4.2 ± 0.5) in men and 3.0 to 4.2 (3.5 ± 0.5) in women, which corresponds to the 15th and 85th percentiles and generally covers the range considered normal in statistical terms. The index of all athletes showed a normal behavior, being within the range known in the literature. Defenders and central/offensive midfielders when compared to Chilean athletes evaluated in the study by Rodriguez-Rodriguez *et al.* (2019) and the Argentine athletes from the study by Bernal-Orozco *et al.* (2020) presented lower values of this index and the other athletes similar values [3,14].

With the combined use of the muscle-bone index and the sum of skinfolds, it is possible to identify the appropriate values of muscle mass and body fat for the athletes.

When compared to the study by Rodriguez-Rodriguez *et al.* (2019), goalkeepers, midfielders, central/offensive midfielders and forwards presented higher values in the sum of skinfolds [3, 15].

In the somatotype the characteristic of the athletes identified was goalkeepers and forwards endomorphic mesomorphs; central/offensive midfielders, midfielders and laterals balanced mesomorphy; and defenders ectomorphic mesomorphs as shown in Figure 2. The mesomorphism component was predominant in all groups, being differentiated in the defenders, where ectomorphism was the second predominant component, confirming the muscular volume of the laterals and attackers the results behaved similar to the results of the study by Hazir (2010). When compared to the study by Jorqueira *et al.* (2013), the forwards presented a greater amount of the endomorphy component, as well as the defenders who presented a greater amount of the ectomorphy component [5, 16].

Figure 2 – Somatochart by playing position



4. Conclusion

It is possible to verify that anthropometry can be considered an economic system and of easy execution and analysis, which allows the monitoring and evaluation of the soccer players with a view to the planning and individual training of the players providing a variety of information.

There are differences identified both in anthropometric measurements and in body composition components for each game position, making it possible to define an anthropometric profile of specialization and differentiated training for each game position.

The present study aimed to investigate only the anthropometric characteristics of the athletes and their differences by position, it is suggested from the data found the realization of a second study associating such information to neuromuscular tests with the objective of identifying muscle potential and risk of injuries.

References

- [1] Portes L. A., Canhadas, I. L., Silva R. L. P., and Oliveira N. C., Anthropometry and fitness of young elite soccer players by field position, *Sport Sci. Health.* 11, 321-328 (2015).
- [2] Martinez-ferran M., Rafei E., Morales C. R., and Pérez-Ruiz M., Optimizing field body fat percentage assessment in professional soccer players, *Appl. Sci.* 12, 727 (2022).
- [3] Rodriguez-Rodriguez F., López-Fuenzalida A., Holway F., and Aguilera C. A., Diferencias antropométricos por posición de juego en futbolistas profesionales chilenos, *Nutr. Hosp.* 36(4), 846-853 (2019).
- [4] Ross W. D., and Wilson N. C., A strategem for proportional growth assessment. *Acta Paediatr. Belg.* 28(suppl), 169-182 (1974).
- [5] Jorquera Aguilera C., Rodríguez Rodríguez F., Torrealba Vieira M. I., Campos Serrano J., Gracia Leiva N., and Holway F., Anthropometric characteristics of Chilean professional footballists, *Int. J. Morphol.* 31(2), 609-614 (2013).
- [6] Thomas J., Nelson, J., and Silverman S., *Research Methods in Physical Activity.* 7th ed. New York: Human Kinetics, 2015.
- [7] Esparza-ros f., Vaquero-Cristóbal R., and Marfell-Jones M., *International Protocol for Anthropometric Evaluation: Complete Profile.* ISAK: Catholic University of Murcia, 2019.
- [8] Heath B. H. and carter J. E. L., A modified somatotype method, *Am. J. Phys. Anthropol.* 2(7), 57-74 (1967).
- [9] Ross W. D., and Kerr D. A., Fraccionamiento de la masa corporal: un nuevo método para usar en nutrición, clínica y medicina deportiva, *Revista de Actualización en Ciencias del Deporte.* 1(3), (1993).
- [10] Withers, R. T., Craig N. P., Bourdon P. C., and Norton K. I., Relative body fat and anthropometric prediction of body density of male athletes, *Eur J Appl Physiol.* 56, 191- 200 (1987).
- [11] White R. M., Body build and body weight in 25-year-old army men, *Hum. Biol.* 28(2), 141-145 (1956).
- [12] Martin A. D., Spent L. F., Drinkwater D. T. and Clarys J. P., Anthropometric

- estimation of muscle mass in men, *Med. Sci. Sports Exerc.* 22(5), 729-733 (1990). Reilly T., George K., Marfell-Jones M., Scott M., Sutton L., and Wallace J. A., How well do skinfold equations predict percent body fat in elite soccer players?... *Int. J. Sports Med.* 30, 607-613 (2009).
- [13] Bernal-Orozco M. F., Posada-Falomir M., Quiñónez-Gastélum C. M., Plascencia-Aguilera L. P., Arana-Nuño J. R., Badillo-Camacho N., Márquez-Sandoval F., Holway F. E., and Vizmanos-Lamotte B., Anthropometric and Body Composition Profile of Young Professional Soccer Players, *J. Strength Cond. Res.* 34(7), 1911-1923 (2020).
- [14] Garrido-Chamorro R., Sirvent-Belando J. E., González-Lorenzo M., Blasco-Lafarga C. and Roch E., Skinfold sum: reference values for top athletes, *Int. J. Morphol.* 30(3), 803- 809 (2012).
- [15] Hazir T., Physical Characteristics and Somatotype of Soccer Players according to Playing Level and Position, *Journal of Human Kinetics.* 26, 83-95 (2010).

3 ESTUDO 3 - RELAÇÕES ENTRE ULTRASSONOGRAFIA, TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA E MARCADORES BIOQUÍMICOS PARA DIAGNÓSTICOS DE LESÕES ESPORTIVAS: ESTUDOS DE CASO NO FUTEBOL

Resumo

A associação entre os métodos de avaliação de lesões por imagem, ultrassonografia e termografia infravermelha, e os marcadores bioquímicos de lesão como a CK e LDH é inovadora e destaca a importância da análise individualizada dos dados de atletas de futebol. O objetivo do estudo foi analisar as relações entre exames de imagem, ultrassonografia e termografia infravermelha, e marcadores bioquímicos para diagnósticos de lesões de atletas de futebol. Foram investigados 5 estudos de caso de atletas integrantes de uma equipe de futebol da seleção militar do Exército Brasileiro composta de 27 jogadores, monitorada durante o campeonato Carioca da série B durante o ano de 2022. As lesões ocorreram com mais frequência em meio-campistas, zagueiros e atacantes durante os jogos. As articulações mais acometidas foram joelho e tornozelo, com intensidade de dor variando entre escores 5 e 9 da escala EVA. As lesões tendíneas, ligamentares e musculares identificadas na US foram associadas a assimetria muscular caracterizada na TIV e ao aumento nos marcadores bioquímicos de CK e LDH. Isso pode levar ao agravamento da lesão existente ou potencializar o surgimento de outras lesões. Quatro atletas apresentaram hipotermia relacionada a tendinite e dores musculares, enquanto um apresentou hipertermia decorrente de processo inflamatório. Três dos atletas lesionados tiveram lesões no lado dominante (direito). Todos os jogadores apresentam aumento nos níveis de CK e LDH após lesão em jogo ou treino. A associação entre os métodos de imagem (US e TIV) com os marcadores bioquímicos se mostrou benéfica e promissora no diagnóstico de lesões em atletas de futebol.

Palavras-chave: lesões do esporte, futebol, diagnóstico por imagem, bioquímica, atletas.

Introdução

A termografia infravermelha (TIV) é um método de diagnóstico por imagem, não invasivo, que utiliza a imagem infravermelha para identificar alterações no fluxo sanguíneo cutâneo, que é representado pela temperatura da pele. Na área esportiva, a TIV vem sendo utilizada para análise da carga interna de treino, assimetria e prevenção de lesões (Mello *et al.*, 2022; Romão *et al.*, 2021). A TIV tem se mostrado uma ferramenta confiável para controlar e monitorar a carga interna e as lesões esportivas, sendo considerada como um importante auxílio ao diagnóstico clínico (Corte *et al.*, 2019).

Em adição, a melhora na tecnologia da ultrassonografia (US) aumentou a popularidade e o uso para o diagnóstico das lesões musculoesqueléticas. É uma modalidade dinâmica de imagem que elevou a acurácia e eficácia, inclusive em procedimentos minimamente invasivos, como as infiltrações guiadas (Centurion *et al.*, 2018). A ultrassonografia, nas avaliações das lesões musculares em atletas, pode ter seu direcionamento justificado por ser rápida e relativamente de baixo custo, isenta de radiação e com boa resolução espacial, além da possibilidade de portabilidade do equipamento (Paoletta *et al.*, 2021).

Outros métodos de diagnóstico de lesão em atletas são realizados por meio das análises de marcadores bioquímicos como a creatina kinase (CK) (Brancaccio, Maffulli, Limongelli, 2007) e lactato desidrogenase (LDH) (Khan *et al.*, 2020). Essas enzimas (CK e LDH) vêm sendo utilizados para a mensuração de danos musculares e inflamatórios para identificar a resposta fisiológica provocada pelos exercícios físicos e auxiliar na melhora do desempenho esportivo (Sales *et al.*, 2021).

As lesões estão associadas aos esportes de alta performance e no futebol a prevalência de lesões é cerca de 15% durante toda a temporada, acometendo de 65 a 95 % dos jogadores (Gómez-Carmona, 2020). O diagnóstico precoce, por meio de tecnologias disponíveis relacionadas à saúde e desempenho fisiológico, é determinante para melhorar o processo de monitoramento e tratamento de lesões esportivas, a fim de otimizar o desempenho geral dos jogadores de futebol (Almulla *et al.*, 2020).

Nesse sentido, a associação entre os dois métodos de avaliação por imagem é inovadora e destaca a importância da análise individualizada dos dados de atletas de futebol e da escolha do momento e protocolo adequados para a captação das imagens para confiabilidade do método em ambos os procedimentos. Dessa forma, a TIV associada a US pode ser uma ferramenta para prevenção e diagnóstico de lesões no futebol, porém há

necessidade de mais estudos científicos que analisem as possíveis associações entre esses métodos e os marcadores bioquímicos de lesão como a CK e LDH.

Métodos

Tipo de pesquisa

Estudo de caso que tem como objetivo determinar características singulares de um sujeito, grupo ou de uma condição específica (Thomas *et al.*, 2012).

Amostra

Uma equipe de futebol da seleção militar do Exército Brasileiro composta de 27 jogadores foi monitorada durante o campeonato Carioca da série B durante o ano de 2022. O acompanhamento durante a temporada de 2022 mostrou que cinco atletas apresentaram tipos diferentes de lesão muscular em treinos e/ou jogos oficiais.

O estudo adotou os seguintes critérios de inclusão: atleta com relato de dor durante ou após jogo ou treino por meio da Escala Visual Analógica de Dor (Borg, 2000). Foram excluídos os atletas que já apresentavam algum tipo de lesão antes do início da temporada.

Ética em pesquisa

O presente trabalho atendeu às Normas para a Realização de Pesquisa em Seres Humanos, Resolução 466/12, do Conselho Nacional de Saúde de 12/12/2012. Esse projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa do CCFEx por meio da Plataforma Brasil e aprovado sob o número CAAE 63473922.3.0000.9433.

Procedimentos de coleta de dados

Foi realizado a avaliação da composição corporal por bioimpedância, modelo 270 Inbody®, ultrassonografia muscular, TIV e bioquímica (Figura 1).

Figura 1 - Desenho do estudo



Fonte: autores

Composição corporal: foi aferida utilizando o equipamento bioimpedância com o Inbody270 (InBody®, Body Composition Analyzers, Coréia do Sul), sendo coletadas as variáveis: a) massa de gordura corporal; b) massa muscular esquelética; c) massa livre de gordura; d) índice de massa corporal (IMC); e) massa magra; f) percentual de gordura corporal; g) taxa metabólica basal (TMB), através do processo de bioimpedância segmentar direta multi-frequência (Sebastiá-Rico *et al.*, 2023).

Ultrassonografia muscular: foi utilizado o equipamento de ultrassonografia portátil Sonosite Nanomaxx® com transdutor linear multi-frequencial modelo L38xi de 10 a 5 MHz e 9 cm de profundidade para realização do exame físico. O exame de imagem por meio de ultrassom é não invasivo e permite visualizar, com detalhes, as movimentações e anormalidades nas estruturas musculares e extra articulares (Becker *et al.*, 2016).

Termografia infravermelha (TIV): foi utilizada uma câmera infravermelha modelo FLIR E75®, em repouso, pela manhã, em uma sala climatizada (23,7 e 61% umidade relativa do ar) onde o atleta permaneceu em pé por 15 minutos para aclimação e captura da imagem termográfica na posição anatômica para as regiões de interesse (ROIs) dos membros inferiores vista anterior e posterior. A captura da imagem termográfica foi realizada a uma distância média de 0,70 a 1,20m. As imagens obtidas foram processadas utilizando o software *ThermoHuman*® (Mello *et al.*, 2022).

Para os valores de referência de assimetria para TIV, foi utilizado o quadro 1 a seguir, adaptado de Côte *et al.* (2019).

Quadro 1 - Valores de referência de assimetria para TIV

Assimetria (°C)	Conduta médica
Muito leve (<0,2°C)	Observação
Leve (0,3°C a 0,4°C)	Acompanhamento preventivo
Moderada (0,5°C a 1,0°C)	Medidas preventivas
Grave (1,1°C a 1,5°C)	Alarme (risco de lesão + medidas preventivas)
Severa (>1,5°C)	Assimetria severa relacionada a lesão

Fonte: O autor, adaptado de Côrte *et al.*, 2019.

Marcadores bioquímicos de lesão e inflamação tecidual: as coletas de sangue de creatina kinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH) ocorreram em jejum antes da realização das avaliações. As amostras de sangue (12 ml) dos indivíduos foram coletadas pela veia ante cubital, com os indivíduos permanecendo em uma posição sentada. Imediatamente após as coletas, o sangue foi centrifugado e o soro analisado pelo analisador automatizado bioquímico BT 3000 (Wiener Lab) para quantificação dos marcadores bioquímicos estudados (CK e LDH). Todo o material utilizado na coleta sanguínea foi descartável e atendeu aos critérios para descarte de resíduo biológico e material perfurocortante de acordo com a Legislação ANVISA (RDC 306 de 7 de dezembro de 2004). As análises foram duplicadas e o coeficiente de variação (CV) calculado foi inferior a 3% (Gemelli, 2020).

Nível de dor: para avaliação da dor, foi utilizada a escala visual analógica (EVA). Essa escala é constituída de uma escala de zero a 10 pontos, onde zero significa ausência de dor e 10 é considerado nível máximo de dor suportado pelo atleta (Borg, 2000).

Resultados

Os relatos de caso são apresentados de acordo com o histórico da lesão; condição (treino ou jogo); local da lesão; diagnóstico (resultado) dos exames de US e TIV; EVA (0 a 10); CK e LDH (UI/L).

A tabela 1 a seguir apresenta a descrição individual dos casos identificados em atletas de futebol durante a temporada 2022. Os valores de CK e LDH foram obtidos no início da temporada (pré) e 48h após a lesão (pós). Os exames de imagem (US e TIV) foram realizados 48h pós-lesão.

Tabela 1 - Descrição dos casos de lesão no futebol

Caso	Histórico	Relato
Atleta A Meio de Campo 38 anos 180 cm 77,6 kg 14,9 %G Dominância D	Histórico da lesão Condição Local da lesão Diagnóstico US Diagnóstico TIV EVA CK LDH	O atleta relatou dor saindo antes do término do primeiro tempo (28 min de jogo) e 48h após foram realizados os exames Jogo Tornozelo Tendinite no calcâneo direito. Assimetria severa nas ROIs da parte posterior da perna: perna interna (-2,0°C), perna externa (-2,07°C), Aquiles (-2,03°C) e pé (-1,01°C), com hipotermia no membro direito (afetado pela lesão). 9 Pré=231; pós=296; $\Delta\%$ =26,14 Pré=305; pós=363; $\Delta\%$ =19,02
Atleta B Lateral 23 anos 171 cm 72,1 kg 20,2 %G Dominância D	Histórico da lesão Condição Local da lesão Diagnóstico US Diagnóstico TIV EVA CK LDH	O atleta relatou dor muscular de início tardio (DMIT) calcanhar direito 24h pós jogo. Jogo Tornozelo Tendinite no tendão calcâneo direito Assimetria moderada na ROI tornozelo direito (-0,53°C) com hipotermia no local da dor. 7 Pré=153; pós=384; $\Delta\%$ =150,98 Pré=298; pós=346; $\Delta\%$ =16,11
Atleta C Meio de campo 32 anos 187 cm 83,1 kg 9,9 %G Dominância D	Histórico da lesão Condição Local da lesão Diagnóstico US Diagnóstico TIV EVA CK LDH	O atleta relatou dor intensa no posterior direito 5 min após início do primeiro tempo de jogo. Jogo Posterior de coxa Lesão intramuscular no bíceps femoral direito. Assimetria leve na ROI coxa posterior central (reto femoral) direito (-0,4°C) com hipotermia no local da dor. 7 Pré=183; pós=606; $\Delta\%$ =231,15 Pré=311; pós=409; $\Delta\%$ =31,51
Atleta D Centroavante 26 anos 187 cm 94 kg 11,7 %G Dominância D	Histórico da lesão Condição Local da lesão Diagnóstico US Diagnóstico TIV EVA	O atleta torceu o joelho esquerdo durante um jogo treino. Treino Joelho Tendinite no tendão da pata de ganso com alteração ecográfica do ligamento colateral medial por possível lesão intra-articular (ligamento cruzado e/ou menisco) Assimetria moderada com hipertermia nas ROIs do joelho esquerdo: patela (0,88°C), tendão patelar (0,63°C) e joelho interno (medial) (0,82°C). 7

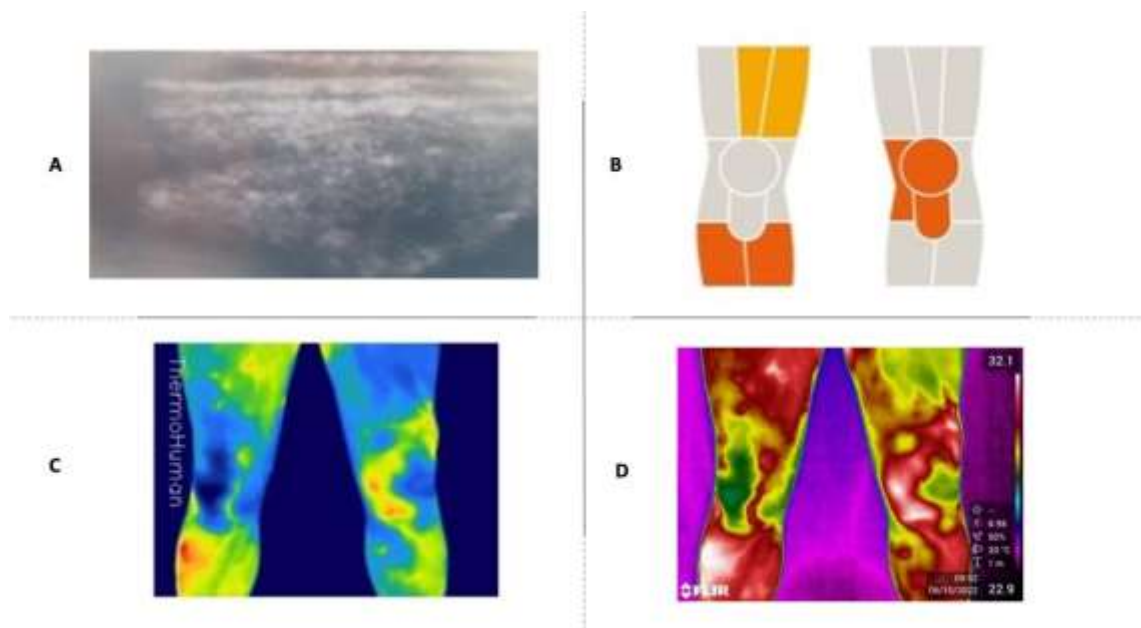
	CK	Pré=262; pós=574; $\Delta\%=119,08$
	LDH	Pré=307; pós=420; $\Delta\%=36,81$
Atleta E	Histórico da lesão	O atleta relatou dor intensa no tendão de Aquiles esquerdo pós jogo.
Zagueiro	Condição	Jogo
24 anos	Local da lesão	Tornozelo
190 cm	Diagnóstico US	Alteração textural na topografia do ligamento talofibular sugerindo lesão prévia
86,1 kg	Diagnóstico TIV	Assimetria muito leve na ROI tornozelo esquerdo (-0,2 °C) com hipotermia no local da dor.
7,4 %G		
Dominância D		
	- EVA	5
	CK	Pré=197; pós=435; $\Delta\%=120,81$
	LDH	Pré= 302; pós=330; $\Delta\%=9,27$

Legenda: cm (centímetros); kg (quilogramas); %G (percentual de gordura); US (ultrassonografia); TIV (termografia infravermelha); EVA (escala analógica da dor); CK (creatina kinase); LDH (lactato desidrogenase);

┘ C (graus Celsius); $\Delta\%$ (variação percentual); Dominância D (direita).

As figuras 2 e 3 apresentam as imagens obtidas na US e TIV e a localização da lesão no avatar. Essas ilustrações exemplificam as semelhanças de diagnóstico obtidos entre ambos os métodos em cada caso, como uma lesão no joelho e outra no tornozelo.

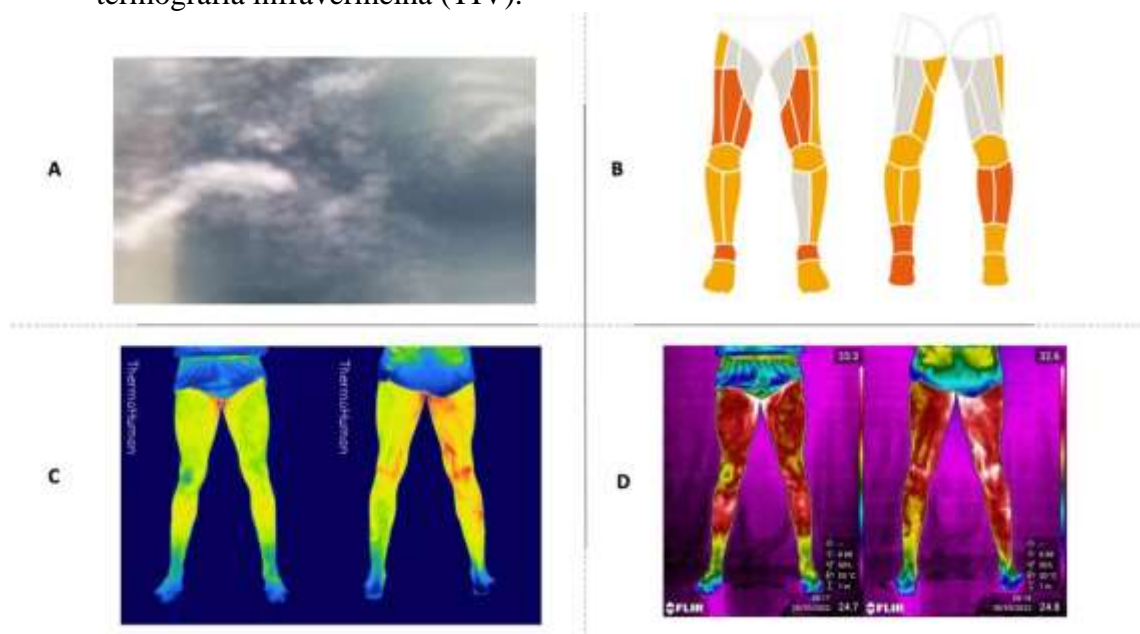
Figura 2 - Exemplo de avaliação de lesões por imagem com ultrassonografia (US) e termografia infravermelha (TIV).



Legenda: (A) ultrassonografia; (B) avatar da TIV; (C) imagem tratada por software da TIV; (D) imagem câmera de TIV do atleta D.

Fonte: PINHEIRO *et al.*, 2023.

Figura 3 - Exemplo de avaliação de lesões por imagem com ultrassonografia (US) e termografia infravermelha (TIV).



Legenda: (A) ultrassonografia; (B) avatar da TIV; (C) imagem tratada por software da TIV; (D) imagem câmera de TIV do atleta E.

Fonte: PINHEIRO *et al.*, 2023.

Discussão

O objetivo do estudo foi analisar as relações entre exames de imagem, ultrassonografia e termografia infravermelha, e marcadores bioquímicos para diagnósticos de lesões de atletas de futebol. Ao analisar cada caso avaliado foi observado uma prevalência de lesões de acordo com a posição tática, sendo dois casos em jogadores de meio-campo, um lateral, um centroavante e um zagueiro e com maior ocorrência em jogo (4 casos) do que em treino (1 caso). Os atletas apresentaram diferentes tipos de lesão nas articulações do joelho (2 casos) e tornozelo (3 casos), com intensidade de dor variando entre 5 e 9 na escala EVA.

Vale ressaltar que todo o processo de avaliação e diagnóstico foi baseado na queixa clínica do atleta. A partir disso foi identificado o histórico da lesão, a condição (jogo ou treino), local (articular e/ou muscular), relato da intensidade da dor e realizada as avaliações de imagem (US e TIV) e de marcadores bioquímicos de lesão (CK e LDH).

Na ultrassonografia foram identificados 3 casos de tendinite (atletas A, B e D) associado a assimetria muscular (moderada a grave) na TIV e ao aumento dos marcadores bioquímicos de CK e LDH. Já no caso da lesão muscular (atleta C) e lesão ligamentar (atleta E), a assimetria na TIV foi leve, porém com aumento da CK e LDH.

As lesões tendíneas, ligamentares e musculares identificadas na US associadas a assimetria muscular (desequilíbrios de força muscular e amplitude articular), caracterizada na TIV, podem induzir as alterações biomecânicas. Essas alterações podem levar ao agravamento da lesão existente ou potencializar o surgimento de outras lesões (Liveris *et al.*, 2023).

Entre alguns fatores de risco para lesões esportivas agudas estão os fatores internos relacionados ao atleta, e os extrínsecos, incluindo fatores ambientais, equipamentos e carga de treino. Fatores com características neuromusculares, como desequilíbrio de força e flexibilidade, são considerados fatores modificáveis (Liveris *et al.*, 2023). Assim, usar novas metodologias para compreender e identificar a complexidade das lesões esportivas torna-se essencial para prevenção e tratamento.

Na termografia infravermelha foi observado assimetria leve a severa nos casos relatados no presente estudo, porém com característica da variação térmica relacionada ao histórico da lesão. O diagnóstico de hipotermia em 4 atletas (casos A, B, C e E) estava relacionado a tendinite, dor muscular de início tardio e dor intensa, e diagnóstico de hipertermia de um atleta (caso D) estava relacionado ao processo inflamatório instalado. Três casos (A, B e C) apresentaram lesões no mesmo lado de dominância (direito).

A grande quantidade de lesões no futebol está relacionada a complexa interação entre jogadores (colaboração-oposição), ao esforço multidirecional com transição aleatória de esforço de baixa a alta intensidade, e percurso total entre 9 e 14 km durante uma partida. As corridas de alta intensidade representam aproximadamente 10% da distância percorrida e nessas ações estão as maiores chances de ocorrência de lesão (García-Aliaga *et al.*, 2021).

Um estudo realizado com jogadores de futebol da primeira divisão de um time de futebol da Espanha, utilizando a TIV, apresentou que as regiões mais suscetíveis a lesões e responsáveis pelas ausências dos jogadores são a coxa, o joelho, o quadril e a virilha. Esse estudo demonstrou que um programa de prevenção com o uso da TIV parece ser eficaz na redução da incidência de lesões nessas regiões, garantindo aos atletas maior participação em sessões de treinamento e em partidas oficiais (Gomes-Carmona *et al.*, 2020).

A taxa de incidência de lesões e recidivas musculares de atletas de futebol são muito altas e pode interferir no destino de um campeonato (Melegati, *et al.*, 2013). A TIV permite uma análise não invasiva das funções fisiológicas relacionadas ao controle da temperatura da pele, que é influenciada por uma lesão esportiva. A inflamação resulta em hipertermia, enquanto a degeneração, diminuição da atividade muscular e má perfusão podem levar a um padrão hipotérmico (Menezes *et al.*, 2018).

Os jogadores de futebol durante os treinos ou partidas realizam uma sequência de contrações concêntricas e excêntricas, que podem induzir ao dano muscular e, conseqüentemente, aumento da temperatura da pele (TP) (Gómez-Carmona, 2020). Essas contrações são frequentes em movimentos de corrida de velocidade, *sprints* e saltos realizados pelos atletas. Em indivíduos submetidos a um protocolo de exercício agudo de saltos pliométricos (semelhante àqueles realizados por jogadores de futebol durante treinos ou jogos) foi observado um aumento significativo nos níveis de CK e dor muscular tardia (DMT) em 24h e 48h após o exercício, mas sem diferença significativa entre os momentos analisados e o aumento da temperatura da pele (Santana *et al.*, 2022).

Uma revisão sistemática com meta-análise com objetivo de investigar a associação entre a variação da temperatura da pele da pele com TIV e a CK em indivíduos saudáveis concluiu que não há boa associação entre elas no diagnóstico de lesões musculoesqueléticas (Dos Santos *et al.*, 2022). No entanto, no presente estudo, todos os jogadores apresentaram aumento nos níveis de CK após lesão em jogo ou treino.

Convém destacar que em um estudo realizado com atletas de futebol de alta performance participantes dos principais campeonatos europeus, a maioria das lesões ocorreram durante os primeiros 30 minutos de jogo. Assim, parece improvável que a fadiga desempenhe um papel importante nessa situação (De Carli *et al.*, 2022).

Por outro lado, ao analisar a eficiência na recuperação de jogadores de futebol durante toda uma temporada competitiva, entre 17h e 24h após uma partida, foi observado que o LDH reduziu com o tempo. Essa redução pode ser um bom marcador para monitoramento de períodos de recuperação (Nowakowska *et al.*, 2019). No presente estudo, os valores de LDH variaram com aumento entre 9 e 37% no momento pós-lesão. Isso também foi identificado em jovens jogadores de futebol que apresentaram um aumento nos níveis de LDH entre 24h e 48h após a realização de testes de aptidão física (consumo de oxigênio máximo, força e potência) (Mostafafarkhani *et al.*, 2022).

Numa análise de predição entre os parâmetros de estresse oxidativo, índices de lesão muscular e marcadores inflamatórios em jogadores de futebol foi observado que o LDH está fortemente correlacionado aos marcadores inflamatórios interleucina-6 (IL-6), variáveis antioxidantes (malondialdeído (MDA), superóxido dismutase (SOD) e glutatona peroxidase (GPx)). No futebol, devido as características de capacidade de resistência e potência anaeróbica, todos os fatores induzidos pelo exercício, particularmente MDA, IL-6, também atuam como fatores geradores de fadiga e limitantes do desempenho (Sarkar *et al.*, 2023). Entretanto, o presente estudo não avaliou esses marcadores inflamatórios, que poderiam

estabelecer outras importantes associações para o conhecimento de mecanismos voltados a prescrição de treinamento e prevenção de lesões. Isso pode ser considerado como uma limitação do estudo.

Conclusão

A associação entre os métodos de imagem (US e TIV) com a análise bioquímica se mostrou benéfica e promissora no presente estudo. Pode-se observar que existe uma relação entre os exames de imagem, ultrassonografia e termografia infravermelha, e os marcadores bioquímicos CK e LDH no diagnóstico de atletas de futebol 48h após lesão em jogo ou treino.

Esta pesquisa apresentou a prevalência de lesões em jogadores de futebol em jogo ou treino e a relação entre os métodos de identificação, prevenção e recuperação. A US se mostrou importante para o diagnóstico e acompanhamento das lesões esportivas, assim como a TIV identificou temperatura da pele aumentada ou reduzida de acordo com o histórico de lesões dos atletas. Os achados encontrados em ambos os métodos foram coerentes com o aumento nos níveis de CK e LDH apresentados nos casos investigados. Os diagnósticos corroboraram a anamnese de descrição do local da lesão e intensidade da dor relatada pelos atletas. As lesões de alguns casos ocorreram nos primeiros 30 minutos de jogo e isso pode indicar que a fadiga aguda pode não ter um papel significativo nisso.

Recomendam-se estudos que se investiguem a associação dos exames de imagem (US e TIV) com outros marcadores inflamatórios (IL-6) em modalidades esportivas que contenham gestos esportivos com contrações excêntricas de alta intensidade.

Aplicações Práticas

A US pode ser usada diretamente no campo e vestiário, além da concentração e centro de treinamento. Embora um ambiente refrigerado e com controle de luminosidade seja recomendado, isto pode em algumas situações ser flexibilizado.

A aplicação da TIV no esporte ou exercício físico para controle da carga de treinamento associado com uma estratégia geral de prevenção de lesões é usualmente realizado 24h e 48h após o exercício e no acompanhamento de atletas lesionados por meio monitoramento das respostas térmicas e funcionais (Gómez-Carmona *et al.*, 2020).

A associação da TIV com a US, visto que os métodos não competem entre si, e sim, se complementam, mostrou ser benéfica. Ressalta-se que os métodos de imagem utilizados

no presente estudo (US e TIV) são considerados avaliador-dependente. Portanto, destaca-se a importância da capacitação dos profissionais na área, cumprimento dos protocolos de avaliação e as especificações dos equipamentos utilizados e para a condição técnica dos profissionais que realizam as avaliações.

Referências

Almulla, Jassim, Abdulrahman Takiddin, and Mowafa Househ. "The use of technology in tracking soccer players' health performance: A scoping review." *BMC Medical Informatics and Decision Making* 20 (2020): 1-10.

Becker, Dawn M., *et al.* "The use of portable ultrasound devices in low- and middle-income countries: a systematic review of the literature." *Tropical Medicine & International Health* 21.3 (2016): 294-311.

Borg G. Escalas de Borg para a dor e o esforço percebido. São Paulo: Manole; 2000.

Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatine kinase monitoring in sport medicine. *Br Med Bull* 2007;81-82: doi: 10.1093/bmb/ldm014.

Côrte AC, Pedrinelli A, Marttos A, Souza IFG, Grava J, José Hernandez A. Infrared thermography study as a complementary method of screening and prevention of muscle injuries: Pilot study. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2019;5(1):1–5.

Centurion AJ, Youmans H, Zeni IM. Use of the Musculoskeletal Ultrasound and Regenerative Therapies in Soccer. *American Journal of Orthopedics.* 2018, v.1:1-10.

De Carli A *et al.* Anterior cruciate ligament injury in elite football players: video analysis of 128 cases. *J Sports Med Phys Fitness.* 2022 Feb;62(2):222-228.

Dos Santos, Tales Magalhães, *et al.* "Correlation between creatine kinase (CK) and thermography: a systematic review with meta-analysis." 2022.

García-Aliaga, Abraham, *et al.* "Comparative analysis of soccer performance intensity of the pre–post-lockdown COVID-19 in LaLiga™." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18.7 (2021): 3685.

Gemelli, T.. *Manual prático de Microbiologia clínica.* Unisinos, 2020.

Gómez-Carmona P, Fernández-Cuevas I, Sillero-Quintana M, Arnaiz-Lastras J, Navandar A. Infrared thermography protocol on reducing the incidence of soccer injuries. *J Sport Rehabil.* 2020;29(8):1222–7.

Khan AA, Allemailem KS, Alhumaydhi FA, Gowder SJT, Rahmani AH. The biochemical and clinical perspectives of lactate dehydrogenase: an enzyme of active metabolism. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets* 2020;20(6):855-68. doi: 10.2174/1871530320666191230141110

Liveris NI, Tsarbou C, Papageorgiou G, Tsepis E, Fousekis K, Billis E, Xergia SA. The

multiple factors that contribute to noncontact lower extremity sports injuries. *Archives of Hellenic Medicine* 2023, 40(2):162-169.

Loturco, Irineu, *et al.* "Curve sprinting in soccer: Relationship with linear sprints and vertical jump performance." *Biology of Sport* 37.3 (2020): 277-283.

Mello, Danielli Braga de; Moreira, D. G.; Neves, E. B. Termorregulação e estresse ambiental. In: Angela Nogueira Neves; Adriane Mara de Souza Muniz; Cláudia de Mello Meirelles; Danielli Braga de Mello; Laércio Camilo Rodrigues; Míriam Raquel Meira Mainenti. (Org.). *Ciência aplicada ao exercício físico e ao esporte*. 1ed. Curitiba: Appris, 2022, v. 1, p. 47-66. Martins C, Oliveira V De. *Alterações Na Composição Corporal De Indivíduos Saudáveis Praticantes De Atividades Físicas Regulares Submetidos a Dieta E*. 2019.

Menezes, Pedro, *et al.* "Effects of strength training program and infrared thermography in soccer athletes injuries." *Sports* 6.4 (2018): 148.

Melegati, G *et al.* Reducing muscle injuries and reinjuries in one italian professional male soccer team. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2014 Feb 24;3(4):324-30. eCollection 2013 Oct.

Mostafafarkhani, Babak, *et al.* "The effect of cold water immersion recovery on sport performance and muscle damage biomarkers subsequent repeated sprint activities in young male soccer players." *Sport Physiology & Management Investigations* 14.2 (2022): 151-162.

Nowakowska, Anna, *et al.* "Blood biomarkers of recovery efficiency in soccer players." *International journal of environmental research and public health* 16.18 (2019): 3279.

Paoletta M, Moretti A, Liquori S, Snichelotto F, Menditto I, Toro G, Gimigliano F, Iolascon G. Ultrasound Imaging in Sports related Muscle Injuries: Pitfalls and Opportunities. *Medicina*. 2021.57(10)1040 <https://doi.org/10.3390/medicina57101040>

Romão W, Mello DB, Neves EB, Dias T, Santos AOB, Alkmim R, Vale RGS. The use of infrared thermography in endurance athletes: a systematic review. *Motricidade* 2021, 17(2): 193-203. <https://doi.org/10.6063/motricidade.21116>

Sales TD, Mello DB, Romão WS, Nunes RAM, Neves EB, Castro JBP, Vale RGS. Biomarkers of tissue injury in high-intensity interval running: a systematic review. *Rev Bras Fisiol Exerc* 2021;20(4):490-502. <https://doi: 10.33233/rbfex.v20i4.4752>

Santana, PVA *et al.* Relationship between infrared thermography and muscle damage markers in physically active men after plyometric exercise. *J Therm Biol.* 2022 Feb;104:103187. doi: 10.1016/j.jtherbio.2022.103187. Epub 2022 Jan 11.

Sarkar, Surojit, *et al.* "Prediction of Aerobic and Anaerobic Capacity From Selected Oxidative Stress Parameters, Muscle Damage Indices and Inflammatory Markers in Soccer and Hockey Players." *Polish Journal of Sport and Tourism* 30.1 (2023): 3-10.

Sebastiá-Rico, J. *et al.* "Differences in Body Composition between Playing Positions in Men's Professional Soccer: A Systematic Review with Meta-Analysis." *Applied Sciences*

13.8 (2023): 4782.

Thomas, Jerry R., Jack K. Nelson, and Stephen J. Silverman. *Métodos de pesquisa em atividade física*. 6^a ed. Artmed Editora, 2012.

CONCLUSÃO

Na finalização da tese com a realização dos três estudos observou-se os seguintes pontos a serem considerados.

O levantamento de uma cuidadosa revisão bibliográfica, com acertadas escolhas dos critérios de inclusão e exclusão, permitiu um substancial crescimento no conhecimento acumulado no tema do diagnóstico de lesões musculares no futebol, suas estatísticas e como diferentes realidades e locais utilizam os diferentes recursos disponíveis.

A realização de estudo antropométrico se faz importante para avaliação das características individuais dos atletas, o que pode apontar futuramente a possibilidade de correlação dos dados obtidos com as características e localização das lesões musculares, bem como sua prevalência com as informações obtidas no estudo antropométrico.

Os dados obtidos no estudo antropométrico permitem a comparação da equipe utilizada nesta pesquisa com equipes utilizadas em outros estudos, podendo as variáveis obtidas serem analisadas, com um melhor entendimento das semelhanças e diferenças entre as amostras.

Os três métodos escolhidos e utilizados se mostraram individualmente relevantes na contribuição de informações para o diagnóstico das lesões musculares em atletas de futebol.

A associação de métodos se mostrou benéfica no entendimento do diagnóstico das lesões musculares em atletas de futebol. A ideia de que diferentes métodos diagnósticos se complementam ao invés de competir entre si deve ser assimilada com clareza.

A bioquímica permite iniciar um rastreamento de lesões musculares em atletas com alguma clínica de suspeição de lesão, que deve ser valorizado como situação crucial e que cada método deve ser realizado por profissional especializado e habilitado em cada uma destas funções, sob o risco de resultados falso-positivos e falso-negativos, comprometendo assim a capacidade diagnóstica. A realização dos métodos por profissionais não habilitados, gerando erros por vezes grosseiros, não apenas resultará em prejuízos para o atleta e conseqüentemente sua equipe, mas também abre a possibilidade do método em si cair em descrédito, o que gera um prejuízo em escala ainda maior.

Trabalhos nesta linha de pesquisa trazem informações relevantes o suficiente para abrir possibilidades para outros estudos, com aprimoramentos ainda não realizados aqui, instigando novas dúvidas a serem elucidadas.

Para defesa da tese proposta, a mesma é apresentada pelo que se designou como

modelo Escandinavo e está dívida em três artigos que mantém entre si coerência e que representam o objetivo do estudo em determinar a aplicação do uso da ultrassonografia como uma técnica de campo para a avaliação de lesão musculoesquelética no futebol, tendo em vista as limitações e aplicações, além de vantagens e desvantagens do método.

A busca por uma correlação com outros dois métodos visa um entendimento da possibilidade deles apresentarem informações que sejam compatíveis entre si, confirmando ou complementando a capacidade diagnóstica uns dos outros.

O tema lesão no esporte em geral, em especial lesões musculares e tendinosas, é de suma importância no decorrer das atividades de um atleta ou equipe. A busca por se avaliar corretamente o competidor em função de liberá-lo ou não para treinos e competições, em quanto tempo fazê-lo e o embasamento para que estas decisões sejam tomadas são desafios constantes que fazem parte do cotidiano de, por exemplo, uma equipe de futebol profissional.

Uma linha tênue divide o momento de retorno ao campo com sucesso e o agravamento de uma lesão não totalmente curada, pode proporcionar uma decisão errada que pode custar a viabilidade de alto rendimento do atleta, além do prejuízo coletivo para a equipe em momentos decisivos.

Calendários de competições, por vezes simultâneas, nem sempre permitem a calma necessária para a prudência que gostaríamos, com pressões e urgências para liberações de atletas para treinos e jogos, que se agravam em momento decisivos como disputas de classificações e finais, podendo custar a perda dos resultados almejados para a equipe além do emprego da comissão técnica, em especial do departamento médico.

O artigo 1, intitulado “O uso de exames por imagem para identificação de lesões musculoesqueléticas no futebol – uma revisão sistemática” teve por objetivo identificar o uso de exames por imagem no diagnóstico de lesões musculoesqueléticas no futebol. Observou-se ao final do estudo que a aplicação da ultrassonografia tem sido crescente ao longo dos anos, com suas aplicações e capacidades se ampliando, muitas equipes em diferentes ambientes a utilizam de forma habitual e com alto grau de confiabilidade.

O artigo 2, intitulado “Variations in body measurements according to the role played on the field by football players in the brazilian army” teve por objetivo identificar as características antropométricas dos jogadores de acordo com a sua posição em campo e suas diferenças. (publicado em junho de 2021 na revista *International Journal of Sports and Physical Education (IJSPE)*, v. 9, n.1, p. 36-43, 2023, ISSN: 2454-6380 – ANEXO 2). Este trabalho permite a comparação da amostra utilizada em nossa pesquisa com outros trabalhos.

Assim buscamos expor as características dos atletas estudados, onde acreditamos achar semelhanças com as demais equipes que disputam os campeonatos profissionais de futebol, na categoria em que disputa atualmente ou em outras. Com a publicação destes resultados expomos estes dados para futuras análises e comparações.

O artigo 3, intitulado “Relações entre ultrassonografia, termografia infravermelha e marcadores bioquímicos para diagnósticos de lesões esportivas: estudos de casos no futebol”, apresentou informações sobre a análise destas técnicas diagnósticas. Por aqui buscamos esclarecer se há ou não em nossa amostra relações entre os métodos na detecção de lesões. Notamos aqui uma correlação positiva entre os métodos, havendo a possibilidade de interagirem de forma a aumentar nossa capacidade diagnóstica, em especial no rastreamento de possíveis lesões. Os três métodos independem das queixas dos atletas para seus resultados, muito embora a ultrassonografia dependa da localização de área suspeita por parte do atleta para uma efetiva busca da imagem que esclareça a anatomia normal ou patológica na imagem. Neste ponto temos o laboratório podendo rastrear alterações em todos os atletas, sintomáticos ou não, apontando para suspeição de lesão. A termografia infravermelha realiza uma imagem em ampla área, determinando regiões alteradas termicamente, inclusive com as comparações contralaterais. E a ultrassonografia buscará em área previamente determinada a observação de alterações que constituam normalidade anatômica, tanto em regiões sintomáticas quanto em locais apontados como alterados pela termografia infravermelha, mesmo quando estes encontram-se assintomáticos.

REFERÊNCIAS

BRANCACCIO P.; MAFFULLI N.; LIMONGELLI F. M. Creatine kinase monitoring in sport medicine. **Br Med Bull**, p. 81-82, 2007. DOI: 10.1093/bmb/ldm014.

CÔRTE A. C. *et al.* Infrared thermography study as a complementary method of screening and prevention of muscle injuries: Pilot study. **BMJ Open Sport Exerc Med**. v. 5, n. 1, p. 1-5, 2019.

DOMINSKI F. H. *et al.* Injury profile in CrossFit practitioners: Systematic review. **Fisioter Pesqui**. v. 25, n. 2, p. 229-239, 2018.

EKSTRAND J.; GALUND M. H.; WALDE M. Epidemiology of Muscle Injuries in Professional Football (Soccer). **The American Journal of Sports Medicine**. v. 39, n. 6, p. 12326-1232, 2011.

HASEBE Y. *et al.* Injury and Disorder prevalence and current injury prevention methods in high school soccer players in Japan. **Physical Therapy in Sport**. v. 28, p. e1- e25, 2017.

KELLY T. *et al.* Distal avulsion of the semitendinosus tendon. **The Orthopedic Journal of Sport Medicine**, v. 7, n. 9, p. 1-5. 2019.

KHO, J. S. B. *et al.* MRI Features of ERSA (exercise-related signal abnormality) Lesions in Professional Soccer Players. **Skeletal Radiology**, v. 51, p. 557-564, 2022.

MELLO, D. B.; MOREIRA, D. G.; NEVES, E.B. Termorregulação e estresse ambiental. *In: NEVES, A. et al. (org.). Ciência aplicada ao exercício físico e ao esporte.* Curitiba: Appris, 2022, v. 1, p. 47-66.

MOSTAFAFARKHANI, B. *et al.* The effect of cold water immersion recovery on sport performance and muscle damage biomarkers subsequent repeated sprint activities in young male soccer players. **Sport Physiology & Management Investigations**, v.14, n. 2, p. 151-162, 2022.

MURPHY S. J.; RENNIE D. J.; Rehabilitation of the Surgically Repaired Intramuscular Hamstring Tendon. **Current Sport Medicine Report**, v. 17, n. 6, p. 187-191. 2018.

NOWAKOWSKA, A. *et al.* Blood biomarkers of recovery efficiency in soccer players. **International journal of environmental research and public health**, v. 16, n. 18, p. 3279, 2019.

PINHEIRO, C. B. R. *et al.* Ultrassonografia e Termografia Infravermelha: métodos de imagem associados aos marcadores bioquímicos para diagnóstico de pré-lesão esportiva no futebol: estudo de caso. *In. CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA DO EXERCÍCIO E DO ESPORTE*, 35., 2023, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: PUCRS, 2023.

PEDRINELLI A., *et al.* Epidemiological study on professional football injuries during the

2011 Copa America, Argentina. **Rev. Bras. Ortop.**, v. 48, n. 2, p. 131-136, 2013.

ROMÃO W. *et al.* The use of infrared thermography in endurance athletes: a systematic review. **Motricidade**, v. 17, n. 2, p. 193-203. 2021. DOI: <https://doi.org/10.6063/motricidade.21116>.

SAW A. E.; MAIN L. C.; GASTIN P. B. Monitoring the athlete training response: subjective self- reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review. **Br J Sports Med**, v. 50, n. 5, p. 281–291, 2016.

SANTOS, T. M. dos *et al.* Correlation between creatine kinase (CK) and thermography: a systematic review with meta-analysis. **Motricidade**, v. 18, n. 3, p. 467-478, 2022.

SHAMJI, R. *et al.* Association of the British Athletic Muscle Injury Classification and anatomic location with return to full training and reinjury following hamstring injury in elite football. **BMJ Sport & Exercise Medicine**, v. 7, n. 2, 2021.

SHIV, J *et al.* Rectus femoris intrasubstance tear in a collegiate football kicker and its mechanism. **Baylor University Medical Center**, v. 33, n.1, p. 100-102, 2020.

VOLPI, P. *et al.* Risk Diagnosis of minor muscle injuries in professional football players: when image cannot help biology might. **BMJ Sport & Exercise Medicine**, v. 5, 2019.

YAMADA, A. F. *et al.* Hip Apophyseal Injuries in Soccer Players: Can MRI Findings be Useful to Define When to Return to Play? **Skeletal Radiology**, v. 50, n. 11, p. 2273-2280. 2021.

APÊNDICE A - Diagnóstico em campo 1

Figura 1 – Exame realizado no vestiário do Boavista



Fonte: O autor, 2011.

APÊNDICE B – Diagnóstico em campo 2

Figura 2 – Imagem do exame realizado no vestiário



Fonte: O autor, 2011.

APÊNDICE C – Diagnóstico em campo 3

Figura 3 – Exame realizado no jogador do Duque de Caxias



Fonte: O autor, 2009.

ANEXO A – Parecer consubstanciado CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Carga de treinamento no futebol de campo: uma análise comparativa entre jogos reduzidos e jogos oficiais

Pesquisador: Mauro Maia

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 63473922.3.0000.9433

Instituição Proponente: Escola de Educação Física do Exército

Patrocinador Principal: CENTRO DE CAPACITAÇÃO FÍSICA DO EXERCITO E FORTALEZA DE SAO JOAO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.713.408

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2013033, de 03/10/2022).

Introdução:

O futebol como esporte de competição em alto rendimento percebeu uma evolução com o passar do tempo. Isso ocorreu, principalmente, como resultado do aumento da dinâmica do jogo por meio de uma elevação na métrica de velocidade da bola e na taxa de passe, respectivamente

(WALLACE et al., 2014), assim como, da frequência de ações de ataque nas faixas laterais do campo (BARREIRA, 2013). Ao mesmo tempo, a metodologia de treinamento evoluiu de exercícios condicionais sem a bola que desenvolvem capacidades físicas (BANGSBO, 1994) para uma nova abordagem de exercícios que são capazes de melhorar, concomitantemente, as capacidades físicas juntamente com as habilidades técnicas e táticas, direcionadas para as demandas específicas dos jogos de futebol (SARMENTO et al., 2018). Esses exercícios têm como nomenclatura os jogos reduzidos (SSGs), também referidos como jogos de condicionamento baseados em habilidades (GABBETT, 2006) ou jogos reduzidos e condicionados (DAVIDS et al., 2013). Os SSGs são ferramentas menores e condicionadas do formato real de jogo de futebol e vêm ganhando

Endereço: Av João Luiz Alves s/nº - Urca, Fortaleza de São João 4, Escola de Educação Física do Exército 4, Complexo
Bairro: URCA **CEP:** 22.291-090
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2586-2297 **E-mail:** cep@ccfex.eb.mil.br



Variations in Body Measurements According to the Role Played on the Field by Football Players in the Brazilian Army

Carlos Bruno Pinheiro MSc^{*1}, Carlos Alberto de Azevedo Ferreira PhD², Fabiola Claudia Henrique da Costa MSc¹, Rodrigo Gomes de Souza Vale PhD⁴, Rodolfo Alkmim de Moreira Nunes PhD⁵.

¹Postgraduate Program in Exercise & Sport Sciences, Rio de Janeiro State University, Rio de Janeiro, Brazil

²Laboratory of Exercise & Sport, Institute of Physical Education & Sports, Rio de Janeiro State University, Rio de Janeiro, Brazil.

***Corresponding Author:** Carlos Bruno Pinheiro MSc, Postgraduate Program in Exercise & Sport Sciences, Rio de Janeiro State University, Rio de Janeiro, Brazil 68.377-050, Brazil.

Abstract: *Objective: To determine and compare the morphological characteristics of Brazilian army soccer players according to their game positions.*

Methods: Field study with a descriptive, explanatory and quasi-experimental approach, 28 male athletes (26.1±4.2 years) with more than one year of practice, divided into: goalkeepers, defenders, central/offensive midfielders, midfielders, laterals and forwards. The anthropometric evaluation used the protocols of the somatotype Heath & Carter (1964), body fractionation in five components of Ross and Kerr (1993), Phantom in body proportionality of Ross and Wilson (1984) and Withers (1987) for the percentage of body fat. The analysis was performed based on the use of the z-score equality of means.

Results: The athletes had a proportionally higher body mass value observing the z-score Phantom, with a lower concentration of fat in the region and a greater muscle volume. The bilio-cristal breadth z-score Phantom was smaller than the Phantom model. Percentage adiposity measured by body fractionation into five components approximately 10% greater than by the two-component method. The muscle/bone index showed a normal behavior. The somatotype varied according to the playing position.

Conclusions: There are differences identified by each game position, making it possible to define an anthropometric profile of specialization and different training for each game position.

Keywords: *Body measurements, anthropometry, kinanthropometry, football.*

1. INTRODUCTION

Football is a sport that has conquered the world and aroused much interest from science, its popularity comes from the fact that it does not require from practitioners fully developed skills or physical qualities as performance depends on a variety of factors such as anaerobic development, aerobic power, agility, speed and coordination, in addition to other technical and tactical skills of the sport. Anthropometry plays an important role among the factors that influence performance in soccer, as it not only helps to identify the appropriate physical characteristics for the sport, but also to define the most appropriate playing position for the athlete based on the specific demands of each playing position. In recent years, there has been an increase in scientific studies that seek to improve performance in football and address different aspects, especially the analysis of sports performance. These contributions of science are currently more accepted by coaches and players, who understand the need for this information to improve both preparation for competitions and performance itself [1, 2].

The kinanthropometric profiles of athletes addressed in the international scientific literature include: the chemical and/or structural composition of the body; the somatotype describing endomorphy (fat ratio), mesomorphy (muscle-bone ratio) and ectomorphy (thinness or slenderness ratio); and proportionality, defined as the relationship between anthropometric measurements and the individual's height [3].

Proportionality has been analyzed in the sports scientific literature using the mathematical model called the phantom stratagem, which was initially approached by Ross and Wilson (1974) [4] to compare

ANEXO C - Memorial

Durante minha graduação em medicina tive a oportunidade de cursar 2 semestres da disciplina de radiologia, a qual fazia parte da grade curricular e que muito rapidamente me despertou forte interesse.

Concluída a disciplina candidatei-me a função de monitor, para a qual fui aprovado. Permaneci na monitoria pelos semestres seguintes até meu último semestre de graduação.

Formado, fui candidato e aprovado para o serviço de radiologia da Santa Casa de Misericórdia do RJ, na ocasião chefiado pelo professor Nicola Caminha, tendo aí adquirido muito conhecimento e gostando cada vez mais da especialidade.

Complementando minha educação consegui minha aprovação no curso de mestrado no Instituto Oswaldo Cruz - FIOCRUZ. Cursei e concluí.

Após o médico argentino Oswaldo Rosano realizar um curso com forte treinamento prático no RJ, sobre ultrassonografia em lesões músculo-esqueléticas, pude vislumbrar novas possibilidades para o método nesta área, além de praticar com o material gentilmente cedido a mim por ele. Ainda o considero o melhor que já conheci nesta área específica.

Tive a oportunidade de ser aluno do professor Marcos Brasão em sua pós-graduação em Medicina do Exercício e do Esporte. Aqui consegui juntar duas áreas que sempre gostei: diagnóstico por imagem e esporte.

Dediquei-me a esta junção de áreas com cursos e congressos, buscando aperfeiçoamento e passando a atender atletas de alto rendimento para diagnóstico de lesões e também o monitoramento evolutivo das alterações encontradas.

Enquanto era aluno da pós passei a ser também a ser professor a convite do próprio professor Marcos Brasão, pois há alguns anos já era professor em pós-graduações. Ensinar nos faz aprender.

Quando surgiu a oportunidade de trabalhar em uma equipe de futebol, prontamente aceitei. Inicialmente no campeonato Carioca e depois no Brasileiro. Nossa equipe começou aí, em 2009 a experimentar sua capacidade de diagnóstico por imagem no centro de treinamento, concentração, vestiário em jogo e por último em campo. Cabe ressaltar não termos encontrado nenhum registro de equipe que nesta data já exercesse esta capacidade.

No ano seguinte a Maratona do Rio passou a contar com esta capacidade e desde 2010, ininterruptamente a equipe médica dispõe, no hospital de campanha montado no Aterro do Flamengo, de exames de ultrassonografia e Doppler, em todas as provas desde então. Fomos inclusive convidados para apresentar este, além de outros trabalhos desenvolvidos pela nossa equipe, no

congresso da IMMIDA (International Marathon Medical Directors Association) de 2019 na Barry University na Flórida. Neste ano de 2023 mais uma vez a ultrassonografia teve papel relevante nas provas de 5K, 10K, 21K e 42K exercidas no final de semana de 10 e 11 de junho, com diferentes diagnósticos, desde lesão muscular e tendinite até uma fratura, esta confirmada após remoção para o hospital de referência e realização de radiografia.

Em 2018 resolvi retomar o sonho de cursar doutorado. Conversei com os professores Rodolfo Alkmim, que na ocasião estava com os professores Gustavo Casimiro e Rodrigo Vale, expondo minhas ideias e projetos. Poliram e melhoraram o que apresentei, mostrando um mundo de possibilidades que muito me empolgou.

Resolvi frequentar o laboratório e assistir algumas aulas, para na próxima oportunidade de vaga que aparecesse para o professor Rodolfo como orientador eu pudesse ser candidato.

Para viabilizar este objetivo tive a dura decisão de solicitar o meu desligamento do clube na qual era funcionário, local que eu gostava muito e tinha muitos amigos, além da oportunidade de exercer as funções na área de diagnóstico, em especial em um clube grande e com recursos como o Flamengo, especificamente em atletas de alto desempenho.

No meio de 2019 surgiu a vaga que eu almejava e prestei concurso, tendo a felicidade de ser aprovado. Meu primeiro desafio foi precisar cumprir 40 créditos, pois meu mestrado teve seu término em agosto de 1997, ao invés de apenas 40 créditos como os que estavam cursando habitualmente cumpriam.

Disciplinas concluídas e uma pandemia que suspendeu aulas presenciais superados, oportunidades aproveitadas, segui na pesquisa de campo na pesquisa de campo e compilação de dados. Neste momento o acolhimento da Professora Doutora Danielli Mello e da EsEFEx foram extremamente providenciais, com a interação dos professores da UERJ e dela, sendo um exemplo de soma de capacidades.

Espetacular é a palavra que consigo encontrar para a idéia do meu orientador de inserir o Professor Doutor Carlos Alberto Ferreira, antropometrista com certificação internacional nível 3, na pesquisa de campo e também podermos colher dados antropométricos, que permitirão a comparação futura de equipes, afinal na EsEFEx está a equipe de futebol que disputa o Campeonato Carioca e representa o Brasil em competições militares internacionais.

Complementando esta trajetória, mais um dado cabe ser ressaltado, durante o doutorado, receber o convite de um grande mestre da área de diagnóstico para conhecer sua clínica, o Professor Ricardo Ayres, um notório saber que me ofereceu a oportunidade de trabalhar com ele, servindo de exemplo de qualidade e me ensinando muito, com isto permitindo melhorar a qualidade do que faço diariamente em meu trabalho.