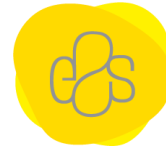




Medidas ultrassonográficas da espessura muscular e força isocinética e isométrica dos rotadores do ombro em atletas de voleibol com e sem atrofia do músculo infraespinhoso: estudo observacional analítico transversal

Matilde Miranda Moreira





Medidas ultrassonográficas da espessura muscular e força isocinética e isométrica dos rotadores do ombro em atletas de voleibol com e sem atrofia do músculo infraespinhoso: estudo observacional analítico transversal

Autor

Matilde Miranda Moreira

Orientador(es)

Mestre / Bárbara Magalhães / E2S-IPP

Professor Doutor / António Montes / E2S-IPP

Dissertação/Projeto/Relatório de Estágio apresentada(o) para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia – Área de Especialização em Neuro-Músculo-Esquelética pela Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico do Porto.



Agradecimentos

À minha família, pelo apoio, pelo amor incondicional e por toda a paciência. Vocês foram o pilar que me sustentou ao longo deste percurso académico e sem o qual nada disto teria sido possível.

Aos meus amigos, pela amizade genuína, pelo incentivo nos momentos mais exigentes e por me ajudarem a não me esquecer de manter o equilíbrio entre os estudos, o desporto e a vida pessoal. A vossa presença tornou este caminho mais leve e especial.

À minha orientadora, Professora Bárbara Magalhães, pela oportunidade de realizar esta dissertação no âmbito da sua investigação, pela orientação científica rigorosa, pela disponibilidade e por todo o acompanhamento ao longo deste trabalho. A sua exigência, visão crítica e incentivo foram determinantes para o desenvolvimento desta dissertação e constituíram também uma inspiração no meu trajeto.

Ao meu co-orientador, Professor António Montes, pelo apoio durante todo o meu percurso académico na E2S-IPP, pelos contributos valiosos e pelas perspetivas complementares que enriqueceram este projeto.

Ao Professor Paulo Carvalho, pelo incentivo determinante que me deu para prosseguir a realização desta dissertação e por me ter apresentado a proposta de desenvolver este trabalho no âmbito da supervisão da Professora Bárbara, permitindo-me integrar uma linha de investigação profundamente alinhada com a minha vivência no voleibol e de grande pertinência a nível profissional.

Por fim, um sincero agradecimento a todos os participantes do estudo e aos meus colegas da modalidade de voleibol, pela colaboração e empenho.

Este trabalho é tão meu quanto vosso.



Resumo

Introdução: O ombro é uma das regiões mais afetadas por lesões no voleibol, frequentemente associadas a desequilíbrios musculares dos rotadores glenoumerais. A atrofia visual do infraespinhoso (IE), ao comprometer a sua função contrátil e estabilizadora, pode afetar a funcionalidade do ombro e a performance desportiva. **Objetivos:** Comparar a espessura muscular (IE, supraespinhoso e redondo menor) e a força dos rotadores do ombro em atletas com e sem atrofia visual do IE. **Métodos:** Estudo observacional transversal com 29 atletas de voleibol, divididos em grupo com atrofia (AVI; n=10) e sem atrofia (SAVI; n=19). Avaliaram-se as espessuras musculares por ultrassonografia e a força isocinética concêntrica (60°/s; 120°/s) e isométrica (0°, 15° e 30° de rotação externa). **Resultados:** Não se observaram diferenças nas espessuras musculares nem no pico de torque. Contudo, o grupo AVI apresentou maiores défices de trabalho no membro dominante (rotação interna a 60°/s, p=0,021; rotação externa a 120°/s, p=0,044), rácios agonista/antagonista inferiores no não dominante (120°/s, p=0,012) e tempos de desaceleração superiores em rotação interna no membro não dominante (120°/s, p=0,025; isométrica a 15°, p=0,014) e no membro dominante (isométrica a 30°, p=0,022). **Conclusão:** A atrofia do IE associa-se a alterações funcionais, sem correspondência morfológica. Estes achados reforçam a importância de integrar avaliação imagiológica e isocinética na monitorização e prevenção de lesões no voleibol.

Palavras-chave: Voleibol; Rotadores do ombro; Atrofia do infraespinhoso; Ultrassonografia musculoesquelética; Força isocinética.



Abstract

Introduction: The shoulder is one of the most affected regions by injuries in volleyball, frequently associated with muscular imbalances of the glenohumeral rotators. Visual infraspinatus (IS) atrophy, by compromising its contractile and stabilizing function, may affect shoulder functionality and sports performance. **Objectives:** To compare muscle thickness (IS, supraspinatus, and teres minor) and shoulder rotator strength in athletes with and without visual IS atrophy. **Methods:** Cross-sectional observational study with 29 volleyball athletes, divided into a group with atrophy (AVI; n=10) and a group without atrophy (SAVI; n=19). Muscle thickness was assessed by ultrasound and strength by concentric isokinetic testing (60°/s; 120°/s) and isometric testing (0°, 15°, and 30° of external rotation). **Results:** No differences were observed in muscle thickness or peak torque. However, the AVI group showed greater work deficits in the dominant limb (internal rotation at 60°/s, p=0.021; external rotation at 120°/s, p=0.044), lower agonist/antagonist ratios in the non-dominant limb (120°/s, p=0.012), and longer deceleration times in internal rotation in the non-dominant limb (120°/s, p=0.025; isometric at 15°, p=0.014) and in the dominant limb (isometric at 30°, p=0.022). **Conclusion:** IS atrophy is associated with functional alterations, without corresponding morphological changes. These findings reinforce the importance of integrating imaging and isokinetic evaluation in the monitoring and prevention of volleyball-related injuries.

Keywords: Volleyball; Shoulder rotators; Infraspinatus atrophy; Musculoskeletal ultrasound; Isokinetic strength.



Índice

1.	Introdução.....	1
2.	Métodos.....	4
2.1.	Desenho de estudo	4
2.2.	Participantes	4
2.3.	Considerações Éticas.....	4
2.4.	Procedimentos	5
2.4.1.	Dados biológicos, desportivos e historial de lesões	5
2.4.2.	Escala DASH.....	6
2.4.3.	Identificação de presença de atrofia visual do IE.....	6
2.4.4.	Avaliação ultrassonográfica da espessura muscular	6
2.4.5.	Avaliação da força dos rotadores glenoumerais.....	9
2.4.6.	Procedimentos Estatísticos.....	10
3.	Resultados.....	11
3.1.	Participantes	11
3.2.	Avaliação ultrassonográfica das espessuras musculares.....	12
3.3	Avaliação da força isocinética concêntrica dos rotadores glenoumerais.....	14
3.3.1	Variáveis de pico de torque	14
3.3.2	Variáveis de trabalho.....	14
3.3.3	Variáveis temporais	16
3.3.4	Rácios musculares agonista/antagonista.....	17
3.4	Avaliação da força isométrica dos rotadores glenoumerais	17
3.4.1	Variáveis de pico de torque	17
3.4.2	Variáveis de tempo.....	18
3.4.3	Rácios musculares agonista/antagonista.....	19
4.	Discussão.....	20
5.	Conclusão.....	29
	Referências Bibliográficas.....	30



1. Introdução

O membro superior é afetado por uma proporção significativa das lesões em atletas de voleibol, representando mais de 60% dos casos registados num estudo epidemiológico realizado em atletas de alto rendimento (Uluoz, 2016) e cerca de 20 a 30% de todas lesões reportadas em diferentes níveis competitivos (Young et al., 2023). Especificamente, o ombro corresponde aproximadamente a 5-15% de todas lesões, sobretudo associadas a mecanismos de sobrecarga. Estes dados são consistentes com revisões sistemáticas que apontam o ombro como uma das localizações mais afetadas, com uma incidência reportada entre 0,12 e 1,8 lesões por 1000 horas de prática em atletas *overhead* (Asker et al., 2018) e até 10,7 lesões por 1000 horas de jogo em atletas de voleibol (Kilic et al., 2017; Milic et al., 2025). Entre os fatores de risco frequentemente descritos, destacam-se as adaptações funcionais do complexo articular do ombro neste tipo de atletas. No voleibol de alto rendimento, uma das alterações mais consistentes é o desequilíbrio da força dos rotadores do ombro, caracterizado por maior torque de rotação interna (RI) e fraqueza relativa de rotação externa (RE) no ombro dominante, resultando em rácios RE/RI reduzidos (Wang et al., 2000; Hadzic et al., 2014; Kim et al., 2020). Em atletas de andebol, modalidade de gesto *overhead* unilateral, observaram-se adaptações semelhantes, com rácios funcionais inferiores no lado dominante e défices de força de RE identificados como fator de risco (Andrade et al., 2010; Achenbach et al., 2019). De forma transversal às modalidades *overhead*, foram evidenciados rácios alterados, associados ao uso repetitivo do ombro dominante (Berckmans et al., 2017). Em conjunto, estes achados sugerem que os desequilíbrios de força dos rotadores, caracterizados por maior força de RI e rácios RE/RI reduzidos, constituem um fator de risco relevante para o ombro. Estes padrões de assimetria podem contribuir para alterações biomecânicas cumulativas que favorecem o desenvolvimento de lesões por sobrecarga (Cools et al., 2015; Escamilla & Andrews, 2009).

Para além da análise funcional da força, é igualmente relevante considerar métodos de avaliação estrutural capazes de identificar adaptações morfológicas associadas a estas alterações. A ultrassonografia musculoesquelética (US-ME), através da medição da espessura muscular, tem sido sugerida como uma ferramenta acessível e válida para detetar adaptações decorrentes da sobrecarga funcional e identificar alterações associadas a lesões por gestos repetitivos (Bailey et al., 2015; Manske et al., 2015). Embora não substituam a análise tridimensional ou eletromiográfica, as medições ultrassonográficas podem refletir variações morfológicas regionais associadas a adaptações musculares decorrentes dos gestos desportivos em modalidades *overhead*, constituindo um recurso útil para identificar alterações estruturais localizadas (Bailey et al., 2015; Koppenhaver et al., 2015; Manske et al., 2015; Zhang et al., 2024).



No seguimento destas alterações, as lesões mais prevalentes que afetam o complexo do ombro nos jogadores de voleibol incluem a síndrome da coifa dos rotadores, lesões do labrum, síndromes de *impingement* e neuropatia do nervo supraescapular (Young et al., 2023). A compreensão destas lesões exige considerar as exigências mecânicas impostas pelo gesto desportivo, especialmente nestes atletas *overhead*, nos quais a repetição constante de movimentos acima da cabeça, como o remate e o serviço, associada à elevada carga mecânica imposta durante a sua execução, submete o complexo articular do ombro a níveis elevados de stress mecânico, resultando em microtraumatismos cumulativos (Cools et al., 2015; Escamilla & Andrews, 2009).

Entre as alterações associadas a esta sobrecarga mecânica, destaca-se uma condição frequentemente negligenciada na prática clínica, mas de elevado impacto funcional: a atrofia isolada do infraespinhoso (IE), com uma prevalência entre os 12,5% e 34% (Challoumas et al., 2017), e cuja origem tem sido frequentemente associada à neuropatia do nervo supraescapular, particularmente ao nível da incisura espinoglenóide, no caso dos jogadores de voleibol (Coraci et al., 2017; Reeser et al., 2012). Esta neuropatia tem sido descrita como uma consequência das posições repetidas de abdução e RE do ombro durante a fase de armar o braço do gesto desportivo, que favorecem microtraumatismos e tração cumulativa do nervo, especialmente em atletas que possa ter uma predisposição anatómica (Miura et al., 2019; Reeser et al., 2012). Do ponto de vista funcional, esta condição afeta não apenas o trabalho concêntrico do IE enquanto rotador externo, mas também a sua ativação excêntrica (Contemori & Biscarini, 2018). Além disso, compromete o controlo proprioceptivo e sensório-motor e reduz a sua capacidade de contribuir ativamente para a estabilização posterior da cabeça do úmero contra forças de translação anterior, impactando negativamente a estabilidade glenoumeral e o desempenho em tarefas de precisão e potência (Contemori & Biscarini, 2017; Escamilla & Andrews, 2009; Neumann, 2024). Esta condição, frequentemente assintomática, pode passar despercebida na avaliação clínica convencional e na performance percebida pelos atletas, mas comprometer significativamente a estabilidade e o desempenho funcional do ombro dominante. Défices na função do IE ou a sua atrofia podem comprometer uma biomecânica articular segura e a eficiência do gesto técnico desportivo, aspeto de particular relevância no voleibol, sobretudo na execução do remate.

O gesto de remate no voleibol pode ser dividido em várias fases biomecânicas: preparação (*wind-up*), caracterizada pela RE e extensão do ombro; armar o braço (*cocking*), onde é atingido o pico de abdução e RE; aceleração do braço, com rápida RI e extensão do cotovelo; o contacto com a bola; e a desaceleração e o *follow through*, marcada por contrações excêntricas para travar o membro superior (Escamilla & Andrews, 2009). No contexto da atrofia do IE, a redução da força de RE pode afetar negativamente o



equilíbrio muscular e o controlo excêntrico da RI, um componente essencial durante a fase de desaceleração e *follow through* do remate no voleibol (Neumann, 2024; Escamilla & Andrews, 2009). Ao contribuir ativamente para a RE e para estabilização posterior da cabeça do úmero contra forças de translação anterior (presentes em posições extremas de RE com abdução), o IE também desempenha um papel determinante na transição entre a fase de preparação e a aceleração (Escamilla & Andrews, 2009; Neumann, 2024). Esta função do IE confirma que a sua integridade funcional é crucial para preservar uma biomecânica articular segura e otimizar a eficiência do remate, reforçando o impacto potencial da sua atrofia. Assim, é essencial reconhecer que as alterações no complexo articular do ombro não só influenciam o risco de lesão, mas também impactam o desempenho desportivo.

Apesar da elevada prevalência de lesões do ombro em atletas *overhead*, e em particular no voleibol, a literatura disponível é limitada quanto à análise conjunta da força dos rotadores e da espessura muscular avaliada por US-ME, o que reforça a relevância deste trabalho. Tendo em conta este enquadramento, o presente estudo propõe-se analisar e comparar as espessuras do ventre muscular do IE, supraespinhoso (SE) e redondo menor (RMen), avaliadas US-ME, bem como a força dos rotadores internos e externos do ombro, em regime isocinético concêntrico e isométrico, entre atletas de voleibol com e sem atrofia do IE. Hipotetiza-se que atletas com atrofia apresentem uma menor espessura muscular do IE (Rubin, 2020; Sofka et al., 2004), acompanhada por défices de força dos rotadores externos, desequilíbrios entre membros, maior tempo de desaceleração e rácios agonista/antagonista alterados (Challoumas & Dimitrakakis, 2017; Neumann, 2024).



2. Métodos

2.1. Desenho de estudo

O presente estudo recorreu a uma metodologia quantitativa e é do tipo observacional analítico transversal.

A recolha de dados decorreu em dois momentos distintos. No primeiro momento, os participantes assinaram o consentimento informado (Anexo 1), preencheram um questionário de caracterização (Anexo 2) e realizaram a avaliação isocinética nos laboratórios da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP). No segundo momento, foi efetuada a recolha ultrassonográfica nas instalações da Escola Superior de Saúde do Politécnico do Porto (ESS-IPP) ou, quando necessário, no clube desportivo do atleta, mediante deslocação do especialista. A elaboração do estudo seguiu as recomendações da Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE).

2.2. Participantes

A população alvo deste estudo corresponde a atletas de voleibol de alto rendimento. A amostra foi constituída por atletas de voleibol de ambos os sexos que cumpriam os seguintes critérios de inclusão fundamentais: atletas seniores a participar na primeira divisão nacional de competições oficiais da Federação Portuguesa de Voleibol, de equipas sediadas na região norte do país, que se voluntariaram para participar. O recrutamento foi realizado por contacto telefónico direto com os atletas, excluindo-se aqueles que cumprissem os seguintes critérios: ter sido submetidos a cirurgia no complexo articular do ombro ou do cotovelo, ou apresentar dor no momento da avaliação, em repouso ou durante a realização da avaliação.

Após constituída a amostra final para o presente estudo, foram definidos dois grupos independentes: atletas sem atrofia visual do IE (SAVI) e atletas com atrofia visual do IE (AVI).

2.3. Considerações Éticas

O Comité de Ética da FADEUP concedeu aprovação ética para a realização deste estudo, sob o código CEFAD 06.2018 (Anexo 3). Os indivíduos participaram voluntariamente no estudo e assinaram o consentimento informado previamente à sua realização, garantindo o anonimato e a confidencialidade dos dados.



2.4. Procedimentos

O processo de avaliação iniciou-se com a aplicação de um questionário composto por duas partes: a primeira destinada à recolha de dados biológicos, desportivos e do historial de lesões, e a segunda correspondente à versão portuguesa da escala *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand* (DASH), incluindo o módulo suplementar para atividades desportivas. Procedeu-se à avaliação ultrassonográfica da espessura muscular, realizada em posições padronizadas e recorrendo a referências anatómicas específicas para cada músculo. Os atletas foram ainda submetidos à avaliação isocinética e isométrica da força dos rotadores glenoumerais, de acordo com protocolos descritos na evidência. A avaliação ultrassonográfica da espessura muscular e a determinação da força dos rotadores glenoumerais, através de testes isocinéticos e isométricos, foram realizadas em momentos temporais distintos. Finalmente, definiram-se os procedimentos estatísticos utilizados para o tratamento e análise dos dados.

2.4.1. Dados biológicos, desportivos e historial de lesões

A recolha dos dados referentes às características biológicas, historial desportivo e antecedentes de lesão/patologias foi realizada através de um questionário estruturado, desenvolvido especificamente para este estudo (Anexo 2). O preenchimento foi efetuado de forma individual e presencial, antes do início das avaliações físicas e imagiológicas, mediante acompanhamento por um membro da equipa de investigação, de modo a garantir a compreensão dos itens e a uniformidade das respostas. O questionário incluiu itens relativos a variáveis demográficas, tais como idade, peso, altura e lateralidade do membro superior dominante, e ainda informações complementares sobre a prática desportiva. Para uniformizar a análise, ao longo do presente estudo, foram utilizados os termos “membro dominante” e “membro não dominante” para identificar os lados avaliados em cada participante. O membro dominante foi definido como aquele correspondente ao braço preferencialmente utilizado pelo atleta para a execução dos gestos técnicos do serviço e do remate. No grupo AVI, a atrofia encontrava-se consistentemente no membro dominante, pelo que este também foi considerado como o lado afetado nas respetivas análises.

Relativamente ao historial de lesões, os participantes foram questionados quanto à ocorrência prévia de lesões/patologias, especificando posteriormente lesões no membro superior e de caráter musculoesquelético.



2.4.2. Escala DASH

Após a recolha dos dados iniciais, os participantes preencheram a versão portuguesa da escala DASH, bem como o módulo suplementar destinado a atividades desportivas.

A DASH é composta por 30 itens que avaliam sintomas e limitações funcionais do membro superior em atividades do dia a dia. Cada item é avaliado numa escala de 1 ("nenhuma dificuldade") a 5 ("incapaz"), sendo posteriormente calculado um *score* global transformado numa escala de 0 a 100, em que valores mais altos correspondem a uma maior incapacidade do membro superior. O módulo suplementar é constituído por 4 itens específicos para atividades desportivas, também cotados de 1 a 5, permitindo obter igualmente um *score* de 0 a 100. Estas ferramentas permitiram quantificar, de forma padronizada, a presença de sintomas auto-reportados e possíveis limitações funcionais ao nível do membro superior, com foco no contexto desportivo.

A versão portuguesa da DASH apresenta validade demonstrada para a população portuguesa (Santos & Gonçalves, 2006).

2.4.3. Identificação de presença de atrofia visual do IE

Os atletas de voleibol eram identificados como tendo atrofia do IE se apresentassem atrofia muscular significativa e reconhecível durante a avaliação visual posterior do ombro, caracterizada por uma depressão ou perda de volume de tecidos moles inferior à espinha da escápula, na fossa infraespinhosa, visivelmente diferente do membro contralateral (Cummins et al., 2004; Ferretti et al., 1987). Essa inspeção visual foi executada por um fisioterapeuta com mais de 20 anos de experiência na área da fisioterapia musculoesquelética e na modalidade de voleibol.

2.4.4. Avaliação ultrassonográfica da espessura muscular

A avaliação foi realizada com recurso ao ecógrafo GE LOGIQ, em modo B, e ao transdutor linear R8 L4-12t (8–13 MHz; GE HealthCare, Estados Unidos da América). Durante o procedimento, os atletas foram posicionados em decúbito ventral, com 90° de abdução do ombro, o membro superior suspenso fora da mesa de exame (Koppenhaver et al., 2015), e em posição neutra de rotação glenoumeral. Para uniformizar a recolha de imagens entre atletas e entre lados, foram usadas referências ósseas previamente descritas na literatura (Kim et al., 2019; Lee et al., 2023; Schneebeli et al., 2014; Yuri et al., 2021) para a localização e medição da espessura dos ventres musculares, e posteriormente desenhadas linhas de referência, para o posicionamento do transdutor do ultrassom. As referências ósseas (Tabela 1)

foram localizadas pelo mesmo fisioterapeuta especialista previamente descrito, confirmadas por meio de imagem ultrassonográfica (Kang et al., 2022) e posteriormente marcadas na pele, permitindo que a escápula fosse delineada. Por fim, um segundo fisioterapeuta, com experiência de 5 anos no uso de US-ME com aplicabilidade clínica, recolheu as imagens e medições.

Tabela 1: Referências anatómicas para demarcação das estruturas e das linhas de referência.

Referências ósseas	Estruturas marcadas	Referências para as linhas
Ângulo posterior do acrômio; Ângulo inferior da escápula; Raíz da espinha da escápula.	Bordo medial da escápula; Espinha da escápula; Linha que une o ângulo posterior do acrômio e ao ângulo inferior.	Ponto médio do bordo medial da escápula; Ponto médio da espinha da escápula; Linha com origem no ponto médio do bordo medial e lateral paralela a espinha da omoplata.

Utilizando as referências ósseas, foram desenhadas linhas e marcados os seus pontos médios para identificação da posição do transdutor (Ueda et al., 2022) (Figura 1).

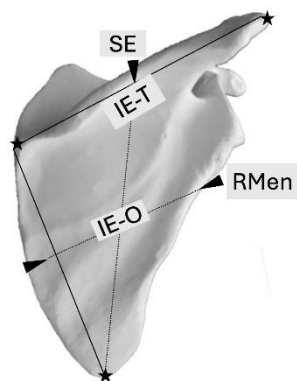


Figura 1: Linhas de referência para a localização e medição das espessuras musculares (ilustração dos autores).

Legenda. SE - supraespinhoso; IE-T - porção transversa do infraespinhoso; IE-O - porção oblíqua do infraespinhoso; RMen - redondo menor.

A espessura do ventre muscular foi avaliada no local de colocação do transdutor, com as medidas realizadas ao centro da imagem recolhida (Ueda et al., 2022). Os dados foram adquiridos num estado muscular neutro e relaxado.

Para obter a imagem do SE, o transdutor foi posicionado imediatamente superior à espinha da escápula (Strobel et al., 2005), ao nível do seu ponto médio (Miura et al., 2019; Ueda et al., 2022) (Figura 2A). A espessura do IE foi avaliada em duas localizações distintas, correspondentes a regiões anatómicas previamente descritas na literatura como porções transversa e oblíqua (Kato et al., 2012). A identificação



destas porções baseou-se em estudos anatómicos e de imagem, que sugerem uma compartimentalização funcional do músculo. Para a medição da porção transversa, o transdutor foi posicionado imediatamente abaixo da espinha da escápula, ao nível do ponto médio (Miura et al., 2019; Strobel et al., 2005; Ueda et al., 2022) (Figura 2B). Para a porção oblíqua, o transdutor foi colocado na interseção das linhas que ligam o ponto médio da espinha da escápula e o ponto médio do bordo medial (Miura et al., 2019; Ueda et al., 2022) (Figura 2C). Por fim, para obter a imagem do RMen, o transdutor foi posicionado ao nível do ponto médio entre o ângulo acromial e o ângulo inferior da escápula (Ueda et al., 2022) (Figura 2D).

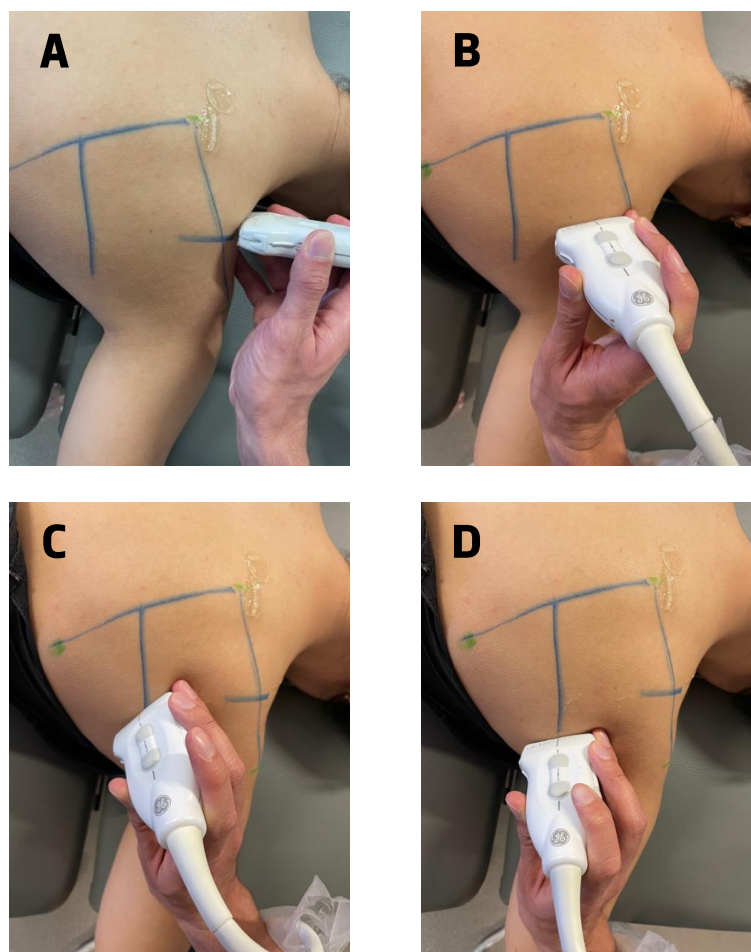


Figura 2: Posicionamento para recolha da imagem ultrassonográfica de cada músculo avaliado: (A) supraespinhoso; (B) infraespinhoso, porção transversa; (C) infraespinhoso, porção oblíqua; (D) redondo menor.

As imagens obtidas foram arquivadas e posteriormente analisadas com ImageJ Analysis Software (National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, Estados Unidos da América). A espessura do ventre muscular foi quantificada utilizando o mesmo programa. Cada imagem recolhida apresentava uma escala de 1 cm, que foi utilizada como referência para a conversão dos píxeis da imagem em unidades



métricas, permitindo assim o cálculo da espessura do ventre muscular em cada imagem e para cada músculo. Cada medição foi efetuada três vezes sendo o valor usado a média dessas medições.

2.4.5. Avaliação da força dos rotadores glenomeriais

A avaliação da força dos rotadores da articulação glenoumeral foi realizada utilizando o Biodex System 4 Pro (Biodex Inc., Estados Unidos da América) e o software Biodex Medical System, versão 2.62. Os atletas foram posicionados e estabilizados de acordo com as diretrizes do fabricante para os movimentos de rotação lateral e medial, com a articulação do ombro posicionada no plano escapular (45° de abdução) (Cools et al., 2005; Edouard et al., 2013). O cotovelo foi mantido apoiado a 90° de flexão, com o antebraço e o punho em posição neutra (David et al., 2000; Edouard et al., 2013), e a articulação glenoumeral alinhada com o eixo do dinamómetro. O ângulo zero de rotação foi definido com o ombro a 0° de RE e RI (Mandalidis et al., 2001). Foi realizado um processo de familiarização com cinco repetições submáximas (Cools et al., 2005; Cools et al., 2007; Wang et al., 2000) em cada velocidade angular (Edouard et al., 2013). Neste momento, foi também determinado o arco de movimento passivo confortável de RI e RE, que permitiu a aquisição das amplitudes de movimento (ADM) de RE, RI e total de cada atleta. Durante a avaliação isométrica e isocinética concêntrica, os participantes receberam incentivo verbal, mas não foi fornecido feedback visual (Edouard et al., 2013).

O protocolo isocinético concêntrico consistiu na execução de 5 repetições máximas de rotação glenoumeral externa e interna, às velocidades de 60°/s e 120°/s, utilizando a maior ADM atingível pelo atleta (Cools et al., 2005; Edouard et al., 2013). Foi concedido um descanso com a duração de 2 minutos entre velocidades (Edouard et al., 2013).

Por sua vez, na avaliação isométrica, cada atleta executou 3 repetições máximas de rotação glenoumeral externa e interna isométrica, em 3 posições diferentes: 0°, 15° e 30° de rotação glenoumeral externa (Zanca et al., 2013). Os três ciclos de contrações foram executados com 15 segundos de intervalo. A contração isométrica durou 5 segundos, iniciando-se com RE, um descanso de 5 segundos, seguido pela RI. Existiu um minuto de pausa entre cada posição testada (Zanca et al., 2013).

Os dados recolhidos foram posteriormente exportados através do Multi Joint Export Utility version 1.0.0.4, como um ficheiro de base de dados Excel. Foram extraídas variáveis de pico de torque, de trabalho, temporais (tempo de aceleração e desaceleração), rácios agonista/antagonista e ADMs. As variáveis que resultaram em valores de pico de torque foram normalizadas consoante a massa dos participantes, e expressas como percentagem da massa corporal.



2.4.6. Procedimentos Estatísticos

Os procedimentos estatísticos foram realizados com recurso ao software Statistical Package for the Social Sciences (IBM SPSS Statistics, versão 28.0.0.0; IBM Corp., Estados Unidos da América).

Antes da aplicação dos testes estatísticos, foram calculadas duas variáveis derivadas no SPSS, correspondentes aos rácios entre membros de espessura muscular (dominante/não dominante), expressos em percentagem, e aos índices de assimetria entre membros, também em percentagem, obtidos segundo a fórmula utilizada por Hadzic et al. (2014):

$$1-(\textit{n\~{a}o dominante} \div \textit{dominante}).$$

Prosseguindo, a análise estatística iniciou-se com a aplicação do teste de Shapiro-Wilk, utilizado para verificar a normalidade da distribuição das variáveis. Para a estatística descritiva, a única variável categórica (sexo) foi apresentada em frequência absoluta e relativa (percentagem), enquanto as variáveis contínuas foram descritas como média e desvio padrão quando apresentaram distribuição normal, ou como mediana e percentis 25 e 75, quando apresentaram distribuição não normal. A estatística inferencial, as comparações entre os dois grupos independentes foram realizadas com o teste T para amostras independentes ou com o teste de Mann-Whitney, consoante a distribuição fosse normal ou não, respetivamente. A variável categórica referente ao sexo foi comparada através do teste do Qui-quadrado. Em todas as análises foi considerado um nível de significância de 5%, com intervalos de confiança de 95%.



3. Resultados

3.1. Participantes

O presente estudo avaliou um total de 29 indivíduos, com idades entre os 17 e os 40 anos e experiência competitiva entre 7 e 35 anos. Os participantes foram divididos em dois grupos independentes com base na presença ou ausência de atrofia visual do IE (grupo AVI – com atrofia visual do infraespínho – e grupo SAVI – sem atrofia visual do infraespínho). O grupo AVI incluiu 10 atletas, enquanto o grupo SAVI contou com 19 atletas. O processo de recrutamento e constituição da amostra encontra-se representado na Figura 3.

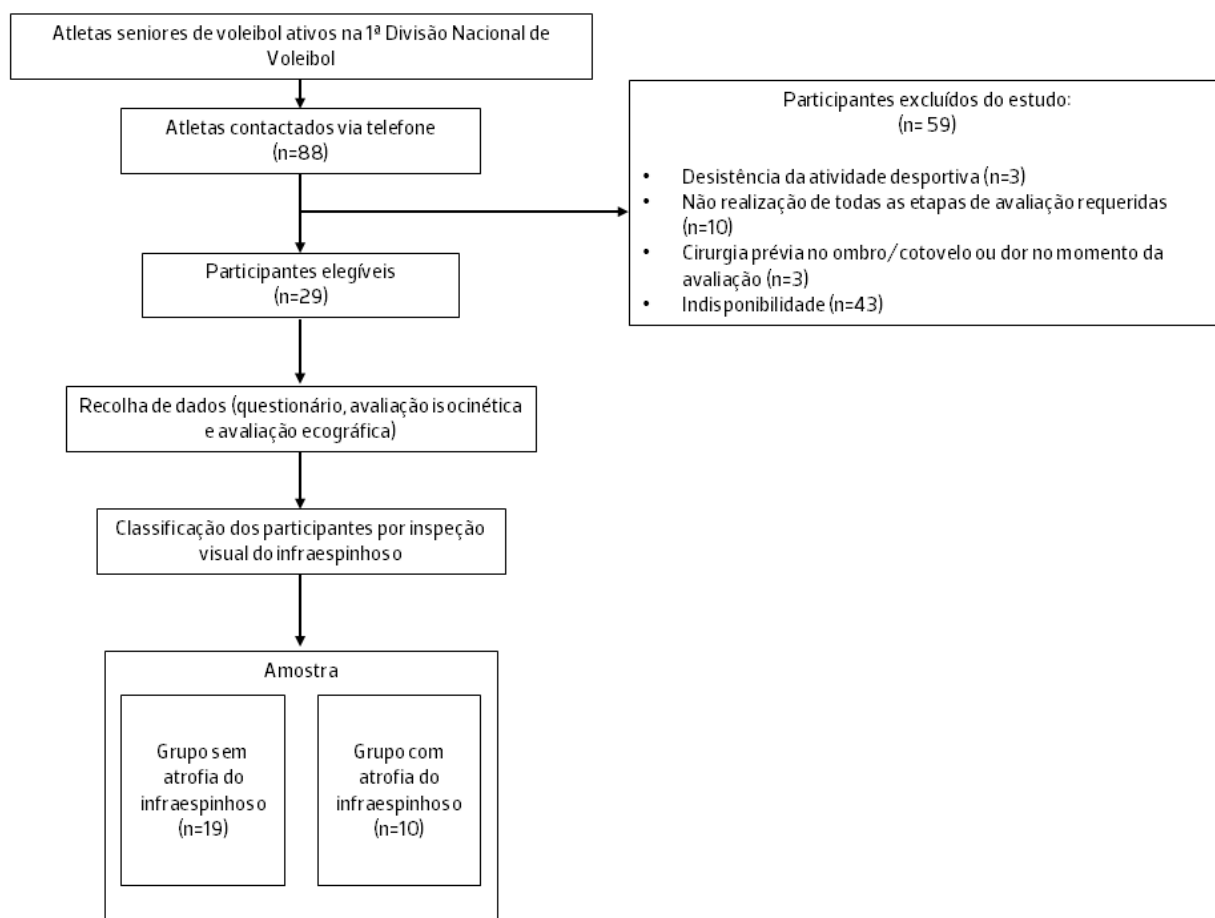


Figura 3: Fluxograma do processo de amostragem.

Após definida a amostra em estudo e a respetiva divisão, foram analisadas as principais características demográficas, biológicas e desportivas dos participantes, de forma a verificar a comparabilidade entre os grupos (Tabela 2).



Tabela 2: Caracterização da amostra e comparação entre grupos.

		SAVI (n=19)	AVI (n=10)	Valor p
Sexo (M/F)		6 (68,4%) / 13 (31,6%)	5 (50%) / 5 (50%)	0,331
Idade (anos)		24,58 ± 6,05	24,60 ± 4,27	0,563
Massa corporal (kg)		69,76 ± 10,82	78,25 ± 13,13	0,073
Altura (m)		1,77 ± 0,07	1,80 ± 0,12	0,429
IMC (kg/m ²)		22,39 [20,64:23,81]	24,06 [22,86:25,32]	0,031*
Anos de prática (anos)		15,05 ± 6,85	15,60 ± 4,53	0,822
Prática de outras modalidades (anos)		4,38 ± 2,53	4,13 ± 1,89	0,958
DASH (%)		7,67 ± 8,83	5,17 ± 4,61	0,811
DASHSPORT (%)		10,53 ± 16,54	13,75 ± 23,16	0,765
Dominante	RE passiva (°)	89,00 ± 12,93	91,60 ± 16,08	0,640
	RI passiva (°)	28,37 ± 11,81	26,00 ± 7,27	0,569
	ADM total (°)	115,74 ± 13,85	117,45 ± 15,36	0,763
Não Dominante	RE passiva (°)	85,90 ± 10,90	82,3 ± 21,27	0,626
	RI passiva (°)	24,53 ± 10,06	22,8 ± 8,97	0,653
	ADM total (°)	110,27 ± 9,87	105,22 ± 21,10	0,488

Legenda. SAVI – grupo sem atrofia visual do infraespinhoso; AVI – grupo com atrofia visual do infraespinhoso; M – sexo masculino; F – sexo feminino; ADM – amplitude de movimento; RE – rotação externa; RI – rotação interna; *p < 0.05 (Teste de Mann Whitney); **p < 0.05 (Teste T para amostras independentes); ***p < 0.05 (Teste do Qui Quadrado).

Nota. Os dados são apresentados como média ± desvio-padrão, mediana [P25–P75] ou frequência absoluta e percentagem, conforme a natureza da variável.

Os dois grupos não apresentaram diferenças significativas entre si, exceto no índice de massa corporal (IMC), que foi significativamente maior no grupo AVI (p=0,031). Esta diferença não compromete a comparabilidade dos grupos, uma vez que as variáveis de pico de torque, que poderiam ser influenciadas por este fator, foram normalizadas pelo peso corporal.

3.2. Avaliação ultrassonográfica das espessuras musculares

Não se verificaram diferenças significativas entre os grupos nas variáveis referentes à espessura muscular dos músculos SE, IE e RMen (p>0,05) (Figura 4).

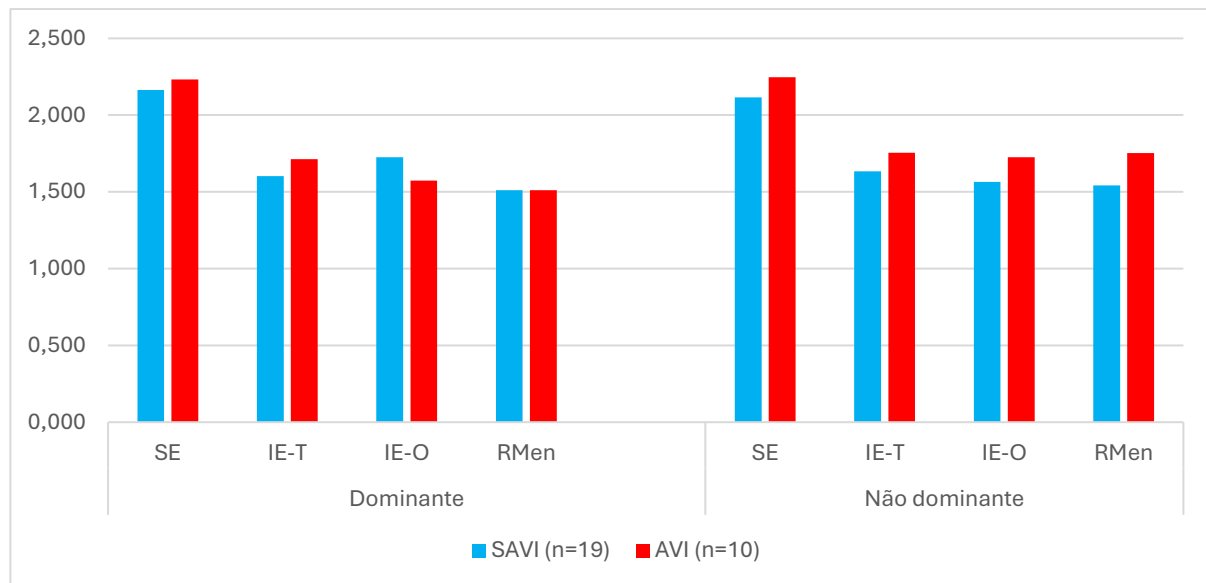


Gráfico 1: Comparação das espessuras musculares entre grupos (cm).

Legenda. SAVI - Grupo sem atrofia visual do infraespinhoso; AVI - grupo com atrofia visual do infraespinhoso; SE - supraespinhoso; IE-T - porção transversa do IE; IE-O - porção transversa do IE; RMen - redondo menor.

Também foram calculados os rácios de espessura muscular entre membros para cada músculo avaliado (Figura 5). Apesar de não se terem verificado diferenças significativas entre os grupos, observa-se um maior rácio na porção oblíqua do IE no grupo SAVI (119,6%), sugerindo uma maior espessura no membro dominante em comparação com o não dominante.

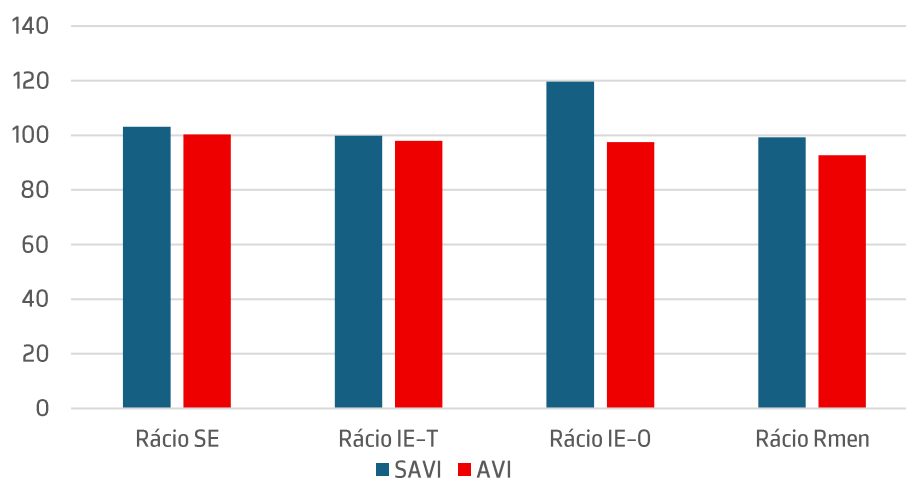


Gráfico 2: Rácios de Espessura Muscular entre Membro Dominante e Não Dominante (em percentagem).

Legenda. SAVI - Grupo sem atrofia visual do infraespinhoso; AVI - grupo com atrofia visual do infraespinhoso; SE - supraespinhoso; IE-T - porção transversa do IE; IE-O porção transversa do IE; RMen - redondo menor.



3.3 Avaliação da força isocinética concêntrica dos rotadores glenoumeral

3.3.1 Variáveis de pico de torque

Na avaliação das variáveis de torque concêntrico dos rotadores do ombro (Tabela 3) não se verificaram diferenças significativas entre os grupos SAVI e AVI, tanto à velocidade de 60°/s como a 120°/s.

Tabela 3: Comparação das variáveis de torque concêntrico entre grupos .

		Variáveis	60°/s			120°/s		
			SAVI (n=19)	AVI (n=10)	p	SAVI (n=19)	AVI (n=10)	p
		Nm/kg						
Dominante	RE	Pico de torque	44,02 ± 10,68	44,92 ± 9,02	0,823	46,17 ± 10,67	46,53 ± 10,22	0,930
		Valor médio do pico de torque	41,02 ± 10,046	41,46 ± 9,82	0,911	42,64 ± 9,64	42,76 ± 9,33	0,975
	RI	Pico de torque	56,04 ± 15,32	62,50 ± 19,27	0,332	57,06 ± 15,62	65,31 ± 23,05	0,328
		Valor médio do pico de torque	51,01 ± 14,03	57,47 ± 19,23	0,363	52,96 ± 14,98	61,09 ± 21,57	0,244
Não Dominante	RE	Pico de torque	42,14 ± 12,01	39,85 ± 8,15	0,595	43,45 ± 12,61	40,20 ± 9,47	0,482
		Valor médio do pico de torque	39,28 ± 10,40	37,38 ± 7,87	0,616	40,16 ± 11,34	35,67 ± 7,82	0,274
	RI	Pico de torque	52,06 ± 16,01	57,81 ± 21,84	0,424	53,30 ± 16,25	58,38 ± 19,59	0,462
		Valor médio do pico de torque	47,71 ± 14,72	52,63 ± 19,66	0,453	49,36 ± 15,23	51,52 ± 18,58	0,739
		Nm						
Défices	RE	Pico de torque	1,07 ± 3,65	3,90 ± 4,93	0,090	1,71 ± 4,54	4,83 ± 5,51	0,114
	RI	Pico de torque	2,78 ± 7,09	3,56 ± 6,80	0,777	2,76 ± 6,95	5,92 ± 7,28	0,262
		%						
Assimetria	RE	Pico de torque	4,52 ± 13,81	10,71 ± 13,09	0,253	6,47 ± 14,24	12,83 ± 15,74	0,208
	RI	Pico de torque	6,62 ± 17,33	8,59 ± 14,63	0,764	5,77 ± 17,68	9,80 ± 8,49	0,504

Legenda. SAVI – grupo sem atrofia visual do infraespinhoso; AVI – grupo com atrofia visual do infraespinhoso; RE – rotação externa; RI – rotação interna; * p < 0,05 (Teste T para amostras independentes); ** p < 0,05 (Teste de Mann-Whitney).

Nota. Os dados são apresentados como média ± desvio-padrão.

3.3.2 Variáveis de trabalho

Na análise das variáveis de trabalho (Tabela 4), o déficit entre membros do trabalho da melhor repetição realizada e do trabalho total foi significativamente maior no grupo AVI durante a RI a 60°/s (p=0,021 e p=0,034, respetivamente). À velocidade de 120°/s, o déficit entre membros do trabalho total durante a



RE também foi significativamente superior no grupo AVI, em comparação ao grupo SAVI ($p=0,044$). As restantes variáveis não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre grupos.

Tabela 4: Comparação das variáveis de trabalho entre grupos.

Variáveis		60°/s			120°/s			
		SAVI (n=19)	AVI (n=10)	p	SAVI (n=19)	AVI (n=10)	p	
J/kg								
Dominante	RE	Trabalho da melhor repetição	43,57 ± 12,82	51,25 ± 16,78	0,180	44,32 ± 13,88	51,02 ± 16,57	0,257
		Trabalho total	199,07 ± 57,55	236,40 ± 83,25	0,167	201,31 ± 62,84	234,70 ± 77,49	0,220
	RI	Trabalho da melhor repetição	58,56 ± 18,23	79,13 ± 35,53	0,113	59,58 ± 20,89	79,48 ± 38,53	0,155
		Trabalho total	265,69 ± 81,52	359,77 ± 173,11	0,132	273,39 ± 98,21	371,81 ± 181,92	0,138
Não Dominante	RE	Trabalho da Melhor repetição	42,30 ± 15,67	43,72 ± 12,77	0,807	41,68 ± 15,42	41,99 ± 12,01	0,957
		Trabalho total	193,61 ± 71,51	206,88 ± 59,58	0,620	191,10 ± 70,94	181,40 ± 46,45	0,700
	RI	Trabalho da melhor repetição	56,79 ± 23,62	65,36 ± 30,87	0,411	56,49 ± 22,71	64,29 ± 26,52	0,414
		Trabalho total	256,92 ± 106,45	304,32 ± 153,60	0,337	259,90 ± 106,95	281,15 ± 121,28	0,631
J								
Défices	RE	Trabalho da melhor repetição	1,28 ± 8,80	7,53 ± 10,93	0,247	2,63 ± 8,46	9,03 ± 9,81	0,078
		Trabalho total	5,20 ± 38,72	29,52 ± 50,11	0,228	10,21 ± 42,21	53,30 ± 68,16	0,044*
	RI	Trabalho da melhor repetição	1,77 ± 12,69	13,77 ± 12,11	0,021*	3,09 ± 10,16	15,19 ± 17,73	0,069
		Trabalho total	8,77 ± 55,38	55,45 ± 49,97	0,034*	13,49 ± 49,09	90,66 ± 103,21	0,056
%								
Assimetria	RE	Trabalho da melhor repetição	3,93 ± 20,39	11,95 ± 22,45	0,339	6,49 ± 17,99	14,76 ± 21,84	0,284
		Trabalho total	3,99 ± 19,65	9,28 ± 22,80	0,519	5,66 ± 19,83	17,42 ± 28,26	0,202
	RI	Trabalho da melhor repetição	4,66 ± 21,31	16,72 ± 15,13	0,125	5,30 ± 15,84	14,03 ± 19,55	0,204
		Trabalho total	5,04 ± 20,59	14,77 ± 15,82	0,204	5,12 ± 16,24	18,67 ± 21,14	0,065

Legenda. SAVI - grupo sem atrofia visual do infraespinhoso; AVI - grupo com atrofia visual do infraespinhoso; RE - rotação externa; RI - rotação interna; * $p < 0,05$ (Teste T para amostras independentes); ** $p < 0,05$ (Teste de Mann-Whitney).

Nota. Os dados são apresentados como média ± desvio-padrão.

A análise do trabalho efetuado no primeiro e último terço da amplitude de movimento (Tabela 5) não demonstrou diferenças significativas entre os grupos, em nenhuma das velocidades testadas.



Tabela 5: Comparação das variáveis de trabalho no primeiro e último terço da amplitude de movimento entre grupos.

		J/kg	60°/s			120°/s		
			SAVI (n=19)	AVI (n=10)	p	SAVI (n=19)	AVI (n=10)	p
Dominante	RE	Trabalho do 1.º terço	67,43 ± 19,13	82,80 ± 32,30	0,191	70,37 ± 22,21	82,13 ± 26,68	0,217
		Trabalho do último terço	64,14 ± 19,96	72,09 ± 24,55	0,354	61,25 ± 19,59	71,90 ± 25,24	0,219
	RI	Trabalho do 1.º terço	94,13 ± 31,26	129,60 ± 59,54	0,105	98,03 ± 36,92	134,81 ± 65,31	0,125
		Trabalho do último Terço	73,06 ± 26,04	105,90 ± 55,33	0,103	82,93 ± 31,03	113,88 ± 56,40	0,133
Não Dominante	RE	Trabalho do 1.º terço	67,44 ± 22,37	73,89 ± 20,89	0,457	69,29 ± 25,89	56,31 ± 19,06	0,175
		Trabalho do último terço	61,35 ± 26,11	63,30 ± 17,55	0,834	57,78 ± 23,09	58,47 ± 16,23	0,934
	RI	Trabalho do 1.º terço	86,62 ± 36,48	106,58 ± 47,31	0,217	102,44 ± 68,94	92,90 ± 48,65	0,701
		Trabalho do último terço	82,45 ± 35,58	88,50 ± 52,31	0,715	73,65 ± 35,85	89,77 ± 39,42	0,275

Legenda. SAVI – grupo sem atrofia visual do infraespinhoso; AVI – grupo com atrofia visual do infraespinhoso; RE – rotação externa; RI – rotação interna; * p < 0,05 (Teste T para amostras independentes); ** p < 0,05 (Teste de Mann-Whitney).

Nota. Os dados são apresentados como média ± desvio-padrão.

3.3.3 Variáveis temporais

Na análise das variáveis temporais (Tabela 6), o tempo de desaceleração do membro não dominante, na RI a 120°/s, foi significativamente maior no grupo AVI (p=0,025). As restantes variáveis temporais não evidenciaram diferenças significativas entre os grupos.

Tabela 6: Comparação das variáveis de tempo até ao pico de torque e tempo de aceleração/desaceleração (ms) entre grupos.

		m/s	60°/s			120°/s		
			SAVI (n=19)	AVI (n=10)	p	SAVI (n=19)	AVI (n=10)	p
Dominante	RE	Tempo até ao pico de torque	362,63 ± 200,80	528,00 ± 645,36	0,308	385,26 ± 344,71	215,00 ± 73,52	0,051
		Tempo de aceleração	64,74 ± 21,44	64,00 ± 24,59	0,934	102,11 ± 43,54	88,00 ± 29,74	0,369
		Tempo de desaceleração	155,26 ± 93,71	204,00 ± 148,04	0,361	147,90 ± 65,71	226,00 ± 133,18	0,108
	RI	Tempo até ao pico de torque	704,21 ± 422,41	726,00 ± 362,13	0,891	420,53 ± 188,22	445,00 ± 202,50	0,748
		Tempo de aceleração	64,74 ± 25,25	67,00 ± 25,84	0,822	96,84 ± 36,83	88,00 ± 39,10	0,552
		Tempo de desaceleração	578,42 ± 808,46	416,00 ± 284,42	0,546	210,00 [140,00 : 360,00]	360,00 [195,00 : 415,00]	0,085



Não Dominante	RE	Tempo até ao pico de torque	413,68 ± 318,00	463,00 ± 224,30	0,667	347,37 ± 257,40	420,00 ± 467,43	0,591
		Tempo de aceleração	72,11 ± 19,88	74,00 ± 34,71	0,876	104,21 ± 35,95	90,00 ± 43,21	0,353
		Tempo de desaceleração	132,11 ± 61,43	187,00 ± 143,14	0,272	178,95 ± 70,94	253,00 ± 162,76	0,198
	RI	Tempo até ao pico de torque	854,74 ± 381,74	858,00 ± 497,75	0,984	518,42 ± 269,55	600,00 ± 254,91	0,437
		Tempo de aceleração	73,16 ± 29,64	70,00 ± 28,28	0,784	101,58 ± 36,25	103,00 ± 43,47	0,926
		Tempo de desaceleração	257,90 ± 147,82	391,00 ± 275,26	0,099	253,68 ± 100,34	361,00 ± 141,22	0,025*

Legenda. SAVI – grupo sem atrofia visual do infraespinhoso; AVI – grupo com atrofia visual do infraespinhoso; RE – rotação externa; RI – rotação interna; * $p < 0,05$ (Teste T para amostras independentes); ** $p < 0,05$ (Teste de Mann-Whitney).

Nota. Os dados são apresentados como média ± desvio-padrão ou mediana [P25–P75], conforme a natureza da variável.

3.3.4 Rácios musculares agonista/antagonista

Na análise dos rácios musculares agonista/antagonista (Tabela 7), verificou-se uma diferença significativa entre os grupos SAVI e AVI no membro não dominante, à velocidade de 120°/s, com valores mais baixos no grupo AVI ($p=0,012$). Nas restantes variáveis, os rácios permaneceram semelhantes entre grupos, em ambas as velocidades.

Tabela 7: Comparação dos rácios entre agonista e antagonista (%) entre grupos.

Rácio RE/RI (%)	60°/s			120°/s		
	SAVI (n=19)	AVI (n=10)	p	SAVI (n=19)	AVI (n=10)	p
Dominante	80,06 ± 12,76	75,07 ± 14,87	0,353	83,28 ± 15,25	75,80 ± 17,00	0,238
Não dominante	82,49 ± 13,03	73,730 ± 15,14	0,115	82,65 ± 10,79	71,41 ± 10,47	0,012*

Legenda. SAVI – grupo sem atrofia visual do infraespinhoso; AVI – grupo com atrofia visual do infraespinhoso; RE – rotação externa; RI – rotação interna; * $p < 0,05$ (Teste T para amostras independentes); ** $p < 0,05$ (Teste de Mann-Whitney).

Nota. Os dados são apresentados como média ± desvio-padrão.

3.4 Avaliação da força isométrica dos rotadores glenomerais

De forma global, o grupo AVI apresentou valores superiores em variáveis relacionadas com o tempo de desaceleração e nos défices entre membros, sobretudo em RI e no membro não dominante.

3.4.1 Variáveis de pico de torque

Na avaliação do torque isométrico dos rotadores do ombro, medido a 0°, 15° e 30°, não se verificaram diferenças significativas entre os grupos SAVI e AVI em nenhuma das variáveis analisadas (Tabela 8).



Tabela 8: Comparação das variáveis de torque isométrico entre grupos.

Variáveis		0°			15°			30°			
		SAVI (n=19)	AVI (n=10)	p	SAVI (n=19)	AVI (n=10)	p	SAVI (n=19)	AVI (n=10)	p	
Nm/kg											
Dominante	RE	Pico de torque	50,08 ± 12,02	53,28 ± 14,75	0,896	47,53 ± 11,04	46,56 ± 17,35	0,858	46,18 ± 10,03	44,09 ± 15,62	0,671
		Valor médio do pico de torque	21,06 ± 4,96	21,66 ± 7,60	0,804	20,09 ± 5,17	19,52 ± 7,50	0,818	19,23 ± 4,59	17,88 ± 7,04	0,550
	RI	Pico de torque	68,07 ± 14,84	74,06 ± 27,41	0,552	70,13 ± 15,30	72,67 ± 25,42	0,787	67,47 ± 15,78	71,60 ± 26,74	0,676
		Valor médio do pico de torque	28,49 ± 6,51	31,13 ± 11,55	0,537	29,06 ± 7,49	30,97 ± 11,33	0,655	28,89 ± 6,50	30,28 ± 11,43	0,740
Não Dominante	RE	Pico de torque	45,82 ± 9,58	47,30 ± 14,01	0,744	44,67 ± 9,17	43,87 ± 13,37	0,853	43,00 ± 9,21	41,00 ± 12,64	0,639
		Valor médio do pico de torque	18,99 ± 4,63	19,93 ± 6,99	0,675	18,74 ± 4,25	18,76 ± 6,29	0,992	18,32 ± 4,20	17,23 ± 6,12	0,586
	RI	Pico de torque	64,95 ± 14,96	73,17 ± 25,41	0,290	62,37 ± 16,35	76,92 ± 28,73	0,186	62,64 ± 17,29	74,98 ± 25,65	0,143
		Valor médio do pico de torque	27,33 ± 6,88	30,82 ± 10,36	0,298	26,82 ± 6,95	33,22 ± 12,58	0,183	26,62 ± 7,01	31,31 ± 11,22	0,186
Nm											
Défices	RE	Pico de torque	2,74 ± 6,34	5,14 ± 5,47	0,338	1,62 ± 6,43	2,83 ± 7,11	0,656	1,80 ± 5,23	3,03 ± 8,82	0,645
	RI	Pico de torque	2,36 ± 9,47	1,58 ± 16,38	0,873	5,30 ± 9,33	-2,88 ± 19,27	0,138	3,33 ± 9,01	-1,83 ± 20,87	0,364
%											
Rácios	RE	Pico de torque	6,10 ± 18,87	9,97 ± 15,08	0,596	3,73 ± 18,83	-7,12 ± 56,53	0,451	5,51 ± 16,35	-10,94 ± 80,17	0,558
	RI	Pico de torque	3,08 ± 17,25	-2,74 ± 26,77	0,492	10,13 ± 18,53	-9,06 ± 34,52	0,065	6,15 ± 20,96	-11,20 ± 40,93	0,146

Legenda. SAVI - grupo sem atrofia visual do infraespínho; AVI - grupo com atrofia visual do infraespínho; RE - rotação externa; RI - rotação interna; * p < 0,05 (Teste T para amostras independentes); ** p < 0,05 (Teste de Mann-Whitney).

Nota. Os dados são apresentados como média ± desvio-padrão.

3.4.2 Variáveis de tempo

No que toca às variáveis temporais na avaliação isométrica (Tabela 9), o grupo AVI apresentou um tempo de desaceleração significativamente superior no membro não dominante em RI na posição de teste a 15° (p=0,014), bem como no membro dominante em RI a 30° (p=0,022). As restantes variáveis temporais não evidenciaram diferenças significativas entre os grupos.



Tabela 9: Comparação das variáveis de tempo obtidas pela avaliação isocinética isométrica a 0, 15 e 30 graus entre grupos.

		m/s	0°			15°			30°		
			SAVI (n=19)	AVI (n=10)	p	SAVI (n=19)	AVI (n=10)	p	SAVI (n=19)	AVI (n=10)	p
Dominante	RE	Tempo até ao pico de torque	2772,63 ± 1225,47	2714,44 ± 1120,04	0,905	2629,47 ± 1439,54	2221,11 ± 1183,51	0,467	2612,63 ± 1305,21	2180,00 ± 1221,17	0,411
		Tempo de aceleração	693,16 ± 894,74	578,89 ± 384,82	0,718	428,95 ± 703,85	1044,44 ± 1675,64	0,178	295,79 ± 306,65	144,44 ± 111,03	0,068
		Tempo de desaceleração	12272,11 ± 6666,27	10255,56 ± 7897,93	0,487	15302,63 ± 4570,09	13300,00 ± 5379,50	0,315	10674,21 ± 6908,04	11027,78 ± 8474,91	0,907
	RI	Tempo até ao pico de torque	2528,42 ± 1399,25	2300,00 ± 1131,61	0,673	2222,63 ± 1120,79	1873,33 ± 784,57	0,409	2238,95 ± 1210,28	1917,78 ± 1243,82	0,521
		Tempo de aceleração	567,37 ± 965,98	194,44 ± 141,87	0,264	427,90 ± 488,79	258,88 ± 493,01	0,402	180,00 ± 148,89	252,22 ± 194,47	0,287
		Tempo de desaceleração	1466,84 ± 1582,07	1644,44 ± 1856,11	0,795	2261,58 ± 1561,36	3183,33 ± 1624,35	0,162	2231,58 ± 1387,805	3452,22 ± 1769,47	0,022*
Não Dominante	RE	Tempo até ao pico de torque	2529,47 ± 951,99	3216,67 ± 1126,07	0,104	2670,00 ± 1278,28	2060,00 ± 1504,34	0,467	2618,42 ± 1380,67	3244,44 ± 1262,39	0,261
		Tempo de aceleração	609,47 ± 633,43	404,44 ± 493,79	0,401	620,00 ± 703,11	362,22 ± 302,77	0,187	407,90 ± 447,47	352,22 ± 441,30	0,760
		Tempo de desaceleração	13281,05 ± 5427,05	12622,22 ± 4558,72	0,756	11166,32 ± 6511,95	12000,00 ± 7341,22	0,764	14851,58 ± 2179,26	10060,00 ± 8230,80	0,122
	RI	Tempo até ao pico de torque	2333,16 ± 1241,34	2404,44 ± 1128,98	0,650	2307,37 ± 1313,97	2301,11 ± 1182,37	0,990	2438,42 ± 1434,19	2810,00 ± 1421,88	0,527
		Tempo de aceleração	332,11 ± 374,83	423,33 ± 314,40	0,534	296,84 ± 254,36	284,44 ± 189,61	0,898	463,68 ± 854,07	211,11 ± 183,47	0,393
		Tempo de desaceleração	1581,58 ± 1367,56	2756,67 ± 1319,64	0,068	1737,37 ± 1661,48	3466,67 ± 1526,37	0,014*	1907,90 ± 1678,07	2482,22 ± 1984,22	0,432

Legenda. SAVI – grupo sem atrofia visual do infraespinhoso; AVI – grupo com atrofia visual do infraespinhoso; RE – rotação externa; RI – rotação interna; * p < 0,05 (Teste T para amostras independentes); ** p < 0,05 (Teste de Mann-Whitney).

Nota. Os dados são apresentados como média ± desvio-padrão.

3.4.3 Rácios musculares agonista/antagonista

Na análise dos rácios musculares agonista/antagonista durante a avaliação isométrica, não se verificaram diferenças significativas entre os grupos SAVI e AVI em nenhuma das posições (Tabela 10).

Tabela 10: Comparação dos rácios entre agonista e antagonista (%) entre grupos, durante a avaliação isocinética isométrica.

Rácio RE/RI (%)	0°			15°			30°		
	SAVI (n=19)	AVI (n=10)	p	SAVI (n=19)	AVI (n=10)	p	SAVI (n=19)	AVI (n=10)	p
Dominante	74,26 ± 13,87	74,76 ± 11,49	0,926	69,11 ± 15,35	63,92 ± 14,62	0,405	69,90 ± 13,49	62,64 ± 16,62	0,228
Não Dominante	71,91 ± 11,98	68,03 ± 17,11	0,493	73,94 ± 13,72	61,74 ± 20,08	0,070	71,44 ± 16,12	58,78 ± 20,32	0,086

Legenda. SAVI – grupo sem atrofia visual do infraespinhoso; AVI – grupo com atrofia visual do infraespinhoso; RE – rotação externa; RI – rotação interna; * p < 0,05 (Teste T para amostras independentes); ** p < 0,05 (Teste de Mann-Whitney).

Nota. Os dados são apresentados como média ± desvio-padrão.



4. Discussão

Apesar da ausência de diferenças significativas no que toca às espessuras musculares e às variáveis de pico de torque, os resultados do presente estudo revelaram diferenças significativas em determinadas variáveis de força entre os grupos. Estes achados sugerem que a atrofia do IE pode afetar negativamente a produção de força do ombro, refletindo alterações funcionais ou compensações neuromusculares, mesmo quando não são detetadas alterações morfológicas ultrassonograficamente.

A ausência de diferenças significativas na espessura dos músculos IE, SE e RMen contrasta com a valorização crescente da US-ME como método sensível para a deteção precoce de alterações estruturais, como a redução da espessura muscular ou alterações na ecogenicidade (Bailey et al., 2015; Manske et al., 2024). No entanto, a evidência indica que a US-ME é mais fiável na deteção de atrofia avançada, tendo menor sensibilidade para identificar alterações funcionais iniciais ou moderadas (Strobel et al., 2005). Assim, os dados deste estudo reforçam que a presença de atrofia funcional pode não ser plenamente refletida em medições de espessura, mas ainda assim estar associada a uma disfunção.

Por outro lado, importa acrescentar que, embora não tenham sido observadas diferenças significativas entre grupos, verificou-se uma tendência para maior rácio de espessura entre membros da porção oblíqua do IE no grupo SAVI. Tal padrão pode traduzir uma adaptação estrutural decorrente do gesto unilateral e repetitivo característico do voleibol, em linha com o que tem sido descrito para atletas *overhead*, nos quais se verificam alterações funcionais e estruturais consistentes, como desequilíbrios de força e adaptações ao uso repetitivo do ombro dominante (Cools et al., 2015; Escamilla & Andrews, 2009; Hadzic et al., 2014; Kim et al., 2020). A ausência dessa tendência no grupo com atrofia do IE poderá indicar que esta condição interfere com mecanismos adaptativos expectáveis, e levanta a hipótese de que, com uma amostra maior, estas diferenças poderiam alcançar significância estatística, reforçando a importância de integrar medidas morfológicas e funcionais na caracterização destes atletas.

É também relevante destacar limitações inerentes à análise bidimensional por US-ME, como a dependência do plano de corte, da posição do indivíduo a ser avaliado e da experiência do examinador (Karthikeyan et al., 2014; Manske et al., 2024). Adicionalmente, a morfologia do IE é particularmente desafiante, dada a sua arquitetura tridimensional complexa e elevada variabilidade intramuscular, a qual pode não ser adequadamente representada por medidas lineares (Zhang et al., 2024; Kim et al., 2016). Este músculo apresenta uma compartimentalização interna, tanto a nível anatómico como a nível funcional (Hoshikawa et al., 2021; Kato et al., 2012). Estas características sugerem que diferentes regiões possam responder de forma diferenciada a fenómenos como a neuropatia do nervo supraescapular ou



alterações por sobreuso crónico. Do ponto de vista anatómico, Kato et al. (2012) identificaram duas porções principais no IE, uma porção oblíqua e uma porção transversa, com orientações de fibras e inervações distintas, sugerindo já uma divisão estrutural com implicações funcionais. Por sua vez, Hoshikawa et al. (2021) propuseram uma subdivisão funcional em três partições (superior, média e inferior), com base em diferentes padrões de rigidez muscular ao longo da abdução escapular, observados através de elastografia por onda de cisalhamento. A porção média apresenta atividade predominante nas fases intermédias da amplitude de abdução escapular, enquanto as porções superior e inferior se ativam mais significativamente em amplitudes extremas, refletindo especializações funcionais distintas. Estas classificações não são contraditórias, mas sim complementares: a porção oblíqua descrita por Kato et al. (2012) parece corresponder à principal unidade contrátil do IE, responsável pela geração ativa de força, sendo funcionalmente compatível com as três partições de ativação diferenciada identificadas por Hoshikawa et al. (2021), enquanto a porção transversa parece desempenhar um papel predominantemente estabilizador. Em consonância com a interpretação já apresentada sobre as adaptações estruturais ao gesto unilateral, importa ainda referir que foi precisamente na porção oblíqua, a principal unidade contrátil do IE descrita por Kato et al. (2012), que o rácio de espessura entre membros foi superior no grupo SAVI. Este achado sugere que as adaptações estruturais decorrentes do gesto unilateral e repetitivo possam concentrar-se na região mais funcionalmente relevante do músculo, em linha com a compartimentalização estrutural e funcional já descrita (Hoshikawa et al., 2021; Kato et al., 2012). Por contraste, a ausência dessa adaptação no grupo com atrofia do IE poderá refletir o impacto desta condição sobre a capacidade do músculo em manter mecanismos adaptativos na sua principal unidade contrátil.

Esta fundamentação anatómico-funcional sustenta a opção metodológica adotada no presente estudo, que passou por medir duas regiões distintas do IE (com diferentes orientações das fibras musculares), com a intenção de captar, de forma representativa, a morfologia e o papel funcional do músculo, tanto no que respeita à produção de força contrátil enquanto músculo mobilizador, como à sua contribuição para a estabilização da articulação glenoumeral. Esta abordagem procurou um equilíbrio entre o rigor anatómico-funcional e a viabilidade prática da recolha ultrassonográfica. Ainda assim, mesmo com a adoção das medidas metodológicas referidas, ou procedimentos como o uso do software ImageJ e critérios de aquisição de imagem padronizados (Koppenhaver et al., 2015; Manske et al., 2024), tais métodos não eliminam de forma absoluta as limitações estruturais inerentes à imagem bidimensional, especialmente no que respeita à complexidade da arquitetura tridimensional do IE. Esta compartimentalização funcional pode implicar que uma eventual atrofia ou disfunção localizada em



apenas uma destas regiões não se reflita necessariamente em alterações detetáveis por US-ME, mesmo quando se recorre a múltiplos cortes. A esse respeito, Koppenhaver et al. (2015) ainda demonstraram que, embora a US-ME seja fiável para avaliar a espessura do IE em repouso e contração, apenas durante a contração se observaram diferenças entre os lados, com uma percentagem de espessura modificada significativamente inferior no ombro sintomático. Tal sugere que alterações funcionais podem ocorrer mesmo na ausência de evidência morfológica objetiva. No contexto do presente estudo, no qual a medição foi realizada unicamente em repouso, a ausência de diferenças significativas entre os grupos também pode ser explicada, em parte, pela limitação descrita por Koppenhaver, uma vez que alterações na função muscular podem não se refletir em parâmetros morfológicos estáticos. Adicionalmente, há evidência de que a neuropatia do nervo supraescapular, associada à atrofia do IE, compromete também a sua aferência sensorial, afetando o controlo proprioceptivo e neuromuscular do ombro (Contemori & Biscarini, 2017). Tal sugere que a disfunção funcional pode ultrapassar o que é detetável por medidas morfométricas convencionais.

A avaliação isolada da espessura muscular pode ser, então, insuficiente para caracterizar o estado funcional dos músculos da coifa dos rotadores. Sofka et al. (2004) defendem que alterações na ecogenicidade associadas à redução de volume devem ser consideradas na avaliação por US-ME de atrofia muscular. Da mesma forma, Strobel et al. (2005), sugerem que a perda do padrão penado (arquitetura das fibras musculares em relação à estrutura tendinosa associada), alterações morfológicas e aumento da ecogenicidade são sinais ultrassonográficos úteis na deteção de atrofia gordurosa, embora com limitações, nomeadamente em comparação com a ressonância magnética. Apesar da sua relevância, estes parâmetros não foram avaliados no presente estudo uma vez que a análise da ecogenicidade e de alterações no padrão morfológico muscular pode implicar a identificação de achados patológicos, o que ultrapassa o âmbito de atuação do fisioterapeuta quando utiliza o ecógrafo para fins exclusivamente funcionais ou de apoio à avaliação musculoesquelética. Além disso, neste estudo priorizou-se a medição da espessura muscular por se tratar de um parâmetro morfológico mais objetivo, reproduzível e compatível com os recursos técnicos disponíveis.

Ainda assim, a US-ME mantém valor clínico relevante por ser um método não invasivo, acessível e passível de aplicar em tempo real. Quando realizada sistematicamente e por examinadores experientes, pode apoiar o diagnóstico funcional e o acompanhamento longitudinal, especialmente em contextos de reabilitação ou no rastreio de alterações adaptativas (Bailey et al., 2015; Manske et al., 2024). A sua conjugação com testes funcionais, como a avaliação isocinética, constitui uma estratégia mais robusta e



com maior sensibilidade para identificar disfunções e monitorizar a integridade do complexo do ombro em atletas *overhead*.

No que respeita às variáveis isocinéticas, o pico de torque é uma das mais utilizadas para quantificar a força máxima dos rotadores do ombro. No presente estudo, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos SAVI e AVI nesta variável, tanto em regime de avaliação isocinética concêntrica como em regime isométrico. Gheller et al. (2021) verificaram que o histórico de lesão no ombro dominante não afetou significativamente o pico de torque, mas esteve associado a um rácio funcional (RE excêntrica/RI concêntrica) inferior ao recomendado pela literatura citada pelos autores, o que sugere fraqueza relativa dos rotadores externos em contração excêntrica. Este resultado é consistente com a possibilidade de, tal como no presente estudo, não se observarem diferenças no pico de torque, mas existirem alterações noutras métricas de desempenho. Apesar disso, o pico de torque mantém relevância clínica, com estudos como o de Borms et al. (2016) a demonstrarem correlações moderadas a fortes com o desempenho em testes funcionais como o *Seated Medicine Ball Throw*, explicando até 64,5% da variância para os rotadores do ombro, o que reforça ser um dos indicadores mais robustos do desempenho de força destes músculos. Complementarmente, outros trabalhos também indicam que a análise isolada desta variável pode não captar desequilíbrios funcionais relevantes. Hadzic et al. (2014) verificaram que, em jogadores de voleibol de elite, pequenas diferenças no pico de torque absoluto entre membros podiam coexistir com rácios RE/RI do ombro dominante no limite inferior das recomendações para atletas *overhead* estabelecidas por Ellenbecker e Davies (2000). Este resultado foi atribuído a um aumento da força de RI no dominante sem um incremento proporcional na RE, levando a um desequilíbrio no rácio, o que reforça que a ausência de diferenças no pico de torque, como observado no presente estudo, não exclui a presença de desequilíbrios funcionais. Acresce que Khal et al. (2020) evidenciaram que a fadiga localizada do IE pode instalar-se rapidamente durante gestos repetitivos, como o serviço, mesmo sem redução imediata detetável no pico de torque, o que sustenta que a ausência de diferenças nesta variável no presente estudo não exclui a possibilidade de existirem défices funcionais. Tal cenário pode ter implicações clínicas relevantes, sobretudo quando outras métricas, como tempos de desaceleração, trabalho total ou rácios funcionais, revelam alterações significativas.

Os resultados relativos às restantes variáveis isocinéticas realmente demonstraram diferenças significativas entre os grupos, particularmente nas variáveis de trabalho da repetição máxima e de trabalho total. Uma das diferenças verificou-se na RE concêntrica a 120°/s, em que o défice entre membros foi superior no grupo AVI. Este achado é contraintuitivo, dado que o IE é o principal responsável pela RE da articulação glenoumeral e desempenha papel essencial na estabilização posterior da cabeça



do úmero (Neumann, 2024), pelo que seria expectável que a atrofia comprometesse o desempenho do membro dominante e resultasse num défice menor quando comparado com o grupo sem atrofia. O facto de se observar um défice superior no grupo AVI indica que o dominante manteve ou até superou o rendimento em relação ao não dominante, contrariando a expectativa de limitação funcional decorrente da atrofia. Uma possível explicação é que outros músculos sinérgicos, como o RMen ou o deltoide posterior, possam ter assumido maior carga funcional para manter o rendimento do dominante, em linha com descrições de padrões de recrutamento muscular e de estratégias compensatórias no ombro de atletas *overhead* (Escamilla & Andrews, 2009). Outra diferença foi observada na RI concêntrica a 60°/s, em que o défice entre membros do trabalho total e do trabalho da melhor repetição foi também superior no grupo AVI, indicando valores absolutos mais elevados no ombro dominante. Este resultado também pode ser visto como paradoxal, uma vez que o IE não atua como motor primário da RI, mas contribui de forma estabilizadora e sinérgica, comprimindo a cabeça do úmero contra a glenoide e contrabalançando a translação anterior gerada pelos rotadores internos (Neumann, 2024; Escamilla & Andrews, 2009). A sua atrofia poderia comprometer este papel estabilizador e, conseqüentemente, a eficiência da RI. No entanto, é possível que mecanismos compensatórios dos rotadores internos e dos estabilizadores escapulares, aliados a adaptações crónicas descritas em atletas *overhead* (Kim et al., 2020), expliquem o melhor desempenho observado no ombro dominante. Também é relevante considerar que, embora se tenham verificado diferenças entre grupos a 60°/s e 120°/s, estas não seguiram o padrão esperado tendo em conta a presença de atrofia do IE, o que poderá indicar que, em condições de menor velocidade face às exigências do gesto desportivo, o défice funcional do IE é parcialmente compensado por outros músculos da coifa dos rotadores e estabilizadores da escápula. Este padrão reforça a relevância de analisar diferentes velocidades na avaliação isocinética, uma vez que estas podem revelar adaptações funcionais que não se manifestam em condições de baixa velocidade. Futuramente, a inclusão de 180°/s poderá acrescentar validade ecológica, aproximando-se um pouco mais das exigências do principal gesto desportivo dos atletas de voleibol, sem comprometer a segurança e a fiabilidade do protocolo.

Por fim, fica por referir que não foram observadas diferenças significativas entre grupos quando o trabalho foi analisado de forma segmentada (primeiro e último terço da amplitude). Este resultado sugere que as alterações identificadas nas variáveis de trabalho total não se concentram em fases isoladas do movimento, mas traduzem antes modificações globais na capacidade de sustentar a produção de força ao longo de toda a amplitude. Tal interpretação reforça a noção de que o impacto da atrofia do IE pode manifestar-se mais em termos de *endurance* e manutenção do esforço do que em défices localizados a fases específicas da rotação.



Estes resultados das variáveis de trabalho poderão indicar que, apesar de os atletas com atrofia do IE atingirem níveis de pico de torque semelhantes aos do grupo SAVI, verificaram-se alterações na capacidade de sustentar essa produção de força ao longo de todo o arco de movimento. Esta interpretação ajuda a compreender por que motivo as diferenças emergiram sobretudo em variáveis de trabalho, mas não no pico de torque, sugerindo modificações no padrão de *endurance* muscular mais do que na força máxima. Na prática desportiva, tais alterações podem repercutir-se na eficácia de gestos repetitivos e de elevada exigência, como o remate e o serviço no voleibol, enquanto do ponto de vista fisioterapêutico reforçam a importância de avaliar e intervir também sobre a resistência e a manutenção da força dos rotadores do ombro, para além da força máxima isolada.

Curiosamente, as diferenças significativas entre grupos observadas nos tempos de desaceleração e nos rácios agonista/antagonista ocorreram predominantemente no membro não dominante, ou seja, no membro em que não se identificou atrofia do IE. Este achado contraria a expectativa habitual de que os défices relacionados com a atrofia muscular ocorram maioritariamente no membro dominante, especialmente em atletas *overhead* como os do voleibol, cujo gesto de serviço e ataque é executado quase exclusivamente com o membro dominante. Uma hipótese a considerar é que estas diferenças reflitam desequilíbrios bilaterais pré-existentes entre os rotadores do ombro, que podem não estar diretamente relacionados com a presença de atrofia muscular. Hadzic et al. (2014) observaram assimetrias de força nos ombros de jogadores de voleibol de elite, mesmo em situações sem lesão identificada, sugerindo que fatores como o padrão de treino, preferências técnicas, ou historial de lesão subclínica podem contribuir para alterações funcionais inesperadas entre os membros. Por outro lado, é também plausível que o grupo AVI apresente um perfil global de menor desempenho neuromuscular, com repercussões nos dois membros, ainda que a atrofia esteja localizada apenas num deles (no membro dominante). Nesse sentido, uma análise bilateral abrangente revela-se essencial para detetar compensações ou défices funcionais não evidentes a uma primeira vista, sobretudo em contextos de assimetria aparente, mesmo quando a queixa clínica está unilateralmente localizada.

Apesar da significância estatística destes achados, é fundamental reconhecer que o presente estudo não permite inferir uma relação causal direta entre a atrofia do IE no membro dominante e os défices funcionais no membro não dominante. A interpretação destes resultados deve ser feita com cautela, tendo em conta possíveis fatores de confusão, como variações na técnica desportiva, na experiência de treino, ou até em antecedentes clínicos não reportados (por viés de memória na resposta ao questionário). Estas observações colocam desafios interpretativos importantes e reforçam a necessidade de futuras investigações com análise bilateral mais detalhada da morfologia e função



muscular, de preferência através de estudos longitudinais, protocolos com ressonância magnética para confirmar a distribuição da atrofia, ou avaliações eletromiográficas que permitam compreender os padrões de ativação muscular durante tarefas específicas do voleibol.

Dito isto, mantém-se importante abordar os rácios de força passíveis de avaliação, e a sua relevância neste contexto. No presente estudo, foi observado um rácio concêntrico inferior no membro não dominante do grupo AVI, a $120^\circ/s$, o que pode indicar uma fragilidade do sistema estabilizador do ombro contralateral à atrofia muscular, uma vez que essas alterações favorecem a sobrecarga dos estabilizadores passivos do ombro, a translação anterior da cabeça do úmero pela predominância dos rotadores internos, o que conseqüentemente leva a um maior risco de lesão (Andrade et al., 2010; Berckmans et al., 2017; Hadzic et al., 2014). De forma complementar, o tempo de desaceleração foi significativamente mais prolongado no grupo AVI durante o teste isocinético de RI a $120^\circ/s$ no membro não dominante, o que poderá refletir défices no controlo excêntrico dos rotadores externos, especialmente do IE e do RMen (Cools et al., 2015), cuja função é crucial na desaceleração do braço em gestos rápidos como o remate e o serviço no voleibol (Escamilla & Andrews, 2009). Quando estes músculos se encontram enfraquecidos ou fatigados, a sua capacidade de gerar força excêntrica suficiente para estabilizar a articulação glenoumeral e dissipar a energia cinética é comprometida, o que poderá contribuir diretamente para esse tempo de desaceleração aumentado (Bowman et al., 2006). Deste modo, esta diferença entre grupos no membro não dominante também pode, indiretamente, indicar uma maior capacidade de produção de força no membro dominante, ou refletir simplesmente uma maior variabilidade interindivíduos na população do grupo AVI. Reforça-se, assim, a necessidade de incluir avaliações excêntricas nos protocolos metodológicos de futuras investigações, tanto para uma caracterização mais abrangente e detalhada do desempenho neuromuscular do complexo do ombro, como para o uso desses dados não apenas como ferramenta de diagnóstico funcional, mas também para orientar a prescrição de exercícios que promovam o fortalecimento específico dos rotadores da articulação glenoumeral em regimes excêntricos, com o objetivo de melhorar o controlo dinâmico e reduzir o risco de lesão.

De forma semelhante, verificou-se um maior tempo de desaceleração na RI isométrica a 30° no grupo AVI, no membro dominante. Este achado é compatível com défices no controlo neuromuscular e, funcionalmente, da ação excêntrica dos rotadores externos (Cool set al., 2015), em particular do IE e do RMen, cuja função é crítica durante a desaceleração do membro superior em gestos de alta velocidade, como o serviço e o ataque no voleibol (Escamilla & Andrews, 2009). Como referido no parágrafo anterior, o enfraquecimento ou fadiga destes músculos compromete a sua função estabilizadora e o controlo da



energia cinética no final do gesto, resultando num tempo de desaceleração prolongado (Bowman et al., 2006). Esta limitação funcional reflete défices neuromusculares que podem aumentar a sobrecarga sobre estruturas passivas do ombro, potenciando mecanismos lesivos. Importa, contudo, referir que esta variável foi obtida num teste isométrico, onde não ocorre movimento articular. Neste contexto, o termo “desaceleração” não se refere à cinemática articular, mas sim ao tempo necessário para o avaliado cessar progressivamente a força gerada após o pico de torque. Tal poderá refletir alterações na capacidade de regulação da atividade neuromuscular durante a fase terminal da contração, o que pode comprometer a eficiência da estabilização glenoumeral, sendo especialmente relevantes em contextos funcionais que exigem contenção excêntrica da RI. Assim, o aumento do tempo de desaceleração poderá representar uma limitação funcional com implicações clínicas relevantes ao nível da estabilidade dinâmica da articulação glenoumeral e da segurança dos padrões repetitivos de movimento no desporto. Este achado pode refletir não apenas défices nas capacidades contráteis dos rotadores externos, mas também perturbações sensoriomotoras mais amplas. Tal como discutido na análise dos resultados de espessura muscular, a neuropatia do nervo supraescapular, frequentemente associada à atrofia do IE, compromete não só a função motora, mas também a aferência sensorial, afetando negativamente o controlo proprioceptivo e o controlo neuromuscular fino. A disfunção da aferência sensorial do IE pode comprometer o controlo proprioceptivo e a temporização da força excêntrica, essenciais para a regulação fina da contração e para a cessação eficiente da força, mesmo em tarefas isométricas (Contemori & Biscarini, 2017; Contemori & Biscarini, 2018). Adicionalmente, a desorganização da atividade muscular associada à neuropatia, como a antecipação de músculos compensatórios e o atraso na ativação de estabilizadores dinâmicos, pode prejudicar a capacidade de gerar e cessar força de forma coordenada (Contemori & Biscarini, 2018). Este enquadramento ajuda a compreender que a disfunção neuromuscular associada à atrofia do IE pode ter repercussões funcionais mais específicas, reforçando a relevância clínica de incluir análises que abranjam o controlo neuromuscular do ombro.

Dito isto, os resultados referentes às variáveis provenientes da avaliação isocinética reforçam a noção de que a função muscular não depende exclusivamente de características morfológicas visíveis. De facto, enquanto variáveis como o pico de torque não evidenciaram diferenças significativas entre grupos, outras métricas, como trabalho total, rácios e tempos de desaceleração, revelaram alterações relevantes. Em conjunto, estes dados sugerem que a função muscular está dependente e é modulada por vários mecanismos, como os padrões de ativação neuromuscular e a coordenação funcional entre músculos sinérgicos (Neumann, 2024; Tumkur Anil Kumar et al., 2021; Vernooij et al., 2016).



Do ponto de vista clínico, os resultados do presente estudo sustentam a relevância de uma abordagem integrada na avaliação e monitorização de atletas *overhead*, combinando parâmetros morfológicos, funcionais e neuromusculares, com especial enfoque nos praticantes de voleibol, cujas exigências biomecânicas específicas no remate e serviço expõem o ombro a elevados níveis de stress mecânico repetitivo. A deteção de alterações assimétricas na força, tempos de resposta neuromuscular prolongados, rácios de força alterados ou amplitudes articulares reduzidas pode contribuir para o rastreio precoce de padrões disfuncionais que não se manifestam clinicamente de forma evidente. Estes dados são especialmente relevantes para orientar decisões na reabilitação, adaptação de carga e prescrição de exercícios preventivos, como o fortalecimento excêntrico dirigido aos rotadores externos ou intervenções fisioterapêuticas específicas para otimizar a mobilidade do complexo articular do ombro. Além disso, reforça-se a importância de avaliações periódicas e bilaterais em contexto desportivo, uma vez que défices funcionais podem manifestar-se mesmo em membros aparentemente assintomáticos, contribuindo para compensações lesivas. No voleibol de alto rendimento, a integração sistemática de instrumentos como a US-ME e a avaliação isocinética pode, assim, fornecer uma caracterização mais precisa e aplicável do perfil funcional do ombro, promovendo intervenções individualizadas e baseadas em evidência, uma abordagem já apoiada por estudos que destacam a utilidade de avaliações imagiológicas e funcionais regulares no rastreio de alterações funcionais em atletas *overhead* (Tooth et al., 2023).



5. Conclusão

A presente dissertação teve como objetivo explorar as implicações da atrofia do IE na função do ombro em atletas de voleibol, através da análise integrada de parâmetros morfológicos e funcionais. Os resultados mostram que esta condição não se refletiu em diferenças na espessura muscular nem no pico de torque, mas esteve associada a alterações em variáveis de trabalho, rácios e tempos de desaceleração. Tal facto aponta para uma dissociação entre morfologia e função, compatível com adaptações compensatórias e défices de *endurance* e controlo excêntrico.

Em conjunto, os achados evidenciam a importância de integrar medidas morfológicas e funcionais na avaliação do ombro em atletas *overhead*. A conjugação de ambas as abordagens reforça o papel central da fisioterapia neuromusculoesquelética na avaliação integrada e intervenção personalizada, promovendo estratégias preventivas e reabilitativas baseadas em evidência, que maximizem a função e reduzam o risco de lesão.

Entre as limitações, destacam-se a avaliação ultrassonográfica apenas em repouso, a ausência de análise da ecogenicidade e do padrão morfológico muscular, bem como o desenho transversal que não permite estabelecer causalidade. Sugere-se que futuros trabalhos incluam avaliações dinâmicas, protocolos isocinéticos com componente excêntrica e velocidades mais elevadas, assim como modalidades de imagem e análise cinemática avançadas, de modo a aprofundar a compreensão das disfunções do ombro e otimizar estratégias preventivas e reabilitativas.



Referências Bibliográficas

- Achenbach, L., Laver, L., Walter, S. S., Zeman, F., Kuhr, M., & Krutsch, W. (2020). Decreased external rotation strength is a risk factor for overuse shoulder injury in youth elite handball athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 28(4), 1202–1211. <https://doi.org/10.1007/s00167-019-05493-4>
- Andrade, M. D. S., Fleury, A. M., de Lira, C. A. B., Dubas, J. P., & da Silva, A. C. (2010). Profile of isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of shoulder rotator muscles in elite female team handball players. *Journal of Sports Sciences*, 28(7), 743–749. <https://doi.org/10.1080/02640411003645687>
- Asker, M., Brooke, H. L., Waldén, M., Tranaeus, U., Johansson, F., Skillgate, E., & Holm, L. W. (2018). Risk factors for, and prevention of, shoulder injuries in overhead sports: A systematic review with best-evidence synthesis. *British Journal of Sports Medicine*, 52(20), 1312–1319. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098254>
- Bailey, L. B., Beattie, P. F., Shanley, E., Seitz, A. L., & Thigpen, C. A. (2015). Current rehabilitation applications for shoulder ultrasound imaging. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 45(5), 394–405. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.4232>
- Berckmans, K., Maenhout, A. G., Matthijs, L., Pieters, L., Castelein, B., & Cools, A. M. (2017). The isokinetic rotator cuff strength ratios in overhead athletes: Assessment and exercise effect. *Physical Therapy in Sport*, 27, 65–75. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2017.03.001>
- Challoumas, D., & Dimitrakakis, G. (2017). Insights into the epidemiology, aetiology and associations of infraspinatus atrophy in overhead athletes: a systematic review. *Sports Biomechanics*, 16(3), 325–341. <https://doi.org/10.1080/14763141.2017.1306096>
- Contemori, S., & Biscarini, A. (2017). Shoulder position sense in volleyball players with infraspinatus atrophy secondary to suprascapular nerve neuropathy. *Journal of Science and Medicine in Sport*. <https://doi.org/10.1111/ijlh.12426>
- Contemori, S., & Biscarini, A. (2018). Isolated Infraspinatus Atrophy Secondary to Suprascapular Nerve Neuropathy Results in Altered Shoulder Muscles Activity. *Journal of Sport Rehabilitation*.
- Cools, A. M., Declercq, G. A., Cambier, D. C., Mahieu, N. N., & Witvrouw, E. E. (2007). Trapezius activity and intramuscular balance during isokinetic exercise in overhead athletes with impingement symptoms. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 17(1), 25–33. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00570.x>
- Cools, Ann M., Johansson, F. R., Borms, D., & Maenhout, A. (2015). Prevention of shoulder injuries in overhead athletes: A science-based approach. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 19(5), 331–339. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0109>



- Cools, Ann M., Witvrouw, E. E., Mahieu, N. N., & Danneels, L. A. (2005). Isokinetic scapular muscle performance in overhead athletes with and without impingement symptoms. *Journal of Athletic Training, 40*(2), 104–110.
- Coraci, D., Giovannini, S., Piccinini, G., Loreti, C., Santilli, V., & Padua, L. (2017). Suprascapular Nerve and Volleyball: A Potentially Dangerous “Sport Match.” *Journal of Sport Rehabilitation*. Retrieved from https://research.rug.nl/files/30892751/Den_Hartigh_et_al._Short_and_long_term_PM_JSEP_accepted_version_Pure.pdf
- Cummins, C. A., Messer, T. M., & Schafer, M. F. (2004). Infraspinatus Muscle Atrophy in Professional Baseball Players. *American Journal of Sports Medicine, 32*(1), 116–120. <https://doi.org/10.1177/0363546503260731>
- David, G., Magarey, M. E., Jones, M. A., Dvir, Z., Türker, K. S., & Sharpe, M. (2000). EMG and strength correlates of selected shoulder muscles during rotations of the glenohumeral joint. *Clinical Biomechanics, 15*(2), 95–102. [https://doi.org/10.1016/S0268-0033\(99\)00052-2](https://doi.org/10.1016/S0268-0033(99)00052-2)
- Edouard, P., Samozino, P., Julia, M., Cervera, S. G., Vanbiervliet, W., Calmels, P., & Gremeaux, V. (2011). Reliability of isokinetic assessment of shoulder-rotator strength: A systematic review of the effect of position. *Journal of Sport Rehabilitation, 20*(3), 367–383. <https://doi.org/10.1123/jsr.20.3.367>
- Ellenbecker, T. S., & Davies, G. J. (2000). The Application of Isokinetics in Testing and Rehabilitation of the Shoulder Complex. *Journal of Athletic Training, 35*(3), 338–350.
- Escamilla, R. F., & Andrews, J. R. (2009). Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports. *Sports Medicine, 39*(7), 569–590. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ccm&AN=105395182&site=ehost-live>
- Gheller, R. G., Garcias, L., Sakugawa, R. L., Nascimento, W. M. Do, Costa, R. M. Da, Detanico, D., & Rossato, M. (2024). Can the history of injury influence shoulder isokinetic torque parameters in volleyball players? *Sports Biomechanics, 23*(10), 1640–1650. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1966494>
- Hadzic, V., Sattler, T., Veselko, M., Markovic, G., & Dervisevic, E. (2014). Strength asymmetry of the shoulders in elite volleyball players. *Journal of Athletic Training, 49*(3), 338–344. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.2.05>
- Hoshikawa, K., Yuri, T., Giambini, H., & Kiyoshige, Y. (2021). Shoulder scaption is dependent on the behavior of the different partitions of the infraspinatus muscle. *Surgical and Radiologic Anatomy, 43*(5), 653–659. <https://doi.org/10.1007/s00276-020-02674-6>



- Kang, B. H., Lee, D. W., Kang, S., & Yoon, J. S. (2022). Risk assessment of dorsal scapular nerve injury in the medial scapular area associated with upper extremity position: An ultrasonographic study. *Muscle and Nerve*, 67(1), 39–44. <https://doi.org/10.1002/mus.27750>
- Karthikeyan, S., Rai, S. B., Parsons, H., Drew, S., Smith, C. D., & Griffin, D. R. (2014). Ultrasound dimensions of the rotator cuff in young healthy adults. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 23(8), 1107–1112. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2013.11.012>
- Kato, A., Nimura, A., Yamaguchi, K., Mochizuki, T., Sugaya, H., & Akita, K. (2012). An anatomical study of the transverse part of the infraspinatus muscle that is closely related with the supraspinatus muscle. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 34(3), 257–265. <https://doi.org/10.1007/s00276-011-0872-0>
- Kilic, O., Maas, M., Verhagen, E., Zwerver, J., & Gouttebauge, V. (2017). Incidence, aetiology and prevention of musculoskeletal injuries in volleyball: A systematic review of the literature. *European Journal of Sport Science*, 17(6), 765–793. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1306114>
- Kim, D. K., Park, G., Kuo, L. T., & Park, W. H. (2020). Isokinetic Performance of Shoulder External and Internal Rotators of Professional Volleyball Athletes by Different Positions. *Scientific Reports*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65630-9>
- Kim, K., Kim, H. G., Song, D., Yoon, J. Y., & Chung, M. E. (2016). Ultrasound dimensions of the rotator cuff and other associated structures in Korean healthy adults. *Journal of Korean Medical Science*, 31(9), 1472–1478. <https://doi.org/10.3346/jkms.2016.31.9.1472>
- Kim, S. Y., Shakeri, S., Dickerson, C. R., Alenabi, T., & Agur, A. M. R. (2019). Verification of intramuscular electromyography electrode placement for neuromuscular partitions of infraspinatus. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 49(August), 102354. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2019.102354>
- Koppenhaver, S., Harris, D., Harris, A., O'Connor, E., Dummar, M., Croy, T., ... Flynn, T. (2015). The reliability of rehabilitative ultrasound imaging in the measurement of infraspinatus muscle function in the symptomatic and asymptomatic shoulders of patients with unilateral shoulder impingement syndrome. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(2), 128–135. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25883861> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4387720>
- Kumar, N. T. A., Oliver, J. L., Lloyd, R. S., Pedley, J. S., & Radnor, J. M. (2021). The Influence of Growth, Maturation and Resistance Training on Muscle–Tendon and Neuromuscular Adaptations: A Narrative Review. *Sports*, 9, 59.



- Lee, H.-J., Lee, J.-H., Yi, K.-H., & Kim, H.-J. (2023). Sonoanatomy and an ultrasound scanning protocol of the intramuscular innervation pattern of the infraspinatus muscle. *Regional Anesthesia & Pain Medicine*, 48(4), 175 LP–179. <https://doi.org/10.1136/rapm-2022-103682>
- Mandalidis, D. G., Donne, B., O'Regan, M., & O'Brien, M. (2001). Reliability of isokinetic internal and external rotation of the shoulder in the scapular plane. *Isokinetics and Exercise Science*, 9(1), 65–72. <https://doi.org/10.3233/ies-2001-0066>
- Manske, R. C., Voight, M., Wolfe, C., & Page, P. (2024). Utilizing Diagnostic Musculoskeletal Ultrasound for Assessment of the Infraspinatus Muscle and Tendon: Implications for Rehabilitation Professionals. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 19(7). <https://doi.org/10.26603/001c.120405>
- Milić, V., Radenković, O., Čaprić, I., Mekić, R., Trajković, N., Špirtović, O., ... Kahrović, I. (2025). Sports Injuries in Basketball, Handball, and Volleyball Players: Systematic Review. *Life*, 15(4), 1–23. <https://doi.org/10.3390/life15040529>
- Minhaj, S., Afridi, Z. K., Rubab, S., Qazi, Z., & Siddiqui, M. (2025). Glenohumeral Internal Rotation Deficit and Risk of Upper Extremity Injury in Overhead Athletes: Systematic Review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 106(1), 91–97. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2024.05.027>
- Miura, K., Tsuda, E., & Ishibashi, Y. (2019). Glenohumeral Rotational Deficit and Suprascapular Neuropathy in the Hitting Shoulder in Male Collegiate Volleyball Players. *Progress in Rehabilitation Medicine*, 4(0), n/a. <https://doi.org/10.2490/prm.20190002>
- Neumann, D. A. (2024). *Neumann's Kinesiology of the Musculoskeletal System* (4th ed.). Elsevier.
- Reeser, J. C., Fleisig, G. S., Cools, A. M. J., Yount, D., & Magnes, S. A. (2013). Biomechanical insights into the aetiology of infraspinatus syndrome. *British Journal of Sports Medicine*, 47(4), 239–244. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090918>
- Rubin, D. A. (2020). Nerve and Muscle Abnormalities. *Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America*, 28(2), 285–300. <https://doi.org/10.1016/j.mric.2019.12.010>
- Santos, J., & S., G. R. (2006). Adaptação e validação cultural da versão portuguesa do Disabilities of the Arm Shoulder and Hand – DASH. *Revista Portuguesa de Ortopedia e Traumatologia*, 14(3), 29–44.
- Schneebeli, A., Egloff, M., Giampietro, A., Clijisen, R., & Barbero, M. (2014). Rehabilitative ultrasound imaging of the supraspinatus muscle: Intra- and interrater reliability of thickness and cross-sectional area. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 18(2), 266–272. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2013.09.009>



- Tooth, C., Schwartz, C., Gofflot, A., Bornheim, S., Croisier, J. L., & Forthomme, B. (2023). Preseason shoulder screening in volleyball players: is there any change during season? *JSES International*, 7(4), 662–667. <https://doi.org/10.1016/j.jseint.2023.03.022>
- Ueda, Y., Tanaka, H., Takeuchi, Y., Tachibana, T., Inui, H., Nobuhara, K., ... Ichihashi, N. (2022). Agreement in rotator cuff muscles measurement between ultrasonography and magnetic resonance imaging. *Asia-Pacific Journal of Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation and Technology*, 28, 13–20. <https://doi.org/10.1016/j.asmart.2022.03.005>
- Vernooij, C. A., Rao, G., Perdikis, D., Huys, R., Jirsa, V. K., & Teprado, J. J. (2016). Functional coordination of muscles underlying changes in behavioural dynamics. *Scientific Reports*, 6, 1–11. <https://doi.org/10.1038/srep27759>
- Wang, H. K., Macfarlane, A., & Cochrane, T. (2000). Isokinetic performance and shoulder mobility in elite volleyball athletes from the United Kingdom. *British Journal of Sports Medicine*, 34(1), 39–43. <https://doi.org/10.1136/bjism.34.1.39>
- Young, W. K., Briner, W., & Dines, D. M. (2023). Epidemiology of Common Injuries in the Volleyball Athlete. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 16(6), 229–234. <https://doi.org/10.1007/s12178-023-09826-2>
- Yuri, T., Trevino, J. H., Hatta, T., Kiyoshige, Y., Jacobs, P. M., & Giambini, H. (2021). Stiffness of the infraspinatus and the teres minor muscles during shoulder external rotation: An in-vitro and in-vivo shear wave elastography study. *Clinical Biomechanics*, 85(March), 105328. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2021.105328>
- Zanca, G. G., Saccol, M. F., Oliveira, A. B., & Mattiello, S. M. (2013). Shoulder internal and external rotations torque steadiness in overhead athletes with and without impingement symptoms. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(5), 433–437. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.09.004>
- Zhang, Y., Herbert, R. D., Bilston, L. E., & Bolsterlee, B. (2024). Three-dimensional architecture and moment arms of human rotator cuff muscles in vivo: Interindividual, intermuscular, and intramuscular variations. *Journal of Anatomy*, 245(2), 258–270. <https://doi.org/10.1111/joa.14050>



Anexos



Anexo 1 – Consentimento informado

TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Declaração de consentimento informado

Conforme lei 67/98 de 26 de Outubro e a “Declaração de Helsínquia” da Associação Médica Mundial (Helsínquia 1964; Tóquio 1975; Veneza 1983; Hong Kong 1989; Somerset West 1996, Edimburgo 2000; Washington 2002, Tóquio 2004, Seul 2008) – quando se aplicar

Designação do Estudo: Alterações estruturais do músculo infra-espinhoso no jogador de voleibol, caracterização e diagnóstico funcional

Eu, abaixo-assinado, _____,

fui informado de que o Estudo de Investigação acima mencionado se destina a identificar a presença de atrofia do infra-espinhoso através de ecografia e a avaliações funcionais do complexo articular do ombro.

Sei que neste estudo está prevista a realização de uma avaliação com recurso a ecografia muscular, a um dinamómetro isocinético, a electromiografia e ao movimento de ataque com bola suspensão, tendo-me sido explicado em que consiste e quais os seus possíveis efeitos.

Foi-me garantido que todos os dados relativos à identificação dos participantes neste estudo são confidenciais e que será mantido o anonimato.

Sei que posso recusar-me a participar nesta investigação ou interromper a qualquer momento a participação no estudo, sem nenhum tipo de penalização por este facto.

Compreendi a informação que me foi fornecida, tive oportunidade de fazer perguntas e as minhas dúvidas foram esclarecidas.

Aceito participar de livre vontade no estudo acima mencionado.

Também autorizo a divulgação dos resultados obtidos no meio científico, garantindo o anonimato.

Nome do Investigador e Contacto: Bárbara Magalhães (917954560)

Data

__/__/__

Assinatura



Anexo 2 – Questionário para caracterização dos participantes

N.º de identificação _____

1. Idade _____
2. Peso: _____ Kg
3. Altura: _____ cm
4. Anos de prática desportiva de voleibol _____
5. Outras modalidades praticadas _____
6. Anos de práticas dessas modalidades _____
7. Posição em campo
Distribuidor Atacante Zona ____ Líbero
(Z4 - atacante recebedor; Z3 - central; Z2 – oposto - recebedor ou não recebedor)
8. Atuou sempre a mesma posição?
Sim Não Quais? _____ Anos _____
9. Lateralidade do membro dominante (braço do serviço)
Direito Esquerdo
10. Atualmente, tem alguma patologia/doença diagnosticada:
Sim Não
(Em caso de ter respondido **Sim**)
Qual? _____
11. Usa alguma medicação:
Sim Não
(Em caso de ter respondido **Sim**)
Qual? _____
12. Atualmente, tem alguma lesão diagnosticada no membro superior (ombro, braço, cotovelo, punho ou mão):
Sim Não
(Em caso de ter respondido **Sim**)
Qual? _____
13. Já alguma vez teve lesões musculares ou articulares?
Sim Não
(Em caso de ter respondido **Sim**, preencha o quadro 14)



N.º de identificação _____

14. Descrição das lesões:

Tipo de Lesão	Data - Ano	Tratamento médico ou fisioterapêutico Sim / Não

15. Número de horas de treino por semana:

Menos de 6 horas 6 – 10H Mais de 10H

16. Número de competições oficiais em que participou nas duas últimas épocas:

Duas Três Mais de três

17. Tempo médio de paragem efetiva na prática desportiva (férias, outros), nas últimas duas épocas

Menos de 2 semanas 2 semanas 3 semanas

1 mês Mais de 1 mês

Questões sobre o SERVIÇO

18. Que tipo de serviço executa

Apoio _____ Flutuante _____ Suspensão _____

Se realiza mais que um tipo de serviço numere (1 mais frequente a 3 menos frequente)
usando os espaços junto aos quadrados



N.º de identificação _____

Questões sobre a DOR

Ordene por de modo crescente os gesto técnicos que lhe **provocam dor** no ombro (1 menor dor a 3 maior dor)

Serviço

Apoio _____ Flutuante _____ Suspensão _____

No ataquea ser respondido por **atacantes zona 4 e 2**Linha _____ Diagonal longa _____ Diagonal curta _____ *amortil* _____
ataque 2 linha _____ "Block out" _____a ser respondido por **centrais**

contato bola lado DT (cross court) _____

contato bola lado ESQ (wrist away) _____

contato bola superior (top spin) _____

a ser respondido por **passadores**

passe frente _____ passe costas _____ passe uma mão _____

a ser respondido por **líberos**

"mergulho" _____ passe _____



N.º de identificação _____

		Nenhuma dificuldade	Pouca dificuldade	Alguma dificuldade	Muita dificuldade	Incapaz
1.	Abrir um frasco novo ou com tampa bem fechada	1	2	3	4	5
2.	Escrever	1	2	3	4	5
3.	Rodar uma chave na fechadura	1	2	3	4	5
4.	Preparar um a refeição	1	2	3	4	5
5.	Abrir e empurrar uma porta pesada	1	2	3	4	5
6.	Colocar um objeto numa prateleira acima da cabeça	1	2	3	4	5
7.	Realizar tarefas domésticas pesadas (por exemplo: lavar paredes, lavar o chão)	1	2	3	4	5
8.	Fazer jardinagem ou tratar do quintal	1	2	3	4	5
9.	Fazer a cama	1	2	3	4	5
10.	Carregar um saco de compras ou uma pasta	1	2	3	4	5
11.	Carregar um objeto pesado (mais de 5Kg)	1	2	3	4	5
12.	Trocar uma lâmpada acima da cabeça	1	2	3	4	5
13.	Lavar a cabeça ou secar o cabelo	1	2	3	4	5
14.	Lavas as costas	1	2	3	4	5
15.	Vestir uma camisola	1	2	3	4	5
16.	Usar uma faca para cortar alimentos	1	2	3	4	5
17.	Atividade de lazer que requerem pouco esforço (por exemplo: jogar as cartas fazer tricô, etc.)	1	2	3	4	5



N.º de identificação _____

18.	Atividade de lazer que exijam alguma força ou provoquem algum impacto no braço, ombro ou mão (por exemplo: golfe, martelar, ténis, etc.)	1	2	3	4	5
19.	Atividade de lazer nas quais movimentam o braço livremente (por exemplo: jogar ao disco, jogar badminton, etc.)	1	2	3	4	5
20.	Utilizar meios de transporte para se deslocar (de um lugar para o outro)	1	2	3	4	5
21.	Atividades sexuais	1	2	3	4	5

		Não afetou nada	Afetou pouco	Afetou	Muita dificuldade afetou muito	Incapacitou
22.	Em que medida é que na última semana, o seu problema no braço, ombro ou mão afetou as suas atividades sociais habituais com a família, os amigos, os vizinhos ou outras pessoas? (Faça um círculo á volta do número)	1	2	3	4	5
23.	Em que medida é que na última semana, o seu problema no braço, ombro ou mão o limitou no trabalho ou noutras atividade diárias? (Faça um círculo á volta do número)	1	2	3	4	5



N.º de identificação _____

Classifique a gravidade dos sintomas seguintes na última semana (faça um círculo á volta do número)

		Nenhuma	Pouca	Alguma	Muita	Extrema
24.	Dor no braço, ombro ou mão	1	2	3	4	5
25.	Dor no braço, ombro ou mão ao executar uma atividade específica	1	2	3	4	5
26.	Dormências (formigueiro) no braço, ombro ou mão	1	2	3	4	5
27.	Fraqueza no braço, ombro ou mão	1	2	3	4	5
28.	Rigidez no braço, ombro ou mão	1	2	3	4	5

		Nenhuma dificuldade	Pouca dificuldade	Alguma dificuldade	Muita dificuldade	Incapaz
29.	Pouca dificuldade (faça um círculo á volta do número)	1	2	3	4	5

		Discordo totalmente	Discordo	Nem discordo nem concordo	Concordo	Concordo totalmente
30.	Sinto-me menos capaz, menos confiante ou menos útil por causa do meu problema no braço, ombro ou mão. (Faça um círculo á volta do número)	1	2	3	4	5



N.º de identificação _____

Faça um círculo á volta do número que melhor descreve a sua capacidade física na última semana. Teve alguma dificuldade em:

		Nenhuma dificuldade	Pouca dificuldade	Alguma dificuldade	Muita dificuldade	Incapaz
1.	Usar a técnica habitual a praticar o desporto?	1	2	3	4	5
2.	Praticar desporto devido a dores no braço, ombro ou mão?	1	2	3	4	5
3.	Praticar desporto tão bem como gostaria?	1	2	3	4	5
4.	Estar o tempo habitual a praticar desporto?	1	2	3	4	5



Anexo 3 – Autorização da comissão de ética



Ethics Committee

ETHICS OPINION

Process **CEFADE 06.2018**

The Ethics Committee of the Faculty of Sport from the University of Porto analyzed the project entitled "Structural changes in infraspinatus muscle in volleyball player – characterization and functional diagnosis" presented by MSc. Bárbara Dos Santos Nora de Magalhães. Considering the project's characteristics, as well as the competence of the research team, the Ethics Committee addresses a positive opinion, because the ethical principles that govern this type of scientific work are respected.

Porto and Faculty of Sport, 24th March, 2018

The chairman of the Ethics Committee,

José Alberto Ramos Duarte

P.PORTO

ESCOLA
SUPERIOR
DE SAÚDE



M

MESTRADO

DESIGNAÇÃO DO MESTRADO