



DOUTORADO
EM CIÊNCIAS
DA REABILITAÇÃO

CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências da Reabilitação

FLÁVIA DE ALBUQUERQUE FERNANDES OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO DOS MEMBROS SUPERIORES EM NADADORES
ATRAVÉS DE TESTES FUNCIONAIS E DE POSTUROGRAFIA E SUA RELAÇÃO
COM DISFUNÇÕES MUSCULOESQUELÉTICAS**

RIO DE JANEIRO

2025

FLÁVIA DE ALBUQUERQUE FERNANDES OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO DOS MEMBROS SUPERIORES EM NADADORES
ATRAVÉS DE TESTES FUNCIONAIS E DE POSTUROGRAFIA E SUA RELAÇÃO
COM DISFUNÇÕES MUSCULOESQUELÉTICAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, do Centro Universitário Augusto Motta, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências da Reabilitação.

Linha de Pesquisa: Reabilitação no Esporte e no Esporte Adaptado

Orientador: Thiago Lemos de Carvalho

RIO DE JANEIRO
2025

Autorizo a reprodução e a divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio, convencional ou eletrônico, para fins de estudo e de pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA
Elaborada pelo Sistema de bibliotecas e
Informação – SBI – UNISUAM

616.024 Oliveira, Flávia de Albuquerque Fernandes

O48a Avaliação da função dos membros superiores em nadadores através de testes funcionais e de posturografia e sua relação com disfunções musculoesqueléticas / Flávia de Albuquerque Fernandes Oliveira. Rio de Janeiro, 2025.

100p.

Tese (Doutorado em Ciência de Reabilitação). Centro Universitário Augusto Motta, 2025.

1. Dor musculoesquelética. 2 Articulação do ombro. 3. Reabilitação. 4. Natação I. Título.

CDD 22.ed.

FLÁVIA DE ALBUQUERQUE FERNANDES

**AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO DOS MEMBROS SUPERIORES EM
NADADORES ATRAVÉS DE TESTES FUNCIONAIS E DE
POSTUROGRAFIA E SUA RELAÇÃO COM DISFUNÇÕES
MUSCULOESQUELÉTICAS**

Examinada em 03 / 07 / 2025



Thiago Lemos de Carvalho

PPGCR – UNISUAM – orientador

Documento assinado digitalmente

gov.br

ARTHUR DE SÁ FERREIRA
Data: 04/07/2025 08:48:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Arthur de Sá Ferreira

PPGCR – UNISUAM

Documento assinado digitalmente

gov.br

FABIO VIEIRA DOS ANJOS
Data: 04/07/2025 00:05:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Fábio Vieira dos Anjos

PPGCR – UNISUAM

Documento assinado digitalmente

gov.br

CARLA PORTO LOURENÇO
Data: 04/07/2025 13:51:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Carla Porto Lourenço

UNILAGOS

Documento assinado digitalmente

gov.br

LIDIANE APARECIDA FERNANDES
Data: 03/07/2025 19:07:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lidiane Aparecida Fernandes

UFOP

RIO DE JANEIRO

2025

AGRADECIMENTOS

Concluir o doutorado é, antes de tudo, um testemunho da graça de Deus em minha vida. A Ele, toda a minha gratidão por me sustentar nos dias de cansaço, iluminar meus caminhos e renovar minhas forças quando elas pareciam esgotadas. À Nossa Senhora, mãe e intercessora, que confiei cada etapa desta jornada — e foi sob seu manto de amor e proteção que encontrei serenidade para continuar.

Aos meus filhos, Maria Eduarda e Theo, razão maior da minha perseverança, obrigada por compreenderem minhas ausências, por transformarem meu cansaço em motivação e por me lembrarem, todos os dias, do real sentido da palavra amor. O brilho nos olhos, quando dizem que têm orgulho da minha jornada, é a maior recompensa que eu poderia receber. Que este caminho os inspire a também seguirem os seus sonhos com coragem e dignidade.

Ao meu marido Adolfo, meu companheiro de vida, obrigada por todo apoio, paciência e incentivo diário.

Ao meu pai Luiz, pelo exemplo de integridade, pelo amor constante e por sempre acreditar que eu seria capaz.

À minha mãe Soraya, que partiu antes de ver este sonho realizado, mas cuja presença permanece em mim todos os dias. A força, o carinho e os ensinamentos que me deixou foram, e sempre serão, a base da mulher que me tornei. Esta conquista também é sua.

Ao meu orientador Thiago, pela orientação paciente, pela exigência acadêmica e pelo respeito em cada etapa deste processo. Obrigada por ter confiado no meu trabalho e por me ajudar a crescer como pesquisadora.

A todos vocês, meu mais sincero e emocionado agradecimento.

FLÁVIA DE ALBUQUERQUE FERNANDES. Avaliação da função dos membros superiores em nadadores através de testes funcionais e de posturografia e sua relação com disfunções musculoesqueléticas. 2025. Tese (Doutorado Acadêmico em Ciências da Reabilitação) – Centro Universitário Augusto Motta, Rio de Janeiro.

RESUMO

Introdução: A repetição de movimentos e o estresse elevado na articulação do ombro, comuns na natação desportiva, podem causar disfunções musculoesqueléticas. Sendo a avaliação da funcionalidade e do risco de disfunção parte integral do processo de reabilitação, é frequente o desenvolvimento de novos testes e ferramentas de medidas clínico-funcional. A compreensão dos mecanismos neuromusculares subjacentes ao desempenho funcional e a sua relação com as disfunções subsequentes no complexo do ombro são as temáticas abordadas pelo presente estudo. **Objetivo:** Avaliar o desempenho clínico-funcional e o controle da estabilidade dos membros superiores em nadadores jovens, estabelecendo a relação entre essas variáveis e as disfunções musculoesqueléticas subsequentes no complexo do ombro. **Métodos:** Esta investigação compreendeu (1) um estudo transversal e (2) um estudo de coorte prospectivo. Foram avaliados 32 atletas de natação (20 do sexo feminino), com idades entre 13 e 16 anos (mín.-máx.). As avaliações consistiram na aplicação de anamnese, Escala Visual Analógica de Dor (EVA), Índice Western Ontario Shoulder Instability (WOSI) e o teste funcional Upper Quarter Y Balance Test (UQ-YBT), realizado sobre uma plataforma de força, permitindo o registro dos deslocamentos do centro de pressão (CoP). No estudo 1, o desempenho funcional e os deslocamentos do CoP foram comparados entre os membros superiores preferido e não preferido, conforme definido pela Escala de Edimburgo. No estudo 2, o registro de dor musculoesquelética no ombro foi realizado após seis meses da avaliação, e foram analisadas as associações entre o desempenho clínico-funcional e a ocorrência de dor. **Resultados:** No estudo 1, o melhor desempenho no UQ-YBT foi observado na direção medial, havendo diferenças entre os membros superiores nas direções inferolateral (preferido > não preferido) e medial (não preferido > preferido). Os deslocamentos posturais não apresentaram correspondência com o desempenho, sendo maiores na direção

súperolateral, sem efeito da preferência manual. Houve correlação significativa entre o desempenho e os deslocamentos posturais apenas na direção medial. No estudo 2, 10 nadadores relataram dor no ombro seis meses após a avaliação clínico-funcional. Esses apresentaram escores mais altos no WOSI e na EVA, sem diferenças nas variáveis antropométricas, de treinamento, desempenho funcional ou equilíbrio. A análise de regressão logística identificou o WOSI, a EVA e a idade como preditores significativos de dor subsequente. **Conclusão:** Em nadadores jovens, o desempenho no UQ-YBT não apresenta correspondência com as medidas posturográficas. Os deslocamentos posturais são afetados pela demanda da tarefa, mas não pela preferência manual. As medidas de desfecho clínico-funcional, como o WOSI e a EVA, mostraram-se preditores mais importantes para dor subsequente no ombro do que testes funcionais como o UQ-YBT.

Palavras-chave: reabilitação; articulação do ombro; natação; instabilidade articular; dor musculoesquelética.

FLÁVIA DE ALBUQUERQUE FERNANDES. Assessment of upper limb function in swimmers through functional tests and posturography and its relationship with musculoskeletal dysfunctions. 2025. Thesis (Academic Doctorate in Rehabilitation Sciences) – Centro Universitário Augusto Motta, Rio de Janeiro.

ABSTRACT

Introduction: The repetition of movements and high stress on the shoulder joint, common in competitive swimming, can lead to musculoskeletal dysfunctions. Since the assessment of functionality and the risk of dysfunction is an integral part of the rehabilitation process, new clinical-functional tests and measurement tools are frequently developed. Understanding the neuromuscular mechanisms underlying functional performance and their relationship with subsequent dysfunctions in the shoulder complex are the key themes addressed in this study. **Objective:** To evaluate clinical-functional performance and upper limb stability control in young swimmers, establishing the relationship between these measures and subsequent musculoskeletal dysfunctions in the shoulder complex. **Methods:** This investigation comprised (1) a cross-sectional study and (2) a prospective cohort study. Thirty-two competitive swimmers (20 female), aged 13–16 years (min.–max.), were evaluated. Assessments included anamnesis, the Visual Analog Scale (VAS) for pain, the Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI), and the Upper Quarter Y Balance Test (UQ-YBT), performed on a force platform to record center of pressure (COP) displacements. In Study 1, functional performance and CoP displacements were compared between the preferred and non-preferred upper limbs, as defined by the Edinburgh Handedness Inventory. In Study 2, musculoskeletal shoulder pain was recorded six months after the clinical-functional assessment, and associations between clinical-functional performance and pain occurrence were analyzed. **Results:** In Study 1, the best UQ-YBT performance was observed in the medial direction, with differences between upper limbs in the inferolateral (preferred > non-preferred) and medial (non-preferred > preferred) directions. Postural displacements did not correlate with performance, being greater in the superolateral direction, with no effect of limb preference. A significant correlation between performance and postural displacements was found only in the medial direction. In Study 2, 10 swimmers reported shoulder pain

six months after the clinical-functional assessment. These individuals had higher WOSI and VAS scores, with no differences in anthropometric, training, functional performance, or balance variables. Logistic regression analysis identified WOSI, VAS, and age as significant predictors of subsequent pain. **Conclusion:** In young swimmers, UQ-YBT performance does not correlate with posturographic measures. Postural displacements are influenced by task demand but not by limb preference. Clinical-functional outcome measures, such as WOSI and VAS, proved to be more significant predictors of subsequent shoulder pain than functional tests like the UQ-YBT.

Keywords: rehabilitation; shoulder joint; swimming; joint instability; musculoskeletal pain.

SUMÁRIO

ESTRUTURA DA TESE	1
PARTE I – PROJETO DE PESQUISA.....	2
1. INTRODUÇÃO	3
2.1. Articulação do ombro e estabilizadores do complexo articular.....	5
2.2. Articulação do ombro – avaliação da função	7
2.3. Natação desportiva e o complexo do ombro.....	9
2.5. Avaliação do desempenho sensório-motor.....	12
3.1. Relevância para as ciências da reabilitação.....	15
3.2. Relevância para a Agenda de Prioridades do Ministério da Saúde	15
3.3. Relevância para o Desenvolvimento Sustentável.....	15
4. OBJETIVOS	15
4.1. Objetivo geral	15
4.2. Objetivos específicos	15
5.1. Delineamento do estudo.....	16
5.2. Local de realização do estudo	16
5.3. Amostra.....	16
5.3.1. Critérios de Inclusão.....	16
5.3.2. Critérios de Exclusão	16
5.3.3. Cálculo ou justificativa do tamanho amostral	17
5.4. Procedimentos	17
5.4.1. Anamnese e instrumentos de avaliação clínico-funcional.....	18
5.4.2. Teste funcional de estabilidade do complexo do ombro	18
5.4.3. Aquisição e análise dos sinais posturográficos.....	20
5.4.4. Avaliação prospectiva	20
5.5. Análise dos dados.....	20
5.5.1. Variáveis de desfecho primário	20
5.5.2. Variáveis de desfecho secundário	20
5.5.3. Análise estatística	20
5.6. Resultados esperados	21
5.7. Aspectos éticos	21
7. CRONOGRAMA.....	23

REFERÊNCIAS	24
APÊNDICE 1. Modelo de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	29
ANEXO 1. ANAMNESE	32
ANEXO 2. Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI)	33
ANEXO 3. Escala Visual Analógica (EVA)	36
ANEXO 4. Questionário de Lateralidade de Edinburgh	37
ANEXO 5. Questionário prospectivo para avaliação da dor.....	38
ANEXO 6. Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa	39
PARTE II – PRODUÇÃO INTELECTUAL.....	41
Contextualização da Produção	42
Manuscrito(s) para Submissão	43
Manuscrito #1	44
Manuscrito #2	67
Disseminação da Produção	85

ESTRUTURA DA TESE

Essa tese de doutoramento está constituída por duas partes:

- (1) o **PROJETO DE PESQUISA**, apresentando o projeto apresentado ao Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da instituição, acrescido da carta de aprovação (ANEXO 6 do projeto);
- (2) a **PRODUÇÃO INTELECTUAL**, apresentando os dois manuscritos resultantes do desenvolvimento do projeto de pesquisa, além dos certificados de apresentação em eventos de divulgação científica.

PARTE I – PROJETO DE PESQUISA

1. INTRODUÇÃO

A natação desportiva pode ser definida como uma modalidade cíclica que objetiva a máxima performance, em um menor tempo possível, para percorrer determinada distância. Na natação competitiva, o desempenho é avaliado associado a progressão atlética, objetivando realizar os movimentos no menor tempo possível (Mooney *et al.*, 2016). Os praticantes de natação fazem parte do grupo de risco para lesões no ombro, juntamente com outros atletas de esportes que realizam movimentos com abdução, rotação externa e interna acima de 90 graus (Contemori *et al.*, 2017).

A exigência da natação com relação a articulação do ombro, principalmente considerando as altas cargas de trabalho e os movimentos repetitivos, pode favorecer dores e instabilidades (Aguado-Henche *et al.*, 2018). Além disso, atletas competitivos apresentam características musculoesqueléticas diferenciadas, realizando treinos intensos tanto no meio aquático quanto terrestre, apresentando um grau maior de risco para complicações. A dor no ombro observada nesse contexto é usualmente associada a hipermobilidade articular e a deficiências no controle sensório-motor e na ativação neuromuscular, induzindo alterações posturais assintomáticas que podem ter uma repercussão negativa no desempenho, evoluindo para uma possível limitação funcional (Asopenes *et al.*, 2012).

A instabilidade de ombro é uma incidência comum e a sua melhora, para realização de movimentos com maior qualidade, podem ser avaliados de maneira objetiva, através da amplitude de movimento, e subjetiva, por meio de questionários sobre a função do ombro (Van der Linde *et al.*, 2014). Entretanto, as respostas neuromusculares e a propriocepção avaliadas de forma separada não refletem uma avaliação da função global do ombro (Edouard *et al.*, 2012).

A posturografia, técnica que utiliza uma plataforma de força para avaliar qualquer alteração e deslocamento de forças aplicadas sobre uma superfície rígida, em condições estáticas ou dinâmicas, é considerado um procedimento bem aceito para avaliações de membros inferiores, mas em avaliações para membros superiores, existe uma divergência de opiniões, sendo verificadas poucas variações, principalmente, por ser realizada apenas em posições estáticas, mas ainda assim, sendo aceitável. Este procedimento de avaliação foi validado em uma população homogênea de indivíduos saudáveis. Segundo Edouard *et al.* (2014):

“Uma plataforma de força oferece a oportunidade de monitorar os deslocamentos do centro de pressão (CoP) que incorporam ações musculares corretivas. Qualquer deficiência do sistema sensório-motor, por exemplo, deficiência ligamentar e capsular (aferente), inibições centrais (central), força ou coativação (eferente) em pacientes com instabilidade da articulação glenoumeral poderiam ser destacadas por algumas variações da CoP.” (p. 356; tradução livre).

As oscilações corporais são medidas através do registro dos deslocamentos do Centro de Pressão (CoP) na plataforma de força, sendo uma medida definida por duas coordenadas (médio-lateral e anteroposterior). Vários outros parâmetros podem ser calculados como desvio-padrão, frequência média e velocidade média das oscilações corporais, onde maiores pontuações indicam menor estabilidade e menores pontuações, maior estabilidade.

A informação proprioceptiva oriunda dos mecanorreceptores presentes nas estruturas musculotendíneas, capsuloarticulares e estruturas cutâneas são mecanicamente sensíveis e enviam sinais neurais modulados em frequência para os diferentes níveis de controle do SN (Myers *et al.*, 2000). Por sistema sensório-motor, entendemos por um o conjunto de componentes sensoriais, motores e de integração e processamento do sistema nervoso (SN), envolvidos na manutenção da estabilidade funcional conjunta do corpo e seus segmentos (Myers *et al.*, 2000). Lesões ou disfunções nas estruturas estabilizadoras, podem levar a uma deficiência no controle sensório-motor, causando um funcionamento anormal das estruturas acometidas e respostas motoras inadequadas (Frydendal *et al.*, 2018).

O objetivo deste presente estudo foi avaliar, em atletas de natação, a posturografia em membros superiores em caráter dinâmico, o que difere de outros estudos, que se utilizaram de testes estáticos. Espera-se identificar o comportamento do centro de pressão (CoP), registrados pela plataforma de força, durante a realização do *Upper Quarter Y Balance Test* (YBT-UQ) pelo membro contralateral, mensurado quando em sustentação pelos membros superiores, para fins de avaliação da associação com dor e instabilidade de ombro, comparando a avaliações subjetivas feitas previamente, através de questionários específicos. O estudo será feito através

da comparação do membro acometido por dor e instabilidade ao membro contralateral sem queixas, e da comparação entre os grupos que apresentam ou não dor articular. Este desfecho poderá otimizar a avaliação do atleta, evitando afastamentos prolongados. Ter em mãos instrumentos validados facilitam o diagnóstico precoce otimizando condutas profiláticas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Articulação do ombro e estabilizadores do complexo articular

O complexo do ombro apresenta 4 articulações. A articulação glenoumeral é coberta pela cartilagem hialina, onde a cabeça do úmero se une a cavidade glenóide. Por ser extremamente rasa, esta apresenta um *labrum* que é um anel de tecido conjuntivo com a função de aumentar sua profundidade, servindo como estabilizador do ombro estático. Está envolta na cápsula articular e uma membrana sinovial ajuda a produzir o líquido sinovial, com a função de lubrificar e nutri-la. Apresenta também a bursa subacromial, com a importante função de amortecer e facilitar os movimentos articulares (Wajeih & Gregg, 2018). A articulação acromioclavicular é a grande chave entre a conexão dos movimentos escapuloumeral e clavicular e permite o movimento simultâneo entre as articulações acromioclaviculares e esternoclaviculares (Ha *et al.*, 2014). A articulação escapulotorácica não apresenta nenhuma cápsula de revestimento, apresenta movimentos de retração, protração e rotação, mas a função primordial é elevação e depressão sem alteração do movimento do ombro, aumentando assim a flexibilidade da articulação, contribuindo em aproximadamente um terço da amplitude geral do movimento. A articulação esternoclavicular está envolta numa cápsula independente, permitindo a elevação do braço sem o movimento do tórax (Wajeih & Gregg., 2018).

Os principais músculos do complexo do ombro são: deltóide; o manguito rotador, formado pelos músculos supraespinhal, infraespinhal, redondo menor, sub-escapular e o redondo maior (Moser *et al.*, 2013). Contudo, o estabilizador ativo da articulação do ombro é o manguito rotador, tendo o supraespinhal funcionando ativamente até 60° de abdução, com o deltóide como auxiliar caso exista algum tipo falha (Jansen *et al.*, 2001). O infraespinhal gera em média 60% da força para rotação externa e resiste as trações superior além da posterior. Já o redondo menor tem impacto na resistência de tração superior e posterior e gera força para rotação externa. Por sua vez, o subescapular atua como um forte rotador interno, resistindo a tração anterior e inferior

(Lugo *et al.*, 2008). Por fim, o redondo maior atua na rotação interna, adução e retroversão do úmero. A estabilização da escápula é realizada por um par de forças formadas pelo rombóide, trapézio superior e inferior e serrátil anterior (Oliver *et al.*, 2015). A integração de todas essas estruturas, permitem uma perfeita estabilidade e harmonia nos movimentos.

Para que exista uma condição de estabilidade no corpo, muitos sistemas atuam de forma automática. O conceito de estabilidade pode ser definido tendo como base o alinhamento neutro articular e a capacidade de permanecer ou retornar a posição de origem após um estímulo durante tarefas funcionais (Clarck, 2024). O controle de feedback é uma correção após uma estimulação evocada por um estímulo, enquanto os controles antecipados são ações que antecedem uma ruptura homeostática (Riemann & Lephart, 2002). A estabilidade do ombro é a permanência da cabeça umeral retornando ou permanecendo na cavidade glenóide pela equalização de forças entre componentes estáticos e dinâmicos (Myers *et al.*, 2006) e é alcançada graças a um trabalho em conjunto de estruturas capsoligamentares, que apresentam terminações neurais (Myers & Lephart, 2002). Essas estruturas compõem parte do sistema sensório-motor (Myers *et al.*, 2006). Em 1997, no seminário de Educação e Pesquisa em Medicina, o termo “sensóriomotor” foi utilizado para descrever a integração entre o processamento sensorial e central e a resposta motora organizada para a manutenção homeostase (Riemann & Lephart, 2002).

Dentro das cápsulas articulares, ligamentos, músculos, tendões, fáscia e pele e em torno das articulações, existem os mecanorreceptores, conhecidos como receptores de Ruffini e corpúsculos de Pacini. Tais receptores são neurônios sensoriais mecanicamente sensíveis, que detectam qualquer deformação mecânica do tecido, enviando sinais neurais modulados para o sistema nervoso central (SNC) através das vias aferentes. Essas informações são processadas e integradas em diferentes níveis do SNC (Myers *et al.*, 2008).

As informações transmitidas ao SNC, através da propriocepção, fornecem um componente sensorial capaz de estimular o sistema motor, que passa por modificações constantes, com base na integração e análise dessa entrada sensorial, gerando respostas motoras e resultando em movimentos correspondentes aos estímulos (Riemann & Lephart, 2002). Esse efeito promove respostas musculares contrateis, estabilidade articular e movimentos coordenados, conhecidas com respostas eferentes (Myers *et al.*, 2008).

A integração entre estabilizadores estáticos e dinâmicos são facilitados pelo sistema sensório-motor. Essa rede interligada, com uma coordenação avançada, permite e facilita a estabilidade articular (Frydendal, 2018). Por sua vez, modificações na integridade do tendão e de suas propriedades mecânicas podem levar a falhas. Quando a dor é existente, pode acarretar alteração do comportamento motor, impactando as respostas motoras, amplitude do reflexo, cinemática e planejamento do movimento (Bachasson, *et al.*, 2015). Segundo Frydendal (2018):

"Qualquer disfunção ou lesão das estruturas estabilizadoras pode inibir informações sensoriais ou proprioceptivas (aférentes), respostas neuromusculares (eferentes) e integração central, resultando em deficiências no controle sensório-motor." (p.5)

2.2. Articulação do ombro – avaliação da função

Avaliações devem ser realizadas para identificar riscos e presença de disfunções do ombro. Essas avaliações, realizadas de forma precoce e mais fidedigna possível, facilitam as escolhas das estratégias e programas de reabilitação, minimizando maiores tempos de afastamento, progressão negativa da doença e prejuízo à rotina do atleta. Vários estudos têm investigado o desempenho muscular em nadadores que sofrem comprometimentos na articulação do ombro.

Podemos destacar: a verificação de atrofia nos músculos deltóide, supraespinhal e infraespinhal; a inspeção da posição estática e dinâmicas da escápula; a presença de cicatrizes; a palpação para avaliar a presença de algum tipo de deformidade, mudanças na sensibilidade ou crepitação; a mensuração da amplitude de movimento, realizando movimentos ativos e passivos em flexão, extensão, abdução, rotação em adução e abdução em 90 graus e rotação interna em adução e abdução em 90 graus (Haley, 2017).

Além disso, testes de força são comumente utilizados, através da comparação contralateral do movimento de abdução de ombro para avaliação da função dos músculos deltóide, abdução e rotação externa, para avaliação do redondo menor. Nesses testes é considerado também as sensações do ombro oposto, além da avaliação de possíveis lesões nos nervos mediano, ulnar, radial e musculocutâneo (Haley, 2017). A avaliação postural é fundamental, sendo geralmente utilizado o teste

de frouxidão, através do escore de Beighton, para exclusão de distúrbios de colágeno, e o teste para avaliação da cadeia cinética de estabilidade, correlacionando a função do membro superior com o membro inferior. A qualidade e a suavidade do movimento devem ser avaliadas na presença de dor (Aguado-Henche *et al.*, 2018).

Existem vários tipos de questionários para avaliar as alterações do complexo do ombro. O *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand* (DASH) e sua forma abreviada (QuickDASH), apesar de não serem específicos para ombro, são os mais utilizados e mais bem testados (Angst *et al.*, 2011). O *Shoulder Pain and Disability Index* (SPADI) tem a característica de ser a autoavaliação de menor tamanho, mas é altamente validado (Angst *et al.*, 2011). A avaliação *American Shoulder and Elbow Surgeons Shoulder Score* (ASES), que é o questionário americano para ombro e cotovelo, apresenta muitos itens, se tornando longo demais. O *Society Standardized Shoulder Assessment Form, Constant (Murley) Score* (CS) se apresenta como uma ferramenta curta, mas sua confiabilidade é baixa, pelos diferentes protocolos de aferição de força. O *Simple Shoulder Test* (SST) é fácil de entender e pontuar, utiliza repostas binárias (sim / não), mas junto ao *Shoulder Disability Questionnaire* (SDQ), são afetados no seu uso pela pontuação, validade e comparabilidade da métrica com outras pontuações.

O *Oxford Shoulder Score* (OSS) foi desenvolvido para condições cirúrgicas, apresenta a característica de ser curto, mas faltam dados de testes psicométricos (Angst *et al.*, 2011). A escala de atividade de Tegner classifica as atividades esportivas com envolvimento de joelho acometido por uma lesão do ligamento cruzado anterior. Apesar de ser projetado para joelho, foi usada para avaliar pacientes após cirurgia no ombro devido a instabilidade anterior recorrente. Como a escala original é ponderada para joelho, o futebol é pontuado mais alto que a natação, causando preocupações sobre o teste. A escala de atividade de Brophy-Marx para o ombro avalia o nível geral de atividade através da frequência com que o indivíduo completa cinco atividades do ombro: carregar objetos pesados ou mais pesados que uma sacola de compras na mão, mas não especifica esportes (Vascellari *et al.*, 2017). O índice *Western Ontario Shoulder Instability* (WOSI) é melhor o testado psicometricamente para instabilidade do ombro, embora ainda haja falta de dados de testes (Angst *et al.*, 2011).

2.3. Natação desportiva e o complexo do ombro

A Natação é uma atividade física difundida em todo o mundo, com os registros mais antigos constando de 7000 anos, sendo as referências escritas de 2000 a.C (Conti, A. *et al*, 2015). Nela, participam pessoas de ambos os sexos, idades e condições de saúde. Por movimentar praticamente todos os músculos e articulações do corpo, a prática da natação é considerada um dos melhores exercícios físicos existentes, trazendo ótimos benefícios para o organismo e a saúde, ajudando a melhorar a coordenação motora (Conti, A. *et al*, 2015). Devido as forças do empuxo, que diminuem quase que completamente o peso corporal, tornam o risco de lesões minimizados durante a prática. Em relação a corrida, a exigência energética é quase 4 vezes maior, mas, por ser na água, existe uma facilitação quando o indivíduo está totalmente adaptado ao meio (Conti, A. *et al*, 2015).

Dentre o imensurável número de praticantes, encontram-se os atletas de alta performance, aqueles que dedicam grande parte de sua rotina dentro das piscinas, com jornadas de treino tanto no meio aquático quanto terrestre, bastante intensos. A natação competitiva começou na Europa em meados de 1800, passou a fazer parte dos jogos olímpicos em 1896 e em 1908 foi fundada a FINA (Federação Internacional de Natação). Até hoje a natação é considerada uma das mais importantes modalidades entre todos os desportos. Podemos definir a natação desportiva como modalidade cíclica que objetiva a máxima performance, em um menor tempo possível, para percorrer determinada distância. Na natação de elite, vários métodos são utilizados para avaliar o desempenho e monitorar a progressão atlética, numa busca incansável na melhora de cada milésimo de segundo (Mooney *et al.*, 2016).

A natação é um esporte que combina resistência, força e controle em movimentos de rolamento de ombros. A extremidade superior exerce movimentos altamente repetitivos, que fornecem força propulsiva para todos os quatro estilos: crawl, costas, peito e borboleta. Em uma semana típica, os atletas podem nadar até 14.000m, realizando uma média de 16.000 rotações de ombro nesse período, que facilmente podem sobrecarregar todas as estruturas do complexo do ombro, levando inclusive a dor em repouso (Struyf *et al.*, 2017). A presença de dor pode ser um dos primeiros sinais da existência de danos. Incapacidades motoras e imaturidade do sistema musculoesquelético podem ser fatores de exposição de jovens atletas (Oliveira *et al.*, 2017). Além destes fatores, amplitude de movimento, flacidez glenoumeral, desequilíbrios entre forças musculares, discinesia escapular e volume

de treino são causas descritas na literatura como fatores de risco para lesões de ombro em nadadores, sendo esses problemas musculoesqueléticos os mais comuns entre os nadadores competitivos (Walker *et al.*, 2012).

Pela característica de movimentos repetitivos e altos volumes de treino, as preocupações com a incidência dor nos atletas têm aumentado significativamente. A tendinopatia de supraespinhal é considerada a intercorrência mais comum. A literatura relata que 40% a 91% dos atletas relatam algum tipo de dor no ombro, mas existe uma falta de concordância quanto a causa real dessa dor. Vários estudos foram identificados, mas os fatores que predisõem a dor e lesão, precisam ser avaliados criticamente (Hill *et al.*, 2017). Qualquer tipo de instabilidade leva ao afastamento do atleta, perdendo assim treinamento e possíveis competições (Cameron *et al.*, 2013). Poucos são os estudos que investigam o movimento funcional dos membros superiores em nadadores (Bullock *et al.*, 2017).

2.4. Avaliação da dor e instabilidade do ombro

Dor é conceituada pela Associação Internacional de Estudos da Dor (*International Association for the Study of Pain – IASP*) como “uma experiência sensorial e emocional desagradável associada ou semelhante àquela associada a uma lesão real ou potencial nos tecidos”. Após a lombalgia e a cervicalgia, a dor no ombro aparece como o terceiro distúrbio mais recorrente na população. Devido a fatores externos e internos existentes em altos volumes de treinamento, e aí não citamos apenas a natação, mas qualquer esporte que utilize movimentos acima de 90°, o quadro algíco é uma das queixas reincidentes (Mohseni Bandpei *et al.*, 2012).

Medidas objetivas podem ser úteis para determinar a presença ou intensidade da dor, mas o autorrelato é o padrão-ouro. Os dois principais parâmetros para avaliar os ensaios de dor são: intensidade da dor e alívio da dor. As ferramentas mais utilizadas são: *Numerical Rating Scales* (NRS), *Visual Analog Scales* (VAS), *Faces Pain Scale-Revised* (FPS-R) e o *Verbal Rating Scales* (VRS). Para uma sensação subjetiva quanto a intensidade da dor o VAS e o NRS são igualmente positivos, mas no caso do NRS, VRS e EVA, apenas três opções de respostas limitam a discriminação da sintomatologia. O VRS foi escolhido para menos instruídos e os idosos e o NRS para população mista e com queixa de dor crônica. Independentemente da escolha da ferramenta, em posições de repouso a intensidade da dor é mais bem avaliada (Gordon, 2016). Para avaliarmos a intensidade de dor no nosso estudo, utilizaremos a

mais conhecida: a *Visual Analog Sales* (EVA) (Breivikl *et al.*, 2008). Inicialmente o EVA foi utilizado em psicologia para medição de transtornos de humor e apenas em 1960 foi iniciado no uso da medição de dor. Numa pesquisa realizada na PubMed, usando as palavras chaves “dor” e “Escala Visual Analógica”, houve um aumento exponencial nos artigos que relatam o uso do EVA, passando de 2 em 1975 para 2181 em 2014 (Heller *et al.*, 2016).

Nas questões relacionadas a instabilidade, podemos considerar a articulação glenoumeral como a mais instável entre as articulações humanas (Doehrmann & Frush, 2022). Quando os limites estabelecidos pelo lábio glenoidal são ultrapassados pelos movimentos, a instabilidade do ombro tem características sintomáticas (Johnson & Tadi, 2021).

As instabilidades são classificadas como: anterior, posterior e multidirecional. A anterior, conhecida há mais tempo e estudada desde Hipócrates, a posterior, menos comum e com mais acometimentos nos atletas, descrita somente após 1741 por White *et al.* (Doehrmann & Frush, 2022) e a multidirecional, onde os deslocamentos do ombro acontecem em mais de duas direções, caracterizada por dor e sensação articular de “clique” (Klaptocz *et al.*, 2021), sendo a mais debilitante em atletas (Anderson *et al.*, 2021) e com alta taxa de reincidência (Wolf *et al.*, 2021). A instabilidade recorrente pode ser originária do uso excessivo ou trauma articular (Ladd *et al.*, 2021) é uma incidência comum e a sua melhora, para realização de movimentos com maior qualidade, podem ser avaliados de maneira objetiva, através da amplitude de movimento, e subjetiva, por meio de questionários sobre a função do ombro (Van der Linde *et al.*, 2014).

O índice *Western Ontario Shoulder Instability* (WOSI) é considerado o melhor teste para instabilidade do ombro, pois, foi testado psicometricamente (Angst *et al.*, 2011). Desenvolvido por Kirkley *et al.* e validado a partir das limitações do DASH e UCLA (Van der Linde *et al.*, 2014). O teste avalia atividades esportivas, composto por 4 domínios referentes aos sintomas físicos: esporte/recreação; função do trabalho; função do estilo de vida e função emocional. O WOSI apresenta 21 itens, sendo as respostas dadas em uma escala analógica de 100 mm variando de “sem queixas” (0 mm) a “queixas graves” (100 mm) (Barbosa *et al.*, 2012).

No presente estudo será utilizado o questionário WOSI (Van der Linde *et al.*, 2014) para avaliação da instabilidade do ombro, por ter especificamente um tópico sobre

atividades físicas. Para avaliação da intensidade da dor, utilizaremos a *Visual Analog Scales* (EVA), pela menor dificuldade interpretativa dos avaliados.

2.5. Avaliação do desempenho sensório-motor

O desempenho muscular é um termo amplo que abrange as capacidades de força, resistência e controle muscular (Struyf *et al.*, 2017).

Segundo Edouard (2012):

“de acordo com nosso conhecimento, não existe um processo de controle sensorimétrico de avaliação global para o ombro. Atualmente, apenas a avaliação da propriocepção ou respostas neuromusculares realizados separadamente é viável. Avaliar separadamente a propriocepção e a resposta neuromuscular não refletem a função global integrada do ombro, que destaca o interesse em desenvolver um método de avaliação do controle (p.409).”

Para que haja a estabilidade funcional, se faz necessária a interação entre estabilizadores estáticos e dinâmicos, na presença de lesão, essa interação apresenta um déficit proprioceptivo e alterações no funcionamento do sistema sensório-motor pela inibição da informação sensorial (aférente), a integração central e a resposta neuromuscular (eferente; Myers & Lephart, 2000).

Uma forma de avaliar o controle sensório-motor é através da estabilometria, que tem sido usada desde o final da década de 1950 para pesquisas sobre manutenção de postura. O controle postural está relacionado à capacidade de manter ou retornar o centro de massa corporal (CoM) sobre a sua base de suporte (BoS), em um campo gravitacional. Uma análise de sinais estabilométricos usando métodos atuais revelou a importância de manipular informações sensoriais e condições biomecânicas para obter informações sobre estratégias de controle postural (Boacat & Ferreira, 2013).

Os testes posturográficos são frequentemente utilizados e bem aceitos para avaliação dos membros inferiores. Essa ferramenta foi adaptada para avaliação de ombro por Edouard e colaboradores (2012 e 2014; FIGURA 1) e foi considerado

confiável, sendo os membros inferiores apoiados em uma mesa de tratamento e as extremidades superiores apoiadas na plataforma de força (Frydendal *et al.*, 2018).

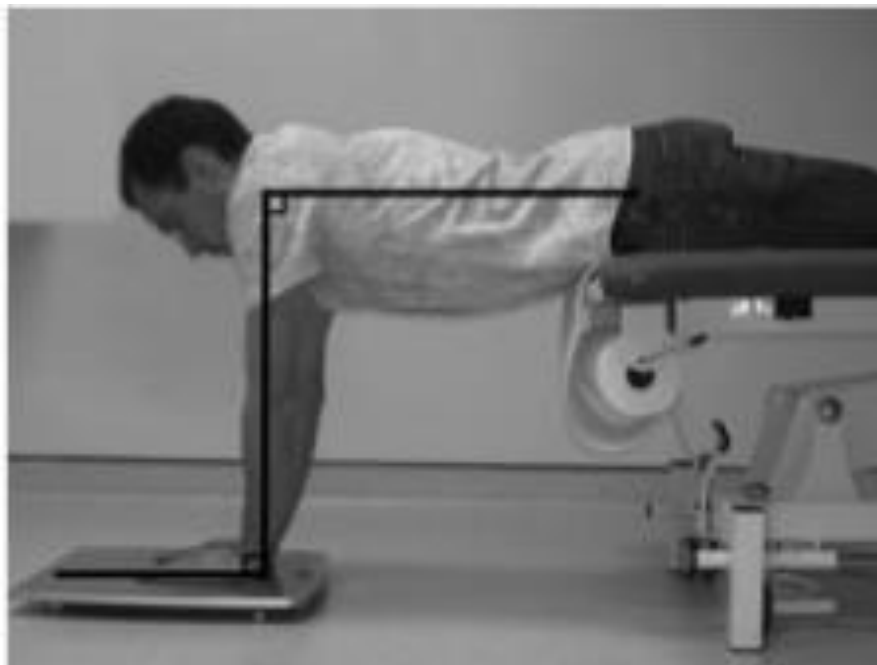


FIGURA 1. Avaliação plataforma de força. Fonte: Edouard (2012).

Edouard *et al.* (2014) sugerem o uso de uma plataforma de força para avaliação do controle sensório-motor, que foi validado através de uma avaliação numa população homogênea. Ele ainda afirma que os deslocamentos do CoP através de ações musculares corretivas são úteis para o monitoramento das deficiências do sistema sensório-motor.

Esse método adaptado para avaliação do sistema sensório-motor de membros superiores foi considerado confiável em posição prona, apoiados na plataforma de força, demonstrando alteração atividade muscular em nadadores competitivos com dor no ombro (Frydendal *et al.*, 2018). Essas hipóteses serão testadas no presente estudo, em uma população de atletas de natação.

Para uma avaliação dinâmica de instabilidade articular, iremos utilizar o *Upper Quarter Y Balance Test* (YBT-UQ; FIGURA 2), que tem a capacidade de avaliar o desempenho unilateral do membro superior nas condições de força, mobilidade e estabilidade e apresenta, comparado a outros testes de desempenho de estabilidade, uma associação moderada e confiável (Butler *et al.*, 2014). Foi considerado um bom

instrumento a ser utilizado para classificar a estabilidade de ombro através de seus valores normativos, inclusive em crianças e adolescentes (Schwartz *et al.*, 2021), sendo um teste de campo confiável, capaz de detectar alterações de estabilidade e mobilidade (Schwartz *et al.*, 2019), além de apresentar alto grau de confiabilidade e concordância na medida de comprimento do membro avaliado (Williamson *et al.*, 2019).



Starting Position YBT-UQ



Medial YBT-UQ reach



Inferolateral YBT-UQ reach



Superolateral YBT-UQ reach

FIGURA 2. Execução do *Upper Quarter Y Balance Test* (YBT-UQ).

Fonte: Gorman (2012)

O YBT-UQ será adaptado para realização sobre a plataforma de força. Nesse teste o participante posiciona uma das mãos apoiada na plataforma de força, que será o membro avaliado pela posturografia, enquanto a mão livre busca um alcance mais distante possível (Borms *et al.*, 2016) em uma das direções pré-determinadas, que será o membro avaliado pelo *Y Balance Test*. Esse alcance deverá ser realizado com o

membro contralateral livre nas direções medial, inferolateral e superolateral (Gorman *et al.*, 2012).

3. JUSTIFICATIVA

3.1. Relevância para as ciências da reabilitação

Esperamos chegar à uma maior compreensão dos mecanismos sensório-motores dos membros superiores relacionados a lesões musculoesqueléticas, promovendo assim outras formas de monitoramento de disfunções nesse segmento corporal, com ênfase no complexo do ombro. Assim, pode-se criar condições para que se evite os afastamentos prolongados ou aumento da gravidade da lesão.

3.2. Relevância para a Agenda de Prioridades do Ministério da Saúde

A relevância do estudo se enquadra no Eixo 9 - Programas e políticas em saúde, subitem 9.32 - Avaliação de Tecnologias em Saúde na Atenção Básica, pois, buscamos novo protocolo para minimizar incidência e agravamento de lesões de ombro através de ferramentas com possibilidade de inclusão nos serviços de assistência básica e saúde.

3.3. Relevância para o Desenvolvimento Sustentável

A relevância se aplica ao objetivo 3 - Boa Saúde e Bem-Estar, pois, a identificação precoce de lesões de ombro minimiza o risco de agravamento, reduzindo custos com tratamentos e melhora da qualidade de vida e bem-estar.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo geral

Avaliar o controle da estabilidade dos membros superiores através da posturografia e estabelecer a relação entre as variáveis posturográficas e as disfunções musculoesqueléticas em nadadores.

4.2. Objetivos específicos

- [1] Aplicar testes clínicos para avaliação de dor e instabilidade do complexo do ombro;
- [2] Aplicar testes de funcionalidade e estabilidade dos membros superiores, através do YBT-UQ adaptado sobre a plataforma de força;

- [3] Comparar as medidas posturográficas obtidas durante testes funcionais dinâmicos entre os diferentes grupos de atletas, estratificados quanto a dor e instabilidade do ombro;
- [4] Registrar, após 6 meses, as ocorrências de lesões musculares decorrentes da prática esportiva, avaliando possíveis preditores através dos dados funcionais e posturográficos obtidos previamente.

5. MÉTODOS

5.1. Delineamento do estudo

Estudo observacional transversal e um estudo de coorte prospectivo.

5.2. Local de realização do estudo

Laboratórios do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação do Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM e Clube de Regatas Flamengo.

5.3. Amostra

Atletas de natação do Clube de Regatas Flamengo. A amostra será estratificada após bateria de testes a partir de resultados positivos ou negativos para dor e instabilidade do complexo do ombro.

5.3.1. Critérios de Inclusão

Serão incluídos atletas que:

- Nadem um volume entre 3000m e 8000m por dia;
- Treinem de 5 a 7 vezes por semana;
- Com idades entre 13 e 17 anos.

5.3.2. Critérios de Exclusão

Não serão incluídos no estudo aqueles que relatarem:

- Alterações musculoesqueléticas incapacitantes;
- Uso de medicamentos anti-inflamatórios;
- Ausência de natação (treinamento / competição);
- Distúrbios neurológicos;
- História de cirurgia no tronco, punhos, cotovelos e ombros;
- Trauma grave anterior nas extremidades superiores e coluna lombar.

5.3.3. Cálculo ou justificativa do tamanho amostral

Para o cálculo amostral foi baseado nas informações disponíveis no estudo de Edouard et al (2014), com indivíduos com e sem instabilidade na articulação glenoumeral, utilizando como variável de desfecho a diferença da velocidade média do CoP entre os membros dominantes e não-dominante. Considerando o teste t para amostras independentes, bicaudal, e assumindo um tamanho de efeito de 1,2 u.a., um limiar estatístico de 5% e um poder de 80%, o tamanho amostral estimado é de 30 indivíduos (15 para cada grupo). Considerando ainda uma perda de 10% da amostra, por questões técnicas ou outras, pretendemos avaliar 33 indivíduos.

5.4. Procedimentos

A FIGURA 3 mostra o curso temporal dos procedimentos a serem realizados no presente estudo.

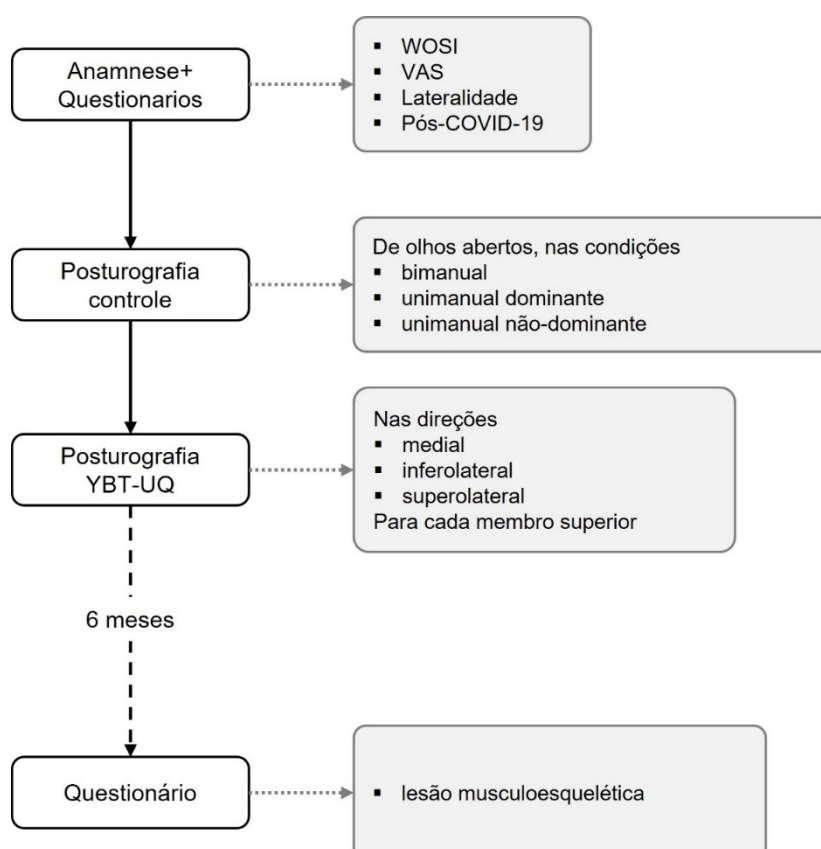


FIGURA 3. Fluxograma apresentando os instrumentos utilizados e a sequência do estudo.

5.4.1. Anamnese e instrumentos de avaliação clínico-funcional

Foi realizada uma anamnese (ANEXO 1) para obtenção de informações sociodemográficas, antropométricas e referentes à prática esportiva dos participantes.

Para avaliarmos a instabilidade do ombro utilizaremos o questionário *Western Ontario Shoulder Instability Index* (WOSI, ANEXO 2; Van der Linde *et al.*, 2014), por ser o teste que avalia atividades esportivas, composto por 4 domínios referentes aos sintomas físicos: esporte/recreação; função do trabalho; função do estilo de vida e função emocional. O WOSI apresenta 21 itens, sendo as respostas dadas em uma escala analógica de 100 mm variando de “sem queixas” (0 mm) a “queixas graves” (100 mm). Os itens foram resumidos em quatro subescores com pontuação total variando de 0 a 2100, onde, 0 indica nenhuma limitação na qualidade de vida e 2100 está relacionado a limitações extremas. Será utilizada a versão do WOSI traduzida para o português do Brasil (Barbosa *et al.*, 2012).

Para avaliarmos a intensidade da dor utilizaremos a Escala Visual Analógica, (EVA, ANEXO 3), representada por uma linha de 10 cm, com extremos correspondendo às frases “ausência de dor” e “dor insuportável”. Se não houver dor, a classificação é zero; para dor moderada, o nível de referência será 5; caso a dor seja intensa, a referência será 10 (Martinez *et al.*, 2011). O participante marca o local que reflete sua percepção e a distância a esquerda, podendo ser a escala vertical ou horizontal (Heller *et al.*, 2016). A EVA é bastante utilizada na avaliação da dor crônica, pois é de fácil aplicação (Figueredo *et al.*, 2009).

Para estabelecimento do membro superior dominante do participante, utilizaremos o Questionário de Lateralidade de Edinburgh (ANEXO 4). Tal questionário será aplicado em uma entrevista, em que cada sujeito deve indicar, para as dez atividades manuais listadas, qual mão tem preferência para realização da atividade, escolhendo entre a coluna da direita ou esquerda para resposta (Edlin *et al.*, 2015).

5.4.2. Teste funcional de estabilidade do complexo do ombro

Os membros superiores serão medidos em centímetros, utilizando uma fita métrica, com precisão de 0,5cm (Williamson *et al.*, 2019). Na posição de pé, com pés unidos (Kim *et al.*, 2019), braços mantendo abdução de 90° (Bauer *et al.*, 2021) extensão de cotovelos e posição anatômica para punhos, com polegares voltados para cima (Borms & Colls, 2018). A mensuração será realizada do processo espinhoso da 7 vértebra cervical até a ponta do dedo médio (Schwartz *et al.*, 2021).

Os participantes serão posicionados na plataforma de força e permanecerão em postura de flexão, com os membros superiores, tronco e membros inferiores estendidos, apoiados pelos pés que deverão estar afastados em alinhamento a articulação do quadril e apoiados nas pontas dos dedos. O participante deverá manter o ombro e punhos à 90 graus de flexão, mantendo os cotovelos totalmente estendidos e mãos em contato com a plataforma de força. Na condição bimanual, as mãos serão apoiadas na plataforma de forma que permaneçam em marcos precisos, previamente posicionados na plataforma, em relação ao plano frontal sagital. O participante deverá ainda manter a cabeça em alinhamento neutro ao eixo do tronco. Os testes serão realizados em ambientes sem ruído, sem variação de luminosidade e sempre pelo mesmo experimentador. No início do teste, um período de familiarização de 20s será fornecido aos participantes.

As seguintes tarefas serão realizadas: apoio em ambas as mãos com olhos abertos (BOA); apoio com o lado direito de olhos abertos (DOA); apoio com o lado esquerdo de olhos abertos (EOA), o membro oposto ao que será avaliado, deverá se manter apoiado junto ao tronco. A ordem do teste será randomizada. Cada teste será realizado uma única vez, durante 20s. Um período de repouso de 30s será dado entre cada condição.

Após a realização dessas tarefas, seguindo um intervalo de 3-5min de descanso, os participantes deverão realizar o *Upper Quarter Y Balance Test* (YBT-UQ), adaptado para a realização sobre a plataforma de força, com o uso de uma régua de madeira da mesma altura da plataforma (5 cm), posicionada em cada direção do YBT-UQ na qual será realizado teste. Esse teste impõem um enorme desafio de mobilidade e estabilidade ao complexo do ombro. Ele é realizado com o sujeito estando na posição inicial do exercício de flexão, se posicionando com o peso no membro fixo, no local pré-estabelecido na plataforma de força, que será o membro avaliado pela posturografia e realizando um alcance com o membro contralateral livre nas direções medial, inferolateral e superolateral (Gorman *et al.*, 2012), que será o membro avaliado pelo *Y Balance test*. O participante realizará o alcance em cada uma das três direções aleatoriamente, 3 vezes. A distância alcançada e as medidas posturográficas serão obtidas para cada teste.

5.4.3. Aquisição e análise dos sinais posturográficos

Aa coordenadas do centro de pressão (CoP) serão adquiridas através de uma plataforma de força (Wii Balance Board (Nintendo Co Ltd, Japão). Os dados serão transmitidos para um computador portátil usando sistemas sem fio Bluetooth e um programa personalizado escrito em LabView (National Instruments, EUA). A plataforma de força calibrada de acordo com as recomendações do fabricante. A frequência de amostragem ajustada para 40Hz. Após a aquisição, os descritores do deslocamento do CoP serão analisados offline em ambiente Matlab (MathWorks, EUA). O índice de estabilidade direcional, dada pela soma das variâncias do deslocamento e velocidade do CoP, será computado para cada direção anterior-posterior e medial-lateral (Riley et al., 1995).

5.4.4. Avaliação prospectiva

Após 6 meses será feito contato telefônico para verificação de ocorrências lesões musculares decorrentes da prática esportiva (ANEXO 5)

5.5. Análise dos dados

5.5.1. Variáveis de desfecho primário

Escore obtidos no WOSI e descritores posturográficos dos testes quasi-estáticos e do YBT-UQ, além do alcance em cada direção do YBT-UQ.

5.5.2. Variáveis de desfecho secundário

EVA, Questionário de Lateralidade de Edinburgh, dados sociodemográficos, antropométricos e relativos à prática da natação.

5.5.3. Análise estatística

Após a verificação do tipo de distribuição das variáveis obtidas serão utilizadas as estatísticas descritivas e inferenciais apropriadas.

Para comparação entre lados acometidos ou não por dor e instabilidade do complexo o ombro, dada pelos escores do WOSI e EVA, será realizada um teste *t* pareado paramétrico ou não-paramétrico, seguido da medida do tamanho do efeito correspondente. A associação entre as medidas posturográficas e do YBT-UQ, WOSI e EVA será realizada através de análise de correlação paramétrica ou não-

paramétrica. O limar estatístico assumido será de 5%. Para análise estatística será utilizado o programa JASP em sua última versão (The JASP Team, Holanda).

5.6. Resultados esperados

Estabelecer os mecanismos neuromusculares associados ao desempenho em testes funcionais dos membros superiores, identificar fatores preditores de disfunções musculoesqueléticas. Com isso, chegar a uma maior compreensão dos mecanismos sensório-motores subjacentes aos comprometimentos do complexo do ombro e verificar o uso da plataforma como ferramenta investigativa no contexto da reabilitação.

5.7. Aspectos éticos

O protocolo experimental será submetido ao Comitê de Ética antes da execução do estudo, em consonância com a resolução 466/2012. Todos os indivíduos participantes, segundo a ciência de seus responsáveis legais, por serem menores de 18 anos, deverão assinar um termo de consentimento livre e esclarecido após serem informados sobre a natureza do estudo e do protocolo a ser realizado.

Responsabilidade do pesquisador e da instituição: O pesquisador e a instituição proponente se responsabilizarão por qualquer dano pessoal ou moral referente à integridade física e ética que a pesquisa possa comportar.

Crítérios para suspender ou encerrar a pesquisa: O estudo será imediatamente suspenso na ocorrência de qualquer falha metodológica ou técnica observada pelo pesquisador, cabendo ao mesmo a responsabilidade de informar a todos os participantes o motivo da suspensão. O estudo também será suspenso caso seja percebido qualquer risco ou danos à saúde dos sujeitos participantes, consequente à pesquisa, que não tenha sido previsto no termo de consentimento livre e esclarecido. Quando atingir a coleta de dados necessária a pesquisa será encerrada.

Demonstrativo de infraestrutura: A instituição onde será feito o estudo possui a infraestrutura necessária para o desenvolvimento da pesquisa com ambiente adequado.

Propriedade das informações geradas: Deve-se salientar que não haverá nenhuma cláusula restritiva para a divulgação dos resultados da pesquisa, e que os dados coletados serão utilizados única e exclusivamente para comprovação do

experimento. Os resultados serão submetidos à publicação, sendo favoráveis ou não às hipóteses do estudo.

6. ORÇAMENTO

Os itens identificados como material permanente já se encontram disponíveis para uso nos laboratórios do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação – UNISUAM.

Quadro 1: Detalhamento do orçamento.

Identificação do orçamento	Tipo	Valor (R\$)
Folhas A4	Material de consumo	25,00
Canetas	Material de consumo	10,00
Plataforma de força	Material permanente	30.000,00
Computadores	Material permanente	10.000,00
	Total em R\$	40.035,00

7. CRONOGRAMA

Quadro 2: Cronograma de execução.

Identificação da etapa	Início (mm/aa)	Término (mm/aa)
Elaboração do projeto de pesquisa	Abril 2021	Mai 2021
Qualificação do projeto de dissertação	Mai 2022	Mai2021
Alterações orientadas pela banca examinadora	Jun 2021	Jun 2022
Submissão do projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa	Jul 2022	Jul 2022
Treinamento dos métodos e estudo-piloto	Jul 2022	Ago 2022
Coleta de dados	Ago 2022	Set 2023
Elaboração e submissão do manuscrito(s)	Set 2023	Out 2023
Elaboração e revisão da dissertação	Nov 2023	Out 2024
Qualificação da dissertação	Nov 2024	Dez 2024
Defesa da dissertação	Jun 2025	Jun 2025
Alterações orientadas pela banca examinadora	Jun 2025	Jun 2025
Entrega da versão final	Jul 2025	Jul 2025

REFERÊNCIAS

- Aguado-Henche, S. et al. Isokinetic assessment of shoulder complex strength in adolescent elite synchronized swimmers. **Journal of Bodywork & Movement Therapies**. n.22, v.4, p.968- 971, oct, 2018.
- Anderson, M. JJ et al. Epidemiology of Shoulder Instability in the National Football League. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. N. 9, v. 5, May, 2021. PMID: 33997084 PMCID: PMC8113962 DOI: 10.1177/23259671211007743
- Angst, F. et al. Measures of Adults Shoulder Function.Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand Questionnaire (DASH) and Its Short Version (QuickDASH), Shoulder Pain andDisability Index (SPADI), American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) Society Standardized Shoulder Assessment Form, Constant (Murley) Score (CS), Simple Shoulder Test (SST), Oxford Shoulder Score (OSS), Shoulder Disability Questionnaire SDQ), and Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI). **Arthritis Care e Research**. n.11, v.63, p. S174- S188, nov, 2011.
- Asopenes, T. et al. Exercise training intervention studies competitive swimming. **Sports Medicine**. n. 42, v.6, p. 527-543, Jun 2012.
- Bachasson, D. et al. The Role of the Peripheral and Centralk Nervous Systems in Rotador Cuff Disease. **Journal Shoulder Elbow Surgery**. n. 24, p.1322-1335, 2015.
- Barbosa, G. et al. Translation and Cultural Adaptation to Brazilian Portuguese of the Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI). **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. n.1, v.18, p. 35-37, Jan, 2012.
- Bauer, J et al. Side differences of upper quarter Y balance test performance in sub-elite young male and female handball players with different ages. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**. n.1, v.13, p.141, nov, 2021. doi: 10.1186/s13102-021-00364-3. PMID: 34724988; PMCID: PMC8559357.
- Boacat & Ferreira. Postural tasks are associated with center of pressure spatial patterns of hree-dimensional statokinesigrams in young and elderly healthy subjects..**Human Movement Science**. n. 32, p. 1325–1338, 2013.
- Borms, D. et al. Upper Quadrant Field Tests and Isokinetic Upper Limb Strength in Overhead Athletes. **Journal of Athletic Training**. n. 51, v. 10, p.789-796, 2016.
- Borms, D. & Cools, A. Upper-Extremity Functional Performance Tests: Reference Values for Overhead Athletes. **International Journal of Sports Medicine**. n.39, v.6,

- p. 433-441, jun, 2018. doi: 10.1055/a-0573-1388. Epub 2018 Mar 21. PMID: 29564843.
- Breivikl, H. et al. Assessment pain. **British Journal of Anaesthesia**. n.101, v.1, p.17-24, jul, 2008.
- Bullock GS et al. Examining Fundamental Movement Competency and Closed-Chain Upper-Extremity Dynamic Balance in Swimmers. **The Journal of Strength e Conditioning Research**. n.3, v.6, p. 1544-1551, Jun,2017 doi: 10.1519/JSC.0000000000001627. PMID: 28538303.
- Butler R et al. Sex differences in dynamic closed kinetic chain upper quarter function in collegiate swimmers. **Journal of Athletic Training**. n.49, v.4, p. 442-6.. ago 2014.doi: 10.4085/1062-6050-49.3.17. Epub 2014 Jul 11. PMID: 25014714; PMCID: PMC4151831.
- Cameron, K. et al.History of Shoulder Instability and Subsequent Injury During Four Years of Follow-up. The Journal of **Bone and Joint Surgery**.n.95, v.5, p.439 – 445, mar, 2013.
- Clarck, N. C. Sensorimotor control of functional joint stability: scientific concepts, clinical considerations and the articuloneuromuscular cascade paradigm in peripheral joint injury. **Musculoskeletal Science and Practice**, v. 74, p. 103198, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2024.103198>.
- Contemori, S. et al. Sensorimotor Control of the Shoulder in Professional Volleyball Players with Isolated Infraspinatus Muscle Atrophy. **Journal of Sport Rehabilitation**. Maio, 2017.
- Conti, A. et al. Swimming, physical activity, and health: a historical perspective. **Clinic Therapy**. 166 v.4, p.179-82, Itália,2015.
- Doehrmann, R. & Frush, T.J. Posterior Shoulder Instability. National Library of Medicine. Jan 2022 PMID: 32491580 ID da estante: [NBK557648](#)
- Edlin, J. et al. On the use (and misuse?) of the Edinburgh Handedness Inventory. **Brain and Cognition**. n.94, p .44–51, 2015.
- Edouard, P. et al. Sensorimotor control deficiency in recurrent anterior shoulder instability assessed with a stabilometric force platform. **Journal of Shoulder and Elbow Surgery**. v.23, p.355-360, 2014.
- Edouard, P. et al. Shoulder sensorimotor control assessment by force platform: feasibility and reliability. **Clinical Physiology and Function Imaging**. v.32, p. 409-413, 2012.

- Figueredo, R. et al. Análise da Correlação entre a Escala visual-Análoga e o *Tinnitus Handicap Inventory* na Avaliação de Pacientes com Zumbido. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**. n.1, v.75, fev, 2009.
- Frydendal, T. et al. Sensorimotor control and neuromuscular activity of the shoulder in adolescent competitive swimmers with generalized joint hypermobility. **Gait & Posture**. n.18, p.30503-30504, may, 2018.
- Gordon, DB. Acute Pain Assessment Tools: Let us Move Beyond Simple Pain ratings. **Current Opinion of Anesthesiology**. n.28, v.5, p. 565-569, out, 2015.
- Gorman, P. et al. Upper Quarter Y Balance Test: Reliability and Performance Comparacion Between Genders in Active Adults. **Journal of Strength and Conditioning Research**. n. 11, v.26., p. 3043-3048, Nov 2012.
- Ha, A. S. et al. Acromioclavicular Joint: The Other Joint in the Shoulder. **American Journal of Roentgenology**. v.2, p. 375–385, fev, 2014. doi:10.2214/ajr.13.11460
- Haley, CCA. History and Physical Examination for Shoulder Instability. **Sports Medicine Arthroscopy Review**. n.25, v.3, p.150-155, sep, 2017.
- Heller, GZ. et al. How to Analyze the Visual Analogue Scale: Myths, Truths and
- Hill, L. et al. Risk factors for shoulder pain and injury in swimmers: A critical systematic review. **The Physician and Sports medicine**. n.51, v.10, p. 775-780, feb, 2017.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR THE STUDY OF PAIN. *IASP announces revised definition of pain*. Washington, D.C., 2020. Disponível em: <https://www.iasp-pain.org/publications/iasp-news/iasp-announces-revised-definition-of-pain>.
- Jansen, T. et al. Anatomie des Schultergelenkes. Germany, f. 126, v. 3, p. 168-176, Mar,2001.
- Johnson, D.J. & Tadi, P. Multidirectional Shoulder Instability. **National Library of Medicine**. sep, 2021.PMID: 32491658 ID da estante: [NBK557726](#)
- Kim,Y et al. Comparison of shoulder range of motion, strength, and upper quarter dynamic balance between NCAA division I overhead athletes with and without a history of shoulder injury. **Physical Therapy in Sport**. n.42, p. 53-60, mar, 2020. doi: 10.1016/j.ptsp.2019.12.007. Epub 2019 Dec 18. PMID: 31887553.
- Klaptocz, P. et al. Effectiveness of conservative treatment of multidirectional instability of the shoulder joint. Literature review and meta-analysis. **Polish Journal of Surgery**. n.94, v.1, pag. 6 -11, Ago, 2021. PMID: 35195081 DOI: 10.5604/01.3001.0015.2415

- Lad, L.M. et al. Glenohumeral Joint Instability. A Review of Anatomy, Clinical Presentation, and Imaging. **Clinics in Sports Medicine**. n.4, v.40, p. 585-599, Oct 2021. PMID: **34509200** DOI: [10.1016/j.csm.2021.05.001](https://doi.org/10.1016/j.csm.2021.05.001)
- Lugo, R. et al. Shoulder biomechanics. **European Journal of Radiology**, n. 68, v.1, p. 16-24, oct,2008. doi: 10.1016/j.ejrad.2008.02.051
- Martinez, J.E. et al. Análise da aplicabilidade de três instrumentos de avaliação de dor em distintas unidades de atendimento: ambulatório, enfermaria e urgência. **Revista Brasileira de Reumatologia**. n.51, v.4, p. 299-308, 2011.
- Mohseni-Bandpei, M. et al. Shoulder pain in iraniam elite athletes: the prevalence and risk factors. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**. n.35, v.7, p.541548, sep, 2012.
- Mooney, R. et al. Analysis of swimming performance: perceptions and practices of US-based swimming coaches. **Journal of Sports Sciences**. n.34, v.1, p. 997-1005, 2016.
- Moser, T. et al. The deltoid, a forgotten muscle of the shoulder. **Skeletal Radiology**. n.42, v.10, p. 1361-75, oct ,2013. doi: 10.1007/s00256-013-1667-7. Epub 2013 jun 20.
- Myers JB, Lephart SM. Sensorimotor deficit following musculoskeletal injury and its implications for rehabilitation. **Journal of Athletic Training**. 2000;35(2):215–29.
- Myers JB, Wassinger CA, Lephart SM. Sensorimotor contribution to shoulder stability: effect of injury and rehabilitation. **Manual Therapy**. 2006 May;11(3):197–201. doi:10.1016/j.math.2006.02.005.
- Myers, J.B. et al. The Role of the Sensorimotor System in the Athletic Shoulder. **Journal of Athletic Training**. n.35, v.3, p.351-363, 2000.
- Myers, J. B. et al. Sensorimotor Factors Affecting Outcome Following Shoulder Injury. **Clinics in Sports Medicine**, n.27, p. 481-490, 2008.
- Oliver, G.D. Gluteus Medius and Scapula Muscle Activations in Youth Baseball. **Journal of Strength and Conditioning Research** n.26, v.6, p.1494-1499, jun, 2015.
- Oliveira, V. et al. Shoulder pain in adolescent athletes: prevalence, associated factors and its influence on upper limb function. **Brazilian Journal of Physical Therapy**. n.21, v.2, p.102-113, mar, 2017.
- Riemann, B. L.; Lephart, S. M. The Sensorimotor System, Part I: The Physiologic Basis of Functional Joint Stability. **Journal of Athletic Training**. n.37, v.1, p. 71-79, 2002.

- Riemann, B. L.; Lephart, S. M. The Sensorimotor System, Part II: The Role of Proprioception in Motor Control and Functional Joint Stability. **Journal of Athletic Training**. n.37, v.1, p. 80-84, 2002.
- Riley, P.O. et al. Phase plane analysis of stability in quiet standing. **Journal of Rehabilitation Research and Development**. n. 32, v.3, p;227-235, Out, 1995.
- Schwartz, G. et al. Reliability and Minimal Detectable change of the Upper Quarter Y-Balance Test in Healthy Adolescents aged 12 to 17 Years. **The International Journal of Sports Physical Therapy**. v.14, n.6, p.927, Dec 2019.
- Schwartz, G et al. Upper Quarter Y Balance test performance: Normative values for healthy youth aged 10 to 17 years. **Plos One**.n.16, v.6, jun, 2021.e0253144. doi: 10.1371/journal.pone.0253144. PMID: 34143826; PMCID: PMC8213051
- Struyf, F. et al. Musculoskeletal dysfunctions associated with swimmers' shoulder. **Brazil Journal Sports Medicine** n.51, v.10, p.775-780, feb, 2017. doi: 10.1136 /
- Van der Linde, JA. et al.Measurement properties of the Western Ontario Shoulder Instability index in Dutch patients with shoulder instability.
- Vascellari, A. et al. The Degree of Shoulder Involvement in Sports (DOSIS) Scale is Valid and Responsive Instrumentation for Shoulder Assessment in Patients After Surgery for Anterior Instability. **European Society of Sports Traumatology**. Jul 2017.
- Wajeed, B.; Gregg N. Anatomy and Physical Examination of the Shoulder. **Sports Medicine Arthroscopy Review**. v.3, p. 10-22, Sep 2018.
- Walker, H. et al. Shoulder pain in swimmers: A 12-month prospective cohort study of incidence and risk factors. **Physical Therapy in Sport**. v.13, p. 243 - 249, 2012.
- Williamson, J.D et al. Intra and Inter-Rater Reliability For Limb Length Measurement and Trial Error Assessment of the Upper Quarter Y-Balance Test in Healthy Adults. **International Journal of Sports Physical**. n.14, v.5, p.707-714, sep, 2019. PMID: 31598408; PMCID: PMC6769272.
- Wolf, Brian R. et al. Team Approach: Treatment of Shoulder Instability in Athletes.JBJS Reviews. V.9, n.11, Nov, 2021 doi:10.2106/JBJS.RVW.21.00087.

APÊNDICE 1. Modelo de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Resolução nº466, de 10 de dezembro de 2012. Conselho Nacional de Saúde)

Projeto: AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO DE MEMBROS SUPERIORES EM NADADORES ATRAVÉS DA POSTUROGRAFIA E SUA RELAÇÃO COM DISFUNÇÕES MUSCULOESQUELÉTICAS

O(A) (nome do menor) _____ está sendo convidado(a) para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Para que ele(a) possa participar, é necessário o assentimento dele(a) e a sua autorização. Por causa disso, precisamos lhe informar sobre todos os procedimentos da pesquisa. Caso você não autorize, não há problema algum. Você não precisa me explicar o porquê. Você tem todo o direito de não querer autorizar a participação de (nome do menor) _____ no estudo.

Caso você concorde com a participação dele(a), eu irei te informar sobre tudo que irá ser realizado na pesquisa. Depois de passar a você todas as informações e você aceitar esse convite, será necessário que você assine todas as folhas deste documento. Eu também irei assinar todas as folhas dele, assim como você. Este documento está em três vias. Uma delas é sua, outra é dos pais ou responsável legal e a outra é minha.

Breve justificativa e objetivos da pesquisa: O presente estudo pretende verificar a utilização da posturografia como ferramenta interpretativa da presença de dor, lateralidade e instabilidade de ombro através das alterações no seu centro de pressão, promovendo assim, a prevenção e monitoramento, evitando os afastamentos prolongados ou aumento da gravidade da lesão.

O objetivo geral será estabelecer a relação entre alterações no centro de pressão da plataforma de força e as medidas subjetivas de avaliação. Em atletas de natação desportiva, pretendemos: aplicar testes clínicos através de questionários de avaliação de funcionalidade do complexo do ombro; adaptar testes de funcionalidade do complexo do ombro de avaliação estática para dinâmica, na plataforma de força; comparar as medidas posturográficas obtidas durante testes funcionais com as avaliações dos questionários, entre os diferentes grupos de atletas, estratificados quanto a instabilidade e dor no complexo do ombro.

Procedimentos desta pesquisa: Os atletas serão avaliados primeiramente através de uma anamnese para identificar as questões culturais e sociodemográficas, após isso, responderão três questionários para verificarmos a existência de instabilidade prévia de ombro, presença de dor e a lateralidade. Em seguida, os atletas serão posicionados em postura de flexão, com os membros superiores dobrados a 90 graus apoiados numa plataforma de força. Inicialmente avaliaremos o apoio bimanual estático com olhos abertos e fechados (duas mãos apoiadas na plataforma de força), unimanual dominante estático com olhos abertos (lado dominante apoiado na plataforma de força), unimanual não-dominante estático com olhos abertos (lado não dominante apoiado na plataforma de força) – nessas duas situações, o membro que

não estiver sendo avaliado, deverá permanecer pressionado sobre o abdômen, unimanual dominante com alcance Y e unimanual não-dominante com alcance em Y (buscando posições para frente, para trás e para o lado com o braço contralateral ao que estiver sendo avaliado). Cada teste terá a duração máxima de 20 segundos, descartando os primeiros 5 segundos, com mais 30 segundos de repouso entre testes e um período para se acostumar ao movimento, além de 1 repetição para cada posição. Faremos comparações entre o lado acometido pela instabilidade e dor ao lado sem queixas ou não dominante do mesmo indivíduo. Os atletas serão avaliados após 6 meses para verificar se houve alguma lesão musculoesquelética, não traumática, de membros superiores que tenha afastado do treinamento por mais de um dia, decorrentes da prática esportiva. Os resultados prévios de VAS, WOSI, YBT-UQ e de posturografia serão comparados entre aqueles que apresentarem e que não apresentarem disfunções subsequentes, com o objetivo de avaliar o controle da estabilidade dos membros superiores e do complexo do ombro através da posturografia, visando a identificação de variáveis neuromecânicas associadas às possíveis alterações funcionais e estabelecer a relação entre as variáveis posturográficas e as disfunções musculoesqueléticas que acometem esse complexo articular.

Potenciais riscos e benefícios: Os riscos pertinentes ao estudo estão relacionados a fadiga pela postura em decúbito ventral e possível lesão de ombro pelo esforço na sustentação na plataforma de força. Dentre os benefícios, buscamos promover através da avaliação posturográfica a prevenção e monitoramento, evitando os afastamentos prolongados ou aumento da gravidade da lesão.

Garantia de sigilo, privacidade, anonimato e acesso: Sua privacidade será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa de qualquer forma lhe identificar, serão mantidos em sigilo. Será garantido o anonimato e sua privacidade. Caso haja interesse, o senhor (a) terá acesso aos resultados do estudo.

Garantia de esclarecimento: É assegurada a assistência durante toda pesquisa, bem como a garantia do seu livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências.

Garantia de responsabilidade e divulgação: Os resultados dos exames e dos dados da pesquisa serão de responsabilidade do pesquisador, e esses resultados serão divulgados em meio científico sem citar qualquer forma que possa identificar o seu nome.

Garantia de ressarcimento de despesas: Você não terá despesas pessoais em qualquer fase do estudo, nem compensação financeira relacionada à sua participação. Em caso de dano pessoal diretamente causado pelos procedimentos propostos neste estudo, terá direito a tratamento médico, bem como às indenizações legalmente estabelecidas. De igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente da sua participação no estudo, você será devidamente indenizado, conforme determina a lei.

Sobre a recusa em participar: Caso queira, o senhor (a) poderá se recusar a participar do estudo, ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar-se, não sofrendo qualquer prejuízo à assistência que recebe.

Contato do pesquisador responsável e do comitê de ética: Em qualquer etapa do estudo você poderá ter acesso ao profissional responsável, Flávia de Albuquerque Fernandes Oliveira, que pode ser encontrada no telefone (21) 996561980. Se tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP): Praça das

Nações, nº 34 - Bonsucesso, Rio de Janeiro - RJ, Tel.: (21) 3882-9797 - ramal: 2015; e-mail: comitedeetica@unisuam.edu.br.

Se este termo for suficientemente claro para lhe passar todas as informações sobre o estudo e se o senhor (a) compreender os propósitos dele, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Você poderá declarar seu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente das propostas do estudo.

Rio de Janeiro, _____ de _____ de _____

Nome e assinatura do participante ou seu responsável legal

Nome e assinatura do responsável por obter o consentimento

ANEXO 1. ANAMNESE

Prontuário: _____ Data: ____ / ____ / ____
 Nome: _____ Idade: ____ anos
 Data de Nascimento: ____ / ____ / ____ Estado civil: ____
 Peso: ____ kg Altura: ____ metro
 Profissão: _____
 Endereço: _____
 Telefones: _____
 Clube: _____ Técnico: _____

Prática outra atividade física? SIM () NÃO ()
 Quantas vezes por semana? _____
 Qual intensidade? _____
 Apresenta ou já apresentou lesões decorrentes do esporte? _____
 Atleta há quantos anos? _____
 É () fundista ou () velocista?
 Estilo dominante: _____

Diagnóstico médico: _____
 Médico responsável: _____
 Diagnóstico Fisioterapêutico: _____
 Exames complementares: _____
 Medicamentos em uso: _____
 Tratamento médico atual: _____
 Antecedentes alérgicos: _____
 Alterações cardíacas: _____
 HAS: _____
 Tabagista: _____
 Cirurgias: _____
 Distúrbio circulatório: _____
 Distúrbio renal: _____
 Distúrbio hormonal: _____
 Distúrbio gastrointestinal: _____
 Epilepsia: _____
 Alterações psicológicas: _____
 Estresse: _____
 Antecedentes oncológicos: _____
 DM: _____
 Algum tipo de doença: _____
 Q.P.: _____
 H.D.A.: _____
 H.P.: _____

Testou Positivo para COVID? () SIM () NÃO
 Houve necessidade de internação? () SIM () NÃO
 Algum sintoma pós-COVID? () SIM () NÃO

ANEXO 2. Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI)



Centro de Traumatismo-Ortopedia do Esporte
UNIFESP/EPM

Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI)

Nome: _____ Data ____/____/____

PARTE A: SINTOMAS FÍSICOS

INSTRUÇÕES AOS PACIENTES

As seguintes perguntas se referem aos sintomas físicos experimentados por você devido ao seu problema no ombro. Em todos os casos, por favor, registre em que importância experimentou o sintoma na última semana. (Por favor, responda marcando um "X" na linha horizontal)

1. Quanta dor você sente no ombro ao fazer atividades acima da cabeça?

Nenhuma dor Dor extrema

2. Quanta dor ou latejamento você sente em seu ombro?

Nenhuma dor / latejamento Dor / latejamento extremo

3. Quanta fraqueza ou falta de força você sente em seu ombro?

Nenhuma fraqueza Fraqueza extrema

4. Quanta fadiga ou falta de energia você sente em seu ombro?

Nenhuma fadiga Fadiga extrema

5. Quanto estalo, estalido ou som curto e súbito você sente em seu ombro?

Nenhum estalo Estalo extremo

6. Quanto enrijecimento/endurecimento você sente em seu ombro?

Nenhum enrijecimento Enrijecimento extremo

7. Quanto desconforto você sente nos músculos de seu pescoço por causa do seu ombro?

Nenhum desconforto Desconforto extremo

8. Quanta sensação de instabilidade ou frouxidão você sente em seu ombro?

Nenhuma instabilidade Instabilidade extrema

9. Quanto você usa outros músculos para compensar o seu ombro?

Nenhum um pouco Muito

10. Qual seu nível de perda de movimentos do seu ombro?

Nada de perda Perda extrema



Centro de Traumatismo-Ortopedia do Esporte
UNIFESP/EPM

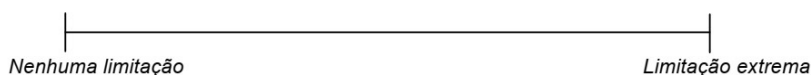
Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI)

PARTE B: ESPORTES/ RECREAÇÃO/ TRABALHO

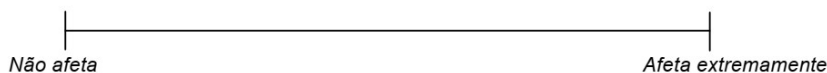
INSTRUÇÕES AOS PACIENTES

A próxima parte diz respeito a como o problema no seu ombro tem afetado o seu trabalho e atividades esportivas e de recreação na última semana. Em cada pergunta, por favor, assinale a importância com um "X" na linha horizontal.

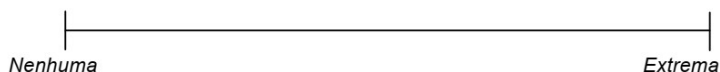
11. Quanto seu ombro tem limitado sua participação em atividades esportivas ou de recreação?



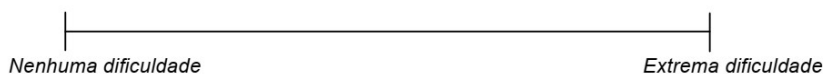
12. Quanto o seu ombro tem afetado a sua capacidade em desempenhar as habilidades específicas exigidas para a prática do seu esporte ou trabalho? (Se o seu ombro afeta a sua prática de esportes e o seu trabalho, considere a área mais afetada).



13. Quanta necessidade você sente de proteger o seu braço durante as atividades?



14. Quanta dificuldade você sente ao suspender objetos pesados abaixo do nível do ombro?

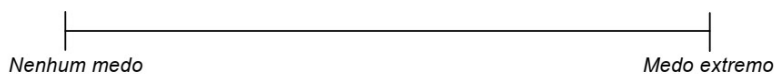


PARTE C: ESTILO DE VIDA

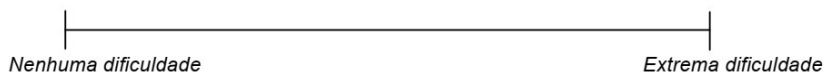
INSTRUÇÕES AOS PACIENTES

A próxima parte diz respeito à intensidade com que o seu problema no ombro afetou ou mudou seu estilo de vida. Novamente, por favor, indique a intensidade experimentada na última semana com um "X" na linha horizontal.

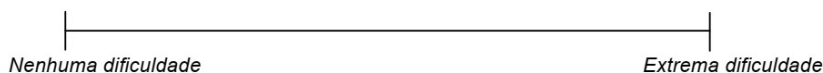
15. Quanto medo você tem de cair em cima do seu ombro?



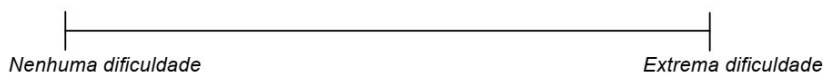
16. Quanta dificuldade você sente em manter seu nível de condicionamento desejado?



17. Quanta dificuldade você tem para brincar/rolar no chão com familiares ou amigos?



18. Quanta dificuldade você tem para dormir por causa do seu ombro?





Centro de Traumatismo-Ortopedia do Esporte
UNIFESP/EPM

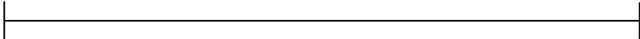
Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI)

PARTE D: EMOÇÕES

INSTRUÇÕES AOS PACIENTES

As seguintes perguntas se referem aos seus sentimentos na última semana com respeito ao seu problema no ombro. Por favor, assinale a sua resposta com um "X" na linha horizontal.

19. Você está frustrado do seu ombro? Quanto?


Não frustrado *Extremamente frustrado*

20. Você se preocupa se o seu ombro vai piorar? Quanto?


Nem um pouco preocupado *Extremamente preocupado*

21. Quanto você se preocupa por causa dos efeitos do seu ombro nas suas atividades?


Nenhuma preocupação *Preocupação extrema*

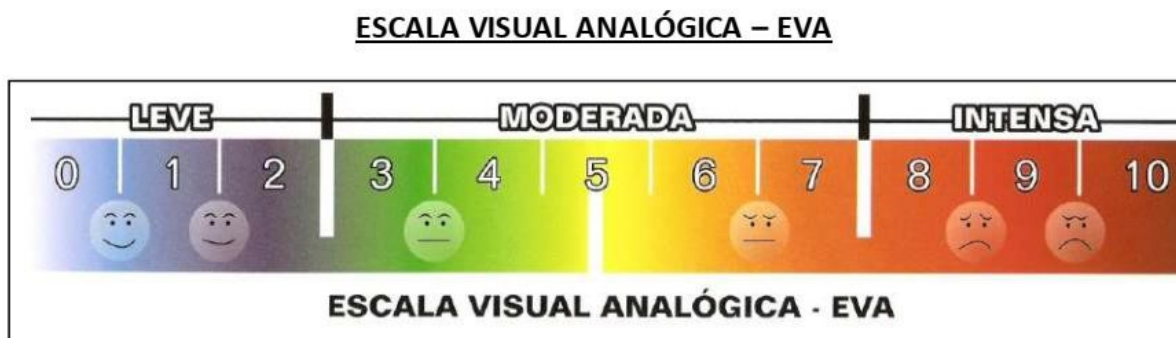
PONTUAÇÃO PARA O WESTERN ONTARIO SHOULDER INSTABILITY INDEX

- Meça a distância a partir do lado esquerdo da linha e calcule a pontuação tendo 100 como máximo (registrado até o 0,5mm mais próximo). Anote isso no espaço fornecido para essa pergunta.
 - Você pode calcular uma pontuação máxima para cada domínio (Sintomas Físicos/1000; Esportes/ Recreação/ Trabalho/400 e Estilo de Vida/400; Emoções/300) ou a pontuação total para os domínios pode ser somada para se obter uma pontuação final com o máximo de 2100.
 - É possível também informar a pontuação com o máximo de 100, isto é, uma porcentagem da pontuação normal. Desde que a pior pontuação possível é 2100, a pontuação obtida é subtraída de 2100 e dividida por 2100 x 100 para se obter a porcentagem. Isto é, se a pontuação total obtida de seu paciente for = 1625, então a porcentagem de pontuação seria $2100 - 1625 = 22.6\%$.
- 2100 x 100

ANEXO 3. Escala Visual Analógica (EVA)

Observação: Circular número referente ao grau de dor do paciente na escala abaixo.

NOME: _____ DATA: ____/____/____



A Escala Visual Analógica – EVA consiste em auxiliar na aferição da intensidade da dor no paciente, é um instrumento importante para verificarmos a evolução do paciente durante o tratamento e mesmo a cada atendimento, de maneira mais fidedigna. Também é útil para podermos analisar se o tratamento está sendo efetivo, quais procedimentos têm surtido melhores resultados, assim como se há alguma deficiência no tratamento, de acordo com o grau de melhora ou piora da dor.

A EVA pode ser utilizada no início e no final de cada atendimento, registrando o resultado sempre na evolução. Para utilizar a EVA o atendente deve questionar o paciente quanto ao seu grau de dor sendo que **0** significa **ausência total de dor** e **10** o nível de **dor máxima** suportável pelo paciente.

Dicas sobre como interrogar o paciente:

- Você tem dor?
- Como você classifica sua dor? (deixe ele falar livremente, faça observações na pasta sobre o que ele falar)

Questione-o:

- a) Se não tiver dor, a classificação é **zero**.
- b) Se a dor for moderada, seu nível de referência é **cinco**.
- c) Se for intensa, seu nível de referência é **dez**.

OBS.: Procure estabelecer variações de melhora e piora na escala acima tomando cuidado para não suggestionar o paciente.

ANEXO 4. Questionário de Lateralidade de Edinburgh

Edinburgh Handedness Inventory

(Versão original: Oldfield, 1971)

(Adaptação portuguesa: Espírito Santo et al., 2017)*

Indique qual das mãos usa preferencialmente na execução das atividades que lhe vão ser apresentadas de seguida.

Para tal, coloque um "+" na coluna que corresponde à **mão que usa preferencialmente** na execução dessas atividades.

Quando a sua **preferência for tão forte** que nunca usa a outra mão, a não ser que seja forçado/a, marque "++".

Se o uso de uma ou de outra **mão for indiferente**, marque "+" nas duas colunas.

Algumas atividades exigem o uso de ambas as mãos. Nesses casos, o objeto para o qual deve considerar o uso preferencial da mão é indicado entre parêntesis.

Por favor responda a todas as questões.

Atividades	Mão	
	Esquerda	Direita
Escrever		
Desenhar		
Atirar/Lançar		
Usar a tesoura		
Segurar a escova de dentes		
Cortar com uma faca		
Usar uma colher		
Varrer (cimo da vassoura)		
Segurar num fósforo para o acender/riscar (fósforo)		
Segurar na tampa para abrir uma caixa (tampa)		

Cotação

Contabilizam-se 2 pontos em "++" e 1 ponto em "+"

Quociente de lateralidade: $QL = (D - E / D + E) \times 100$

***Referência Provisória:** Espírito-Santo, H., Pires, A. C., Queiroz Garcia, I., Daniel, F., Silva, A., & Fazio, R. (2017). Preliminary validation of the Portuguese Edinburgh Handedness Inventory in an adult sample. *Applied Neuropsychology: Adult*, XX(X), XX-XX. doi: XXX

ANEXO 5. Questionário prospectivo para avaliação da dor¹

DOUTORADO – AVALIAÇÃO DA DOR NA PRÁTICA DA NATAÇÃO

Queremos saber se você sentiu ou está sentindo dor nos membros superiores por conta da prática da natação. Por favor, responda as perguntas da maneira que achar mais correta com relação ao que sentiu ou está sentindo. Se quiser esclarecer qualquer dúvida ou enviar sugestões, entre em contato comigo.

e-mail: _____

Nome completo: _____

Nos últimos 6 meses, você sentiu alguma dor ou desconforto em algum músculo ou articulação dos membros superiores (ombros, cotovelos, punho ou mãos) e que tenha resultado em afastamento das atividades esportivas por 1 dia ou mais e/ou que necessitou de atendimento médico?

() SIM () NÃO

Se NÃO, encerre a entrevista

Se SIM, responda as perguntas abaixo

Marcar apenas uma opção

A dor ou desconforto teve início em que ambiente ou atividade?

() Treino () Competição () Fora do ambiente esportivo

Em qual região do corpo?

() ombro direito () ombro esquerdo () ambos os ombros

() cotovelo direito () cotovelo esquerdo () ambos os cotovelos

() punho direito () punho esquerdo () ambos os punhos

() mão direita () mão esquerda () ambas as mãos

() peitoral

Quanto tempo você ficou afastado das atividades esportivas por conta da dor ou desconforto?

() 1 dia () +1 dia () 1 semana () +1 semana () 1 mês

() outro _____

Fez algum tratamento médico ou fisioterapêutico para tratar a dor ou desconforto?

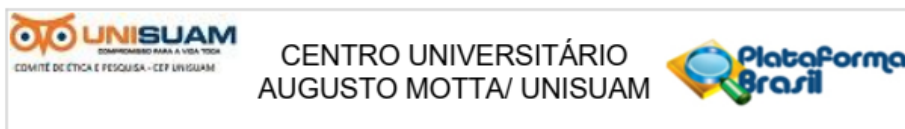
() SIM () NÃO

Já retornou as suas atividades esportivas?

() SIM () NÃO

¹ Apresentado em formato Google Forms

ANEXO 6. Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DA FUNCIONALIDADE DO COMPLEXO DO OMBRO EM NADADORES ATRAVÉS DA POSTUROGRAFIA

Pesquisador: FLÁVIA ALBUQUERQUE

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 30485620.7.0000.5235

Instituição Proponente: SOCIEDADE UNIFICADA DE ENSINO AUGUSTO MOTTA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.000.902

Apresentação do Projeto:

O projeto foi apresentado de maneira clara e mostra relevante para a sociedade.

Objetivo da Pesquisa:

Os objetivos foram apresentados de maneira clara e objetiva e possuem bases para serem alcançados.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos para os participantes estão devidamente apresentados no projeto de pesquisa e os benefícios são descritos de forma detalhada de acordo com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto de pesquisa é pertinente devido a importância do tema para a sociedade. Além disso, o projeto apresenta qualidade científica para responder à pergunta de partida.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

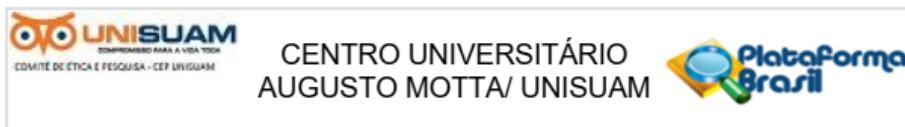
Todos os Termos de apresentação obrigatória foram apresentados satisfatoriamente.

Recomendações:

Não são necessárias recomendações visto que o projeto se apresenta satisfatório.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Endereço: Av. Paris, 72 **TEL:** (21)3882-9797 (Ramal: 9943)
Bairro: Bonsucesso **CEP:** 21.041-010
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3882-9797 **E-mail:** comitedeetica@unisuum.edu.br



Continuação do Parecer: 4.000.902

O projeto apresenta qualidade e atende aos requisitos para ser aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto está aprovado.

Cabe ressaltar que o pesquisador se compromete em anexar na Plataforma Brasil um relatório ao final da realização da pesquisa. Pedimos a gentileza de utilizar o modelo de relatório final que se encontra na página eletrônica do CEP-UNISUAM (<http://www.unisuam.edu.br/index.php/introducao-comite-etica-em-pesquisa>). Além disso, em caso de evento adverso, cabe ao pesquisador relatar, também através da Plataforma Brasil.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1531257.pdf	26/03/2020 17:19:38		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	26/03/2020 17:17:58	FLÁVIA ALBUQUERQUE	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO.docx	26/03/2020 16:55:50	FLÁVIA ALBUQUERQUE	Aceito
Folha de Rosto	Folharosto.pdf	26/03/2020 16:53:22	FLÁVIA ALBUQUERQUE	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 30 de Abril de 2020

Assinado por:
Tiago Miguel Patrício Ribeiro
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Paris, 72 TEL: (21)3882-9797 (Ramal: 9943)
Bairro: Bonsucesso CEP: 21.041-010
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3882-9797 E-mail: comitedeetica@unuam.edu.br

PARTE II – PRODUÇÃO INTELECTUAL

Contextualização da Produção

Os resultados da presente tese estão apresentados na forma de manuscritos. O manuscrito #1 se encontra submetido para a revista *Muscles, Ligaments and Tendons Journal* (Material Suplementar 1). O manuscrito #2 será submetido ao *International Journal of Strength and Conditioning*. Como descrito no Quadro 1, não houve desvios significativos da produção intelectual com relação ao projeto de pesquisa.

Quadro 1: Declaração de desvios de projeto original.

Declaração dos Autores	Sim	Não
A produção intelectual contém desvios substantivos do <u>tema proposto</u> no projeto de pesquisa?		X
<i>Justificativas e Modificações</i>		
A produção intelectual contém desvios substantivos do <u>delineamento do projeto</u> de pesquisa?		X
<i>Justificativas e Modificações</i>		
A produção intelectual contém desvios substantivos dos <u>procedimentos de coleta</u> e análise de dados do projeto de pesquisa?		X
<i>Justificativas e Modificações</i>		

Manuscrito(s) para Submissão**NOTA SOBRE MANUSCRITOS PARA SUBMISSÃO**

Este arquivo contém manuscrito(s) a ser(em) submetido(s) para publicação para revisão por pares interna. O conteúdo possui uma formatação preliminar considerando as instruções para os autores do periódico-alvo. A divulgação do(s) manuscrito(s) neste documento antes da revisão por pares permite a leitura e discussão sobre as descobertas imediatamente. Entretanto, o(s) manuscrito(s) deste documento não foram finalizados pelos autores; podem conter erros; relatar informações que ainda não foram aceitas ou endossadas de qualquer forma pela comunidade científica; e figuras e tabelas poderão ser revisadas antes da publicação do manuscrito em sua forma final. Qualquer menção ao conteúdo deste(s) manuscrito(s) deve considerar essas informações ao discutir os achados deste trabalho.

Manuscrito #1**Original Research****Posturographic assessment of shoulder complex stability in swimmers during Upper-Quarter Y Balance Test: cross-sectional study in young athletes, regarding handedness**

Flávia Albuquerque¹, Arthur S. Ferreira¹, Thiago Lemos^{1,2}

¹Graduate Program in Rehabilitation Sciences, Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM, Rio de Janeiro, Brasil.

²Laboratory of Neuromuscular Research and Exercise Physiology, National Institute of Traumatology and Orthopedics – INTO, Rio de Janeiro, Brasil.

***Corresponding adress**

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM, Rua Dona Isabel 94, Bonsucesso, Rio de Janeiro, RJ, Brasil CEP 21032-060. Phone +55 21 3882-9797, extension 2012.
e-mail: lemostdc@gmail.com (T.L.)

ACKNOWLEDGMENTS

This study was financed by the Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ; No. E-26/211.104/2021) and the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES; finance code 001, No. 88881.708719/2022-01, and N°. 88887.708718/2022-00).

We would like to thank the Project CUIDAR from Clube de Regatas do Flamengo, represented by Carlos Alexandre Souto de Assis, for the support during the development of this research.

Abstract

Objective: The aim of this study was to evaluate the control of shoulder complex stability during the Upper Quarter Y Balance Test (UQ-YBT) in sub-17 swimming athletes, considering handedness as a factor. **Methods:** Thirty-two (20 female) right-handed young competitive swimmers aged 13-16 years old (min.-max.) participate in the study. The participants performed the UQ-YBT on a Wii Balance Board platform. The UQ-YBT performance was expressed in terms of reaching distances normalized by upper limbs' length, while the postural sway data acquired was expressed in resultant distance path length. A two-way ANOVA was applied to check for main effect and interaction between handedness and UQ-YBT direction. The association between UQ-YBT and path length was assessed through Pearson correlation analysis. **Results:** The UQ-YBT performance was progressively lower from medial to inferolateral and superolateral directions ($P<0.006$), with differences between hands for inferolateral (right > left hand, $P=0.003$) and medial (left > right hand, $P=0.005$) directions. Postural sway for the superolateral direction was significantly higher than that observed during the inferolateral and medial directions ($P<0.001$), and no handedness effect was found ($P>0.078$). A significant correlation was found for UQ-YBT medial direction distances and the medial path length, for both hands (r ranged 0.449-0.576, $P<0.013$). **Conclusions:** The level of challenge presented by the functional test, rather than upper limb lateral specialization, had the greatest influence on shoulder complex stability control.

Keywords: functional performance; sports medicine; health risk assessment; postural control; biomechanics.

INTRODUCTION

Competitive swimming can be defined as a cyclic activity aimed at achieving maximum performance in the shortest possible time to cover a particular distance¹. In competitive swimming, performance is evaluated in relation to athletic progression, aiming to perform movements in the shortest possible time¹. Due to the demands of the sport, swimmers are part of the risk group for shoulder injuries, along with athletes from other sports that involve movements with abduction, external and internal rotation above 90 degrees². This situation becomes critical in young athletes, where pain and dysfunction are more prevalent than in other age groups³.

The demands of swimming on shoulder joint articulation, especially considering the high workload and repetitive movements, can lead to pain and instability⁴. Furthermore, competitive athletes exhibit distinct musculoskeletal characteristics of strength and engage in intense training, both in the aquatic and terrestrial environments, presenting a greater risk for complications⁵. Shoulder pain observed in this context is usually associated with joint hypermobility and deficiencies in sensorimotor control and neuromuscular activation, leading to asymptomatic postural changes that may negatively impact performance, potentially resulting in functional limitations⁵. Moreover, pain, injuries, or dysfunctions in musculoskeletal and neuromuscular structures can lead to impairments in sensorimotor control⁶. In this context, maintaining or recovering the stability of the shoulder complex is an important goal for training and rehabilitation programs.

Stability can be defined as the maintenance of joint alignment and the ability to remain in or return to the original position after a stimulus during functional tasks⁷. The stability of the shoulder complex is achieved by keeping the humeral head within the glenoid cavity, relying on the balance of forces between the static and dynamic components of the joint⁸. These components, particularly the capsular and ligamentous structures, contain neural endings⁹, forming part of the sensorimotor system of the shoulder complex⁸. Deficits in the stability of the shoulder complex are associated with joint limitations, a sensation of weakness, and pain during movement¹⁰. This clinical condition is prevalent in the shoulder joint complex and is generally assessed through the measurement of the joint range of motion or via questionnaires¹⁰. However, these tools do not provide information about the sensorimotor dynamics involved in movement control and the stability of the shoulder complex.

Posturography, a technique that uses a force platform to assess the application of forces on a rigid surface under static or dynamic conditions, is considered a well-accepted procedure for evaluating postural stability control in the upright position^{11,12}. Recently, the force platform has also been used for the assessment of the upper limbs. This technique has been applied and validated in a population of healthy individuals, based on the hypothesis that deficiencies in the sensorimotor control of the shoulder complex (e.g., ligamentous alterations, central inhibitions, neuromuscular control deficits, etc.) will manifest as changes in center of pressure displacements, measured with the individual supported on their hands¹³. Further studies reveal that force platform posturography can identify sensorimotor alterations in both postoperative patients following shoulder joint surgery¹⁴ and those with anterior shoulder instability¹³.

However, these studies were limited to investigating the stability of the shoulder complex under static conditions, which reduces the demand for sensorimotor control and may limit the identification of potential alterations in this system. Dynamic tests, such as the Upper Quarter Y Balance Test (UQ-YBT), have been developed to assess the dynamic control of shoulder complex stability. Among the few studies available on young swimming athletes, the results of the UQ-YBT demonstrate test-retest reliability ranging from moderate-to-good to excellent¹⁵ and are influenced by conditioning level¹⁶, sex, and age group (from 10-11 years to 16-17 years¹⁷). To our knowledge, no studies in this population have utilized force platform posturography for assessment of instability conditions of the shoulder complex.

Based on these issues, we aimed to investigate postural displacements during unimanual support under dynamic conditions, hypothesizing that a higher demand for sensorimotor control could highlight differences between task constraints (i.e., movement direction) and individual characteristics (such as lateral dominance) in a group of healthy young athletes. Thus, the objective of this study was to evaluate shoulder complex stability control in young swimming athletes by analyzing center of pressure (COP) displacements during the execution of the Upper Quarter Y Balance Test (UQ-YBT). Additionally, we assessed how laterality potentially influences both functional performance measures (UQ-YBT) and sensorimotor control (COP displacements). Our hypothesis is that COP displacements reflect UQ-YBT performance, exhibiting lateral asymmetries. Furthermore, we consider that incorporating different movement constraints—such as task restrictions (movement directions) and individual characteristics (lateral dominance)—is essential for an

adequate assessment of postural stability control¹⁸. With our findings, we aim to identify neuromechanical parameters that reflect potential functional alterations in the shoulder complex of swimming athletes, thereby optimizing the evaluation of this population's health status and guiding preventive and rehabilitation strategies.

METHODS

ETHICAL ASPECTS

This cross-sectional study design was approved by the local Institutional Research Ethics Committee prior to its execution, under the number 30485620.7.0000.5235. After explaining the study's objectives and methods, and before conducting any procedures, all participants' parents or guardians signed a printed informed consent form.

PARTICIPANTS

The characteristics of the sample are presented in Table 1. Data from 32 athletes, all right-handed, were used for analysis. The athletes had an average of seven years of swimming experience, most of them trained six times a week and covered a training distance of 6-9.5 km per week. Of the total number of athletes, 18 (56%) reported sports-related injuries. The athletes were distributed proportionally between sprinters and long-distance swimmers, with the majority practicing the crawl stroke.

Table 1

Table 1. Sample characteristics.	
Sample size (<i>n</i>)	32
Age (years)	14 (13-16)
Height (cm)	168 (157-187)
Weight (kg)	57.9 (44.0-80.0)
BMI (kg/m ²)	20.4 (15.8-23.8)
Sex (<i>n</i> , F/M)	20/12
Handedness (<i>n</i> , R/L)	32/0
Previous sports-related injury (<i>n</i> , Y/N)	18/14
Practice time (years)	7 (3-13)
Swimming (<i>n</i>)	
<i>Sprinter</i>	16
<i>Long distance</i>	15
<i>Half bottom</i>	1
Swimming style (<i>n</i>)	
<i>Crawl</i>	12
<i>Butterfly</i>	8
<i>Breaststroke</i>	6
<i>Backstroke</i>	4
<i>Medley</i>	2
Data expressed as mean (min.-max.) or absolute frequency (N). F/M, female/male. R/L, right/left. Y/N, yes/no.	

UPPER QUARTER Y BALANCE TEST

Participants were instructed to perform the UQ-YBT on the force platform. They were positioned in a push-up posture, supported randomly by either their left or right hand. Participants were required to maintain their shoulders and wrists flexed at approximately 90 degrees, with elbows fully extended and the supporting hand in contact with the force platform. The head was kept in a neutral position, while the trunk and lower limbs remained fully extended, supported by their feet positioned apart in alignment with the hip joint (Fig. 1A). Following a familiarization period, which included

a 20-second recording of a bimanual stance, a 20-second recording of a unimanual stance for each hand, and a few trials of UQ-YBT, the athletes were instructed to reach as far as possible in one of three directions (Fig. 1B) and then return to the initial position¹⁹. Each trial consisted of three reaching movements, lasting 20-seconds, and was followed by a 30-second rest period before proceeding to a trial in a different direction. A wooden ruler was placed near the platform in the corresponding direction to record the distances achieved. For each trial, the distance reached by the “tested” hand and the postural sway of the supported hand were recorded. UQ-YBT performance was expressed as normalized percentage of the distance reached relative to each athlete’s upper limb length. The upper limbs lengths were measured in centimeters, from the spinous process of the 7th cervical vertebra to the tip of the middle finger¹⁷.

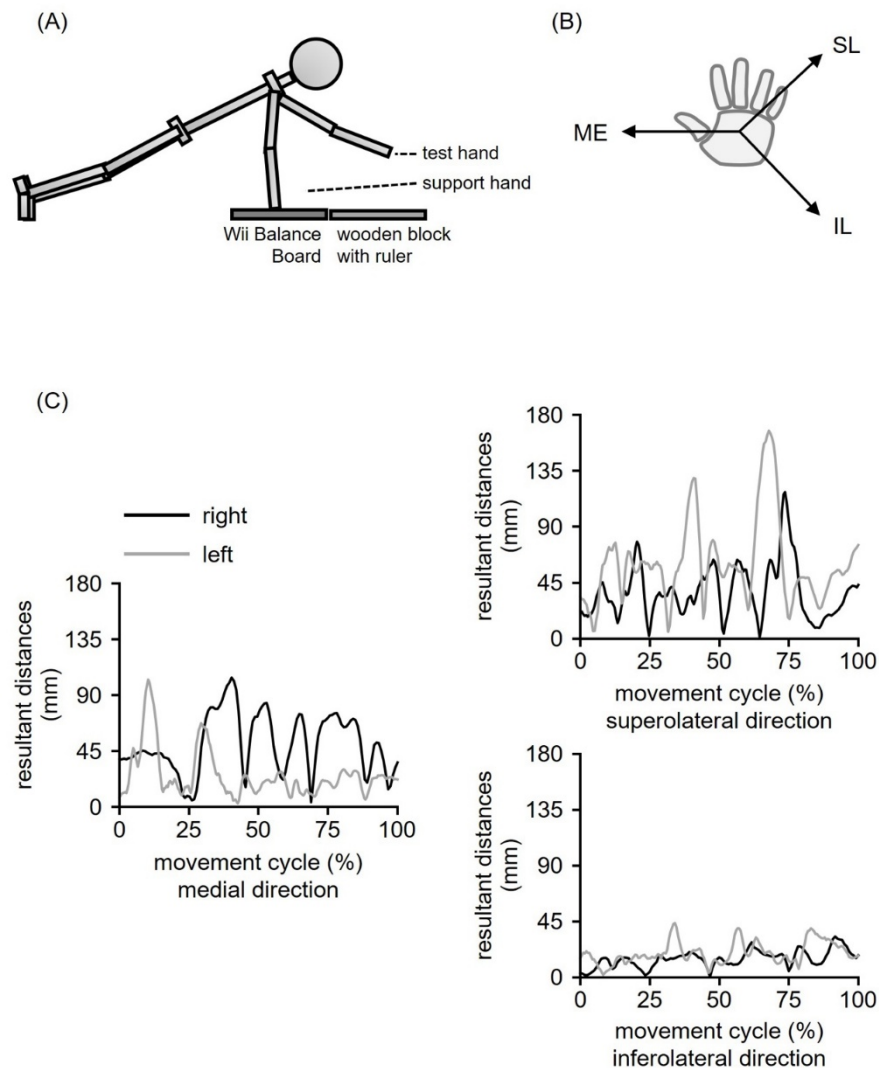


Fig. 1. Illustration of (A) the UQ-YBT procedures and (B) the corresponding directions of the test, showing the position of the supporting and testing hands. SL, superolateral. ME, medial. IL, inferolateral. (C) Postural sway as expressed as resultant distances for the right hand (black lines) and left hand (gray lines). Data was acquired during UQ-YBT in the medial (left panel), superolateral (upper-right panel), and inferolateral (bottom-right panel) directions. For adequate comparison, the abscissa was adjusted to percentage of movement duration.

POSTURAL SWAY ACQUISITION

The coordinates of the center of pressure (CP) were acquired using a Wii Balance Board (WBB, Nintendo Co Ltd, Japan) force platform. The data were transmitted to a laptop via Bluetooth and recorded in a custom program written in LabView (National Instruments, USA). The WBB was calibrated in accordance with the manufacturer's recommendations. The sampling frequency was 30 Hz and resampled to 100 Hz using the Sliding Window Average with Relevance Interval Interpolation (SWARII) algorithm²⁰. The signals were stored for offline analysis. The postural sway registered with the WBB was expressed in terms of resultant distance path length (RDPL; in millimeters). The resultant distance (RD) time series was calculated from the center-of-pressure displacement in the anteroposterior and mediolateral directions²¹ (Fig. 1C), and then the path length (PL) was computed as the sum of the distances between consecutive points in this time series²¹. All data processing was performed in a Python 0.5.4 environment.

LATERAL SYMMETRY INDEX

Handedness effect was further explored through the calculation of the lateral symmetry index (LSI, as percentage), using equation 1:

$$LSI = \frac{(variable.right - variable.left)}{(variable.right + variable.left)} * 100 \text{ (eq.1)}$$

with “variable” referring to reaching distances or postural sway, for each UQ-YBT direction, and “right” and “left” indicating the hand used to perform the task. A positive (negative) LSI corresponds to increases in variables toward the right (left).

STATISTICAL ANALYSIS

Sex and the presence of previous shoulder pain were excluded from the final model as they did not show significant effects in preliminary analyses. Since most (75%) of the variables showed a normal distribution (Shapiro-Wilk's P-value >0.185), a parametric approach was deemed appropriate. The statistical threshold was set at 5%. All analyses were performed using the JASP 0.18.3 environment (The JASP Team, 2024, Netherlands).

First, two-way repeated measures ANOVA were applied to examine the interaction and main effects for handedness (left vs. right) and UQ-YBT directions (superolateral, medial, and inferolateral) on both UQ-YBT performance and postural sway measures. Significant main effects were further explored using Holm's post-hoc test to examine the main effect of directions, and the paired t-tests to examine the significant handedness*directions interaction. Partial eta squared (η_p^2) and Cohen's d were used to estimate the effect sizes of the ANOVA and t-tests, respectively. To further explore the handedness effect, the LSIs were compared with zero-value reference using a one-sample t-test. Finally, the level of association between UQ-YBT performance and postural sway descriptors was computed using the Pearson correlation coefficient.

RESULTS

UQ-YBT PERFORMANCE

All participants completed the tasks without interruption and none reported pain, difficulty in maintaining the position, presented tremors or gave up on completing the proposed activity within the determined timeframe.

Analysis of the UQ-YBT performance revealed a significant interaction handedness*directions ($P < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.263$), and a significant main effect for directions ($P < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.415$) but not for handedness ($P = 0.563$, $\eta_p^2 = 0.013$). Post-hoc comparisons showed that all UQ-YBT directions differed significantly from each other (all Holm's $P < 0.006$), with the shortest reaching distances in the superolateral direction, followed by the inferolateral and then the medial directions (Fig. 2A). Furthermore, significant differences were found in UQ-YBT performance between the left and right hands for the inferolateral (right higher than left hand; $P = 0.003$, $d = 0.573$) and medial (left higher than right hand; $P = 0.005$, $d = -0.557$) directions, but not for the superolateral direction ($P = 0.949$, $d = 0.012$; Fig. 2A). LSI analyses corroborate these results, based on the deviation from zero for the inferolateral (mean $\pm$ SD; 1.571 ± 2.597 %; $P = 0.002$) and medial (-0.939 ± 1.686 %; $P = 0.005$) directions indices, but not for the superolateral index (-0.063 ± 2.764 %; $P = 0.901$).

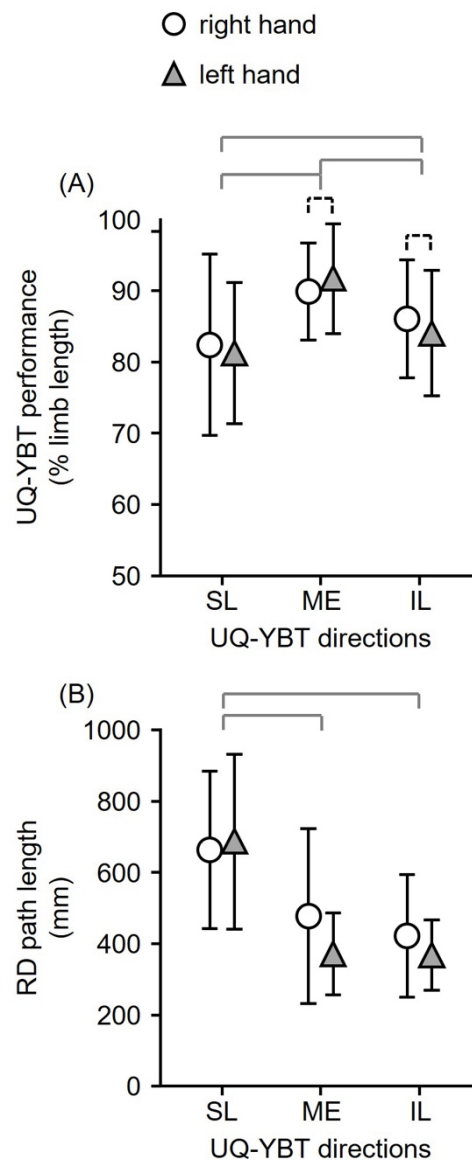


Fig. 2. Mean $\pm$ SD of (A) UQ-YBT performance and (B) resultant distance (RD) path length for the right (white circles) and left (gray triangles) hands. SL, superolateral. ME, medial. IL, inferolateral. Dotted lines indicate differences between hands. Continuous gray lines indicate differences between directions.

POSTURAL SWAY DURING UQ-YBT TEST

The analyses of the postural sway under the supporting hand during the UQ-YBT tests, expressed as RD_{PL} , showed no significant handedness*directions interaction or main effect for handedness (both $P > 0.078$), but revealed a significant main effect for directions ($P < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.714$). Post-hoc analyses showed that postural sway in the superolateral direction was significantly higher than that observed in the inferolateral

and medial directions (post-hoc $P < 0.001$; Fig. 2B). The lack of a handedness effect was confirmed by the non-significant results for the superolateral (-0.065 ± 12.234 %, $P = 0.978$) and inferolateral (4.381 ± 16.381 %; $P = 0.168$) directions' indices compared with zero. However, the index for the medial direction (6.515 ± 16.861 %) approached significance ($P = 0.051$), suggesting a trend toward higher RD_{PL} in right versus left hand for this direction (Fig. 2B).

ASSOCIATION BETWEEN YBT-UQ PERFORMANCE AND POSTURAL SWAY

The association between test performance and the corresponding postural sway was made through correlation analysis between contralateral hands; for example, right hand YBT-UQ distance achieved versus left hand RD path length. There was a significant, positive, and moderate correlation between UQ-YBT performance and postural sway only for the medial direction (Table 2). This effect was observed for both hands (Fig 3A and B).

Table 2. Association between UQ-YBT performance and postural sway for each direction and hand.

	r (95% CI)	P-value
UQ-YBT, right vs. RD_{PL} left		
<i>inferolateral</i>	-0.058 (-0.429, 0.329)	0.773
<i>medial</i>	0.576 (0.243, 0.788)	0.002
<i>superolateral</i>	-0.025 (-0.388, 0.345)	0.897
UQ-YBT, left vs. RD_{PL} right		
<i>inferolateral</i>	0.219 (-0.168, 0.548)	0.262
<i>medial</i>	0.449 (0.105, 0.696)	0.013
<i>superolateral</i>	0.056 (-0.331, 0.427)	0.781

r , Pearson's correlation coefficient.

95% CI, confidence interval.

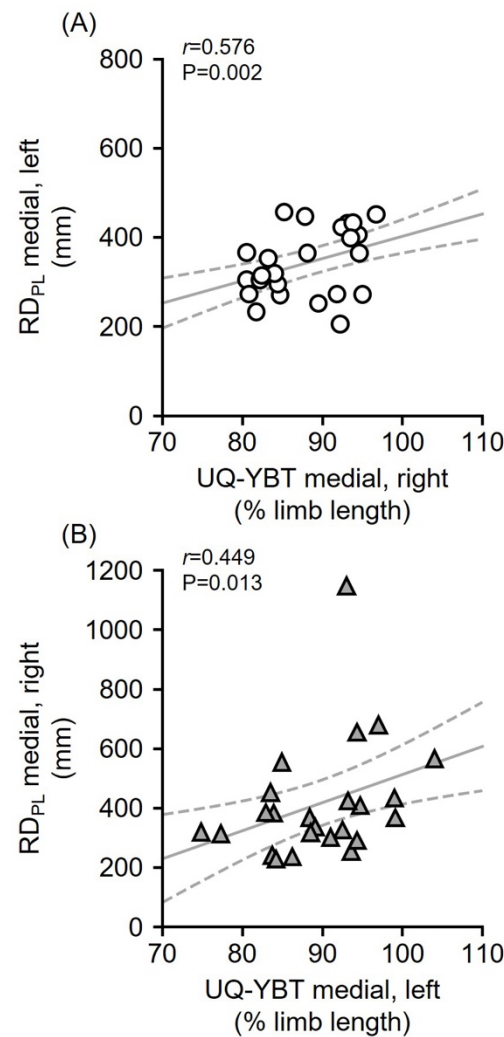


Fig. 3. Scatterplot of UQ-YBT performance versus resultant distance path length (RD_{PL}) in the medial direction. (A) right hand. (B) left hand. Pearson correlation coefficient (r), the corresponding P-value, and the estimated regression line (continuous gray line), along with the 95% confidence interval (dotted gray lines), are also shown.

DISCUSSION

This study evaluated the stability control of the shoulder complex using posturography in dynamic conditions, namely the UQ-YBT. Our hypothesis is that posturography in dynamic conditions reflects neuromechanical characteristics of shoulder stability control, such as task direction and lateral dominance. The results show that, while task direction influences both UQ-YBT performance and postural position, lateral dominance marginally affects UQ-YBT performance, not posturographic results. Furthermore, we observed that, for the medial direction, the highest

performance in the UQ-YBT is positively associated with postural displacements. It seems that, in the dynamic conditions evaluated, shoulder stability control is determined more by task constraints than by individual characteristics.

UQ-YBT PERFORMANCE

Few studies have investigated UQ-YBT performance in the population of children and adolescent athletes. Borms and Cools²² observed significant differences between athletes from different sports and between sexes. Among the different age groups investigated, the youngest group (18-25 years) showed UQ-YBT performance ranging from 96-104% of upper limb length in the medial direction (highest performance) to 63-96% in the superolateral direction (lowest performance²²). The study by Schwiertz et al.^{15,16}, conducted on adolescents aged 12-17 years, also found higher performance values in the medial direction (around 80%) and lower values in the superolateral direction (60%). In these studies, the authors did not find significant differences between sexes or, more importantly, between upper limbs. However, they did find differences between young athletes and those who did not engage in physical activity, with a 75-90% chance of distinguishing young athletes from sedentary individuals¹⁶. In a more comprehensive study, Schwiertz et al.¹⁷ observed differences between age groups (with younger individuals showing lower performance), depending on task direction, as well as between sexes in the 12-13 age group and older (with males generally performing better than females). Finally, Butler et al.²³, evaluating adolescent athletes, identified the same directional effect observed in other studies (higher performance in the medial direction) but did not find any effect of sex or lateral dominance.

In general, the literature data supports the findings of the present study regarding the effect of task direction on test performance. However, the dominance effect observed in the medial and inferolateral directions in the present study (although minimal) has not been reported yet. Additionally, the values obtained in the superolateral direction are slightly higher than those reported in other studies. These discrepancies may be due to the specificity of the population investigated: while most studies assess students or local-level athletes, the present study evaluated high-performance athletes engaged in national competitions. Butler et al.²³ also assessed national-level swimming athletes, but the influence of lateral dominance was not evaluated in that study. As shown by Schwiertz et al.¹⁶, sports practice affects UQ-YBT

performance, and the level of competition of the athletes may also influence this measure.

POSTURAL SWAY

The available studies on the assessment of shoulder complex stability control using a force platform have been conducted under static conditions (i.e., the participant supported without displacing any part of the body). In addition to the study by Edouard et al.²⁴, which evaluated the reliability of the test on the force platform, other studies have investigated the posturographic responses of patients with recurrent shoulder instability¹³ and after different surgical procedures aimed at shoulder stabilization¹⁴. In general, posturography showed greater displacement on the unstable side compared to the unaffected side (a difference of about 26%¹³) and greater displacements on the operated side (103-120 cm) compared to the healthy side (98-108 cm¹⁴).

Our hypothesis was partially confirmed, as differences in postural displacement were observed between directions but not between upper limbs (Fig. 3B). Specifically, greater postural displacement was observed during the UQ-YBT in the superolateral direction (around 600 mm), with no significant differences between the medial and inferolateral directions (both varying around 400 mm). There was also an association between postural displacement and UQ-YBT performance in the medial direction, where greater displacement corresponded to greater reach in this direction for both hands (Fig. 4). From this set of results, two findings stand out: (A) the greatest displacement was observed in the direction with the lowest UQ-YBT performance (superolateral); (B) the significant association between postural displacement and performance was found in the direction with the greatest reach distances (medial).

Although the superolateral direction is the one with the shortest distances reached (Fig. 3A), it may be the direction with the highest demand for postural stability of the shoulder complex. Let us imagine the base of support during the test as a triangle, where the base consists of the feet and the apex is the supporting hand (Fig. 4). In this case, reaching in the superolateral direction involves projecting the hand beyond the single support point of the base (i.e., the apex of the triangle), resulting in greater distribution of body weight at that point (Fig. 4, middle panel). Conversely, in the medial and inferolateral directions, although the hand is also projected "outside" the base of support, body weight can be more easily distributed among all support points (the base and apex of the triangle; Fig. 4, left and right panels), reducing the control demand and

resulting in smaller postural displacements in the supporting hand. Similarly, we could consider changes in body weight distribution in the upright position when using crutches—for example, the fact that the center of pressure of the feet shifts toward the side where the crutch is used²⁵, which, in hemiplegic patients, leads to a reduction in body weight distribution on the unaffected leg²⁶. Thus, the different directions of the UQ-YBT (i.e., the intrinsic characteristics of the task) require different body weight distribution patterns, thereby affecting shoulder stability control and the postural displacements observed in the supporting hand.

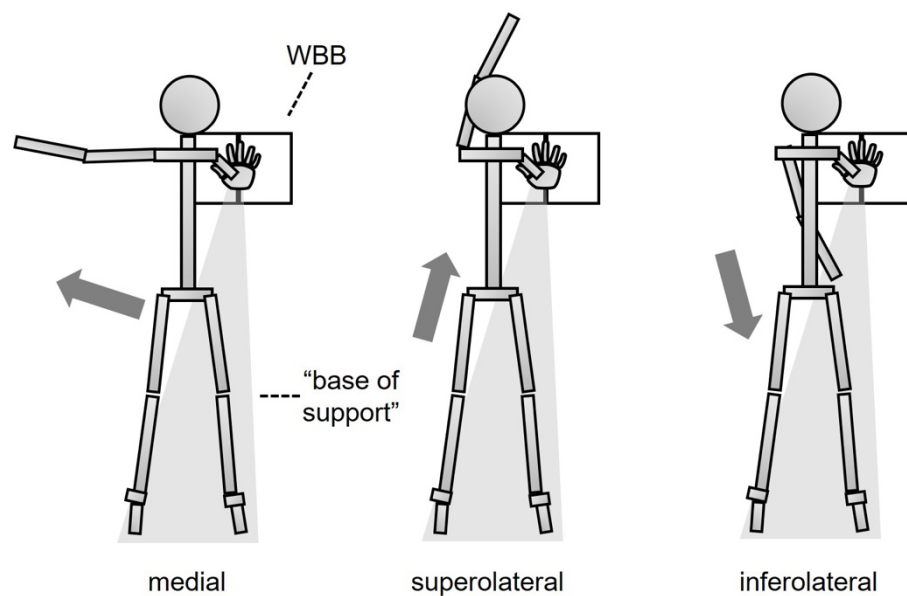


Fig. 4. Schematic representation of the biomechanical features of the UQ-YBT over the force platform. The base of support during the test is conceptualized as a triangle, with the feet forming the base of the triangle and the supporting hand representing the apex. The presumed displacement of the center of mass in each task is indicated by the gray arrows. See the text for further details.

In the medial direction of the UQ-YBT, we found a positive association between performance and postural displacement. It seems that, in this task, shoulder stability control prioritizes the movement of the reaching hand over maintaining shoulder and body stability. Returning to the explanation of the triangular support base, we can assume that the displacement of the hand in the medial direction, "outside" the body's vertical axis, would not cause significant changes in weight distribution among the support points, allowing the supporting hand to assist upper limb mobility rather than

ensuring body stability. Conversely, changes in body orientation along the vertical axis, as seen in the superolateral and inferolateral reaching directions, would promote weight redistribution among the support points, thereby engaging sensorimotor control mechanisms to maintain body stability.

This interpretation supports the idea of postural adjustments depending on task constraints (e.g., see¹⁸). Within this conceptual framework, variations in postural displacement, in terms of magnitude and direction, cannot be classified as "good" or "bad" in relation to greater or lesser body stability. Instead, they should be understood in a context where these displacements adapt to the interrelated demands of the task, environment, and individual. Examples of this type of "demand-driven adjustment" in postural control can be seen in individuals with visual impairment²⁷, who exhibit postural displacements like those with normal vision in certain body postures but not in others. Additionally, some studies have shown that postural displacements can exhibit exploratory behavior under specific conditions, prioritizing an increase in sensory input rather than body stability^{28,29}. Thus, we understand that the postural adjustments observed in unimanual support during the UQ-YBT adapted specifically to the demands of the presented tasks, with minimal influence from individual factors, as assessed by lateral dominance.

LIMITATION OF STUDY

The fact that we used young athletes, although addressing the needs of grassroots sports professionals, may introduce selection bias as both factors influence UQ-YBT results^{16,17}. Studies involving adults and considering different levels of physical condition may provide new insights into the issue. Additionally, the participant's position, which involves foot support and trunk stabilization, results in a reduced contribution of manual support to body stability and movement control, leading to potential bias in the interpretation of postural displacements. However, this same support pattern places greater emphasis on shoulder complex control in posturographic signals, making the measurement more reflective of the conditions of this joint complex. Assessing load distribution at each support point could further clarify this aspect.

CONCLUSIONS

Young swimming athletes exhibit a dissociation between upper limb functional test performance and the postural displacements recorded in the supporting hand:

while the former is influenced by task constraints and individual characteristics, the latter is affected solely by task-related factors. Shoulder stability control, as assessed in this study, is driven by task demands, prioritizing either mobility or stability depending on the movement's objective. Future studies should investigate the influence of sensorimotor dysfunctions in the shoulder on these adjustments, which would be relevant both for functional diagnosis and for developing prevention programs for pain and musculoskeletal injuries.

REFERENCES

- 1 Mooney R, Corley G, Godfrey A, et al. Analysis of swimming performance: perceptions and practices of US-based swimming coaches. *J Sports Sci.* 2016;34(11):997-1005. DOI: <http://www.doi.org/10.1080/02640414.2015.1085074>. Epub 2015 Sep 11. PMID: 26359951.
- 2 Contemori S, Biscarini A, Botti FM, et al. Sensorimotor Control of the Shoulder in Professional Volleyball Players With Isolated Infraspinatus Muscle Atrophy. *J Sport Rehabil.* 2018 Jul 1;27(4):371-379. doi: 10.1123/jsr.2016-0183. Epub 2018 Jun 22. PMID: 28605232.
- 3 Feijen S, Tate A, Kuppens K, Claes A, Struyf F. Swim-Training Volume and Shoulder Pain Across the Life Span of the Competitive Swimmer: A Systematic Review. *J Athl Train.* 2020 Jan;55(1):32-41. DOI: <http://www.doi.org/10.4085/1062-6050-439-18>. PMID: 31935141; PMCID: PMC6961642.
- 4 Aguado-Henche S, Slocker de Arce A, Carrascosa-Sánchez J, et al. Isokinetic assessment of shoulder complex strength in adolescent elite synchronized swimmers. *J Body Mov Ther.* 2018 Oct;22(4):968-971. DOI: <http://www.doi.org/10.1016/j.jbmt.2018.01.018>. Epub 2018 Feb 6. PMID: 30368343.
- 5 Aspenes ST, Karlsen T. Exercise-training intervention studies in competitive swimming. *Sports Med.* 2012 Jun 1;42(6):527-43. DOI: <http://www.doi.org/10.2165/11630760-000000000-00000>. PMID: 22587822.
Audiffren, J., & Contal, E. Preprocessing the Nintendo Wii Board Signal to Derive More Accurate Descriptors of Statokinesigrams. **Sensors**. n.16, v.8, p. 1208. 2016. doi: 10.3390/s16081208.
- 6 Frydendal T, Eshoj H, Liaghat B, et al. Sensorimotor control and neuromuscular activity of the shoulder in adolescent competitive swimmers with generalized joint hypermobility. *Gait Posture.* 2018 Jun; 63:221-227. DOI: <http://www.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.05.001>. Epub 2018 May 5. PMID: 29775909.
- 7 Clarck, N C. Sensorimotor control of functional joint stability: Scientific concepts, clinical considerations, and the articuloneuromuscular cascade paradigm in

- peripheral joint injury. *Musculoskeletal Science and Practice*. 2024 Nov; 74. DOI: <http://www.doi.org/10.1016/j.msksp.2024.103198>.
- 8 Myers JB, Lephart SM. The role of the sensorimotor system in the athletic shoulder. *J Athl Train*. 2000 Jul;35(3):351-63. PMID: 16558648; PMCID: PMC1323397.
 - 9 Myers JB, Lephart SM. Sensorimotor deficits contributing to glenohumeral instability. *Clin Orthop Relat Res*. 2002 Jul;(400):98-104. DOI: <http://www.doi.org/10.1097/00003086-200207000-00013>. PMID: 12072751.
 - 10 Van der Linde JA, Willems WJ, van Kampen DA, et al. Measurement properties of the Western Ontario Shoulder Instability index in Dutch patients with shoulder instability. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014 Jun 20; 15:211. DOI: <http://www.doi.org/10.1186/1471-2474-15-211>. PMID: 24946824; PMCID: PMC4073175.
 - 11 Visser JE, Carpenter MG, van der Kooij H, et al. The clinical utility of posturography. *Clin Neurophysiol*. 2008 Nov;119(11):2424-36. DOI: <http://www.doi.org/10.1016/j.clinph.2008.07.220>. Epub 2008 Sep 12. PMID: 18789756.
 - 12 Nardone A, Schieppati M. The role of instrumental assessment of balance in clinical decision making. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2010 Jun;46(2):221-37. PMID: 20485225.
 - 13 Edouard P, Gasq D, Calmels P, et al. Sensorimotor control deficiency in recurrent anterior shoulder instability assessed with a stabilometric force platform. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014 Mar;23(3):355-60. DOI: <http://www.doi.org/10.1016/j.jse.2013.06.005>. Epub 2013 Sep 3. PMID: 24007652.
 - 14 Ehmann YJ, Berthold DP, Reuter S, et al. Center of pressure (COP) measurement in patients with confirmed successful outcomes following shoulder surgery show significant sensorimotor deficits. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2022 Jun;30(6):2060-2066. DOI: <http://www.doi.org/10.1007/s00167-021-06751-0>. Epub 2021 Nov 6. PMID: 34741625; PMCID: PMC9165257.
 - 15 Schwiertz G, Brueckner D, Schedler S, Kiss R, Muehlbauer T. Reliability and minimal detectable change of the Upper Quarter Y-balance Test in healthy adolescents aged 12 to 17 years. *Int J Sports Phys Ther*. 2019 Dec;14(6):927-934. PMID: 31803525; PMCID: PMC6878871.

- 16 Schwiertz G, Beurskens R, Muehlbauer T. Discriminative validity of the lower and upper quarter Y balance test performance: a comparison between healthy trained and untrained youth. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2020 Dec 3;12(1):73. DOI: <http://www.doi.org/10.1186/s13102-020-00220-w>. PMID: 33292443; PMCID: PMC7713321.
- 17 Schwiertz G, Bauer J, Muehlbauer T. Upper Quarter Y Balance test performance: Normative values for healthy youth aged 10 to 17 years. *PLoS One.* 2021 Jun 18;16(6):e0253144. DOI: <http://www.doi.org/10.1371/journal.pone.0253144>. PMID: 34143826; PMCID: PMC8213051.
- 18 Haddad JM, Rietdyk S, Claxton LJ, et al. Task-dependent postural control throughout the lifespan. *Exerc Sport Sci Rev.* 2013 Apr;41(2):123-32. DOI: <http://www.doi.org/10.1097/JES.0b013e3182877cc8>. PMID: 23364347; PMCID: PMC3608710.
- 19 Gorman PP, Butler RJ, Plisky PJ, et al. Upper Quarter Y Balance Test: reliability and performance comparison between genders in active adults. *J Strength Cond Res.* 2012 Nov;26(11):3043-8. DOI: <http://www.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182472fdb>. PMID: 22228174.
- 20 Audiffren J, Contal E. Preprocessing the Nintendo Wii Board Signal to Derive More Accurate Descriptors of Statokinesigrams. *Sensors (Basel).* 2016 Aug 1;16(8):1208. DOI: <http://www.doi.org/10.3390/s16081208>. PMID: 27490545; PMCID: PMC5017374.
- 21 Prieto TE, Myklebust JB, Hoffmann RG, Lovett EG, Myklebust BM. Measures of postural steadiness: differences between healthy young and elderly adults. *IEEE Trans Biomed Eng.* 1996 Sep;43(9):956-66. DOI: <http://www.doi.org/10.1109/10.532130>. PMID: 9214811.
- 22 Borms D, Maenhout A, Cools AM. Upper Quadrant Field Tests and Isokinetic Upper Limb Strength in Overhead Athletes. *J Athl Train.* 2016 Oct;51(10):789-796. DOI: <http://www.doi.org/10.4085/1062-6050-51.12.06>. Epub 2016 Nov 11. PMID: 27834503; PMCID: PMC5189232.
- 23 Butler R, Arms J, Reiman M, et al. Sex differences in dynamic closed kinetic chain upper quarter function in collegiate swimmers. *J Athl Train.* 2014 Jul-Aug;49(4):442-6. DOI: <http://www.doi.org/10.4085/1062-6050-49.3.17>. Epub 2014 Jul 11. PMID: 25014714; PMCID: PMC4151831.

- 24 Edouard P, Gasq D, Calmels P, et al. Shoulder sensorimotor control assessment by force platform: feasibility and reliability. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2012 Sep;32(5):409-13. DOI: <http://www.doi.org/10.1111/j.1475-097X.2012.01140.x>. Epub 2012 Apr 18. PMID: 22856350.
- 25 Milczarek JJ, Kirby RL, Harrison ER, et al. Standard and four-footed canes: their effect on the standing balance of patients with hemiparesis. *Arch Phys Med Rehabil*. 1993 Mar;74(3):281-5. PMID: 8439256.
- 26 Laufer Y. Effects of one-point and four-point canes on balance and weight distribution in patients with hemiparesis. *Clin Rehabil*. 2002 Mar;16(2):141-8. DOI: <http://www.doi.org/10.1191/0269215502cr481oa>. PMID: 11911512.
- 27 Russo MM, Lemos T, Imbiriba LA, et al. Beyond deficit or compensation: new insights on postural control after long-term total visual loss. *Exp Brain Res*. 2017 Feb;235(2):437-446. DOI: <http://www.doi.org/10.1007/s00221-016-4799-x>. Epub 2016 Oct 21. PMID: 27770165.
- 28 Carpenter MG, Murnaghan CD, Inglis JT. Shifting the balance: evidence of an exploratory role for postural sway. *Neuroscience*. 2010 Nov 24;171(1):196-204. DOI: <http://www.doi.org/10.1016/j.neuroscience.2010.08.030>. Epub 2010 Aug 26. PMID: 20800663.
- 29 Murnaghan CD, Horslen BC, Inglis JT, et al. Exploratory behavior during stance persists with visual feedback. *Neuroscience*. 2011 Nov 10;195:54-9. DOI: <http://www.doi.org/10.1016/j.neuroscience.2011.08.020>. Epub 2011 Aug 12. PMID: 21867743.

Supplementary material

The front page of the submitted manuscript for the Muscle, Ligament and Tendon Journal.

Muscle, Ligaments and Tendons Journal Posturographic assessment of shoulder complex stability in swimmers during Upper-Quarter Y Balance Test: cross-sectional study in young athletes, regarding handedness --Manuscript Draft--	
Manuscript Number:	
Full Title:	Posturographic assessment of shoulder complex stability in swimmers during Upper-Quarter Y Balance Test: cross-sectional study in young athletes, regarding handedness
Article Type:	Original Article (Research Report)
Keywords:	Posturographic; shoulder complex; stability; Upper Quarter Y Balance Test
Abstract:	Objective The aim of this study was to evaluate the control of shoulder complex stability during the Upper Quarter Y Balance Test (UQ-YBT) in sub-17 swimming athletes, considering handedness as a factor. Methods Thirty-two (20 female) right-handed young competitive swimmers aged 13-16 years old (min.-max.) participate in the study. The participants performed the UQ-YBT on a Wii Balance Board platform. The UQ-YBT performance was expressed in terms of reaching distances normalized by upper limbs' length, while the postural sway data acquired was expressed in resultant distance path length. A two-way ANOVA was applied to check for main effect and interaction between handedness and UQ-YBT direction. The association between UQ-YBT and path length was assessed through Pearson correlation analysis. Results The UQ-YBT performance was progressively lower from medial to inferolateral and superolateral directions ($P < 0.006$), with differences between hands for inferolateral (right > left hand, $P = 0.003$) and medial (left > right hand, $P = 0.005$) directions. Postural sway for the superolateral direction was significantly higher than that observed during the inferolateral and medial directions ($P < 0.001$), and no handedness effect was found ($P > 0.078$). A significant correlation was found for UQ-YBT medial direction distances and the medial path length, for both hands (r ranged 0.449-0.576, $P < 0.013$). Conclusions The level of challenge presented by the functional test, rather than upper limb lateral specialization, had the greatest influence on shoulder complex stability control.
Corresponding Author:	Flavia Albuquerque UNISUAM: Centro Universitario Augusto Motta RIO DE JANEIRO, RIO DE JANEIRO BRAZIL
Corresponding Author E-Mail:	flavinhaalbfo@gmail.com
First Author:	Flavia Albuquerque
Other Authors:	Flávia Albuquerque Arthur S. Ferreira Thiago Lemos
Author Comments:	
Short Title:	Shoulder Stability and Handedness in Young Swimmers: A Posturographic Study
Funding Information:	

Powered by Editorial Manager® and ProduXion Manager® from Aries Systems Corporation

Manuscrito #2

Original Research

Disability and Shoulder Pain Predict Clinical Outcomes Better than Functional and Balance Measures: A Prospective Cohort Study in Young Swimmers

Flávia Albuquerque¹, Arthur S. Ferreira¹, Thiago Lemos^{1,2}

¹Graduate Program in Rehabilitation Sciences, Augusto Motta University Center – UNISUAM, Rio de Janeiro, Brazil. ²Neuromuscular Research and Exercise Physiology Laboratory, National Institute of Traumatology and Orthopedics – INTO, Rio de Janeiro, Brazil.

Corresponding Author Email: prof.thiagolemos@pm.me (TL)

Acknowledgments

This study was funded by the Carlos Chagas Filho Foundation for Research Support of the State of Rio de Janeiro (FAPERJ; nº E-26/211.104/2021) and by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel – Brazil (CAPES; funding code 001, nº 88881.708719/2022-01, and nº 88887.708718/2022-00). We would like to thank the CUIDAR Project of the Flamengo Rowing Club, represented by Carlos Alexandre Souto de Assis, for their support during the development of this research.

Abstract

Objective: This study investigated the association between shoulder pain and functional measures in young competitive swimmers, aiming to identify risk factors for shoulder pain occurrence. **Methods:** This prospective study included 32 swimmers (aged 13–16 years) who underwent clinical and functional assessments, including the Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI), Visual Analog Scale (VAS), and Upper Quarter Y Balance Test (UQ-YBT) performed on a force platform. Postural displacements during the UQ-YBT were quantified as resultant distance path length in each test direction. Shoulder pain was self-reported after six months via telephone follow-up. Comparisons between swimmers with and without pain symptoms were conducted using Welch t test, while associations between clinical and functional measures and shoulder pain were assessed via univariate logistic regression. **Results:** After six months, 10 out of 32 swimmers (31.3%) reported experiencing shoulder pain. No significant differences were found in anthropometric or training variables between groups. However, swimmers with shoulder pain showed significantly higher WOSI scores (physical symptoms, sports/recreation, emotional domains, and total score) and VAS pain scores, indicating greater shoulder dysfunction and pain perception. UQ-YBT performance and balance measures showed no significant group differences. Logistic regression identified WOSI subscales and VAS as significant predictors of shoulder pain, with higher scores increasing the odds of pain occurrence. Age was also a predictor, with younger athletes at slightly higher risk. **Conclusion:** The findings suggest that clinical assessments like WOSI and VAS are more effective than functional tests in predicting shoulder pain risk in young swimmers, underscoring the importance of monitoring symptom-related disability for early prevention.

Keywords: pain perception; physical functional performance; sports medicine; health risk; postural control; youth sports.

INTRODUCTION

The shoulder complex comprises four joints: the glenohumeral, scapulothoracic, sternoclavicular, and acromioclavicular joints, and important muscle groups such as the deltoid, rotator cuff, and teres major (Bakhsh & Nicandri, 2018; Moser et al., 2013). The integrity of these structures and their proper coordination ensure joint stability and precision in shoulder movements. Structural or functional alterations caused by pain or injuries can impair motor control, joint kinematics, and movement planning (Bachasson et al., 2015), favoring the development of musculoskeletal dysfunctions.

Sports like swimming require a combination of endurance, strength, and motor control in repetitive and intense shoulder rotation movements. High-performance athletes may swim up to 14,000 meters per week, performing approximately 16,000 shoulder rotations in this period, which significantly overloads the structures of this joint complex and increases the risk of dysfunction and pain (Struyf et al., 2017). Pain perception, defined as “an unpleasant sensory and emotional experience associated with actual or potential tissue damage, or described in terms of such damage” (IASP, 2020), is reported by approximately 40% to 91% of swimmers and is considered one of the earliest clinical signs of tissue overload or incipient injury (Oliveira et al., 2017), although the exact causes of this condition remain controversial (Hill et al., 2015).

Early and accurate assessments are essential to detect shoulder dysfunctions and guide effective prevention and rehabilitation strategies. Several tools have been used for this purpose, such as the Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI), a questionnaire with 21 items presented on a 100 mm visual analog scale that assesses symptoms and function in individuals with glenohumeral instability (Barbosa et al., 2012; Van der Linde et al., 2014), and the Visual Analog Scale (VAS), widely used to subjectively quantify pain intensity (Heller et al., 2016). Functional tests such as the Upper Quarter Y Balance Test (UQ-YBT) allow for unilateral evaluation of upper limb performance, covering aspects of strength, stability, and mobility (Butler et al., 2014). Additionally, force platforms have been used to identify sensorimotor control deficits in individuals with shoulder instability in both clinical and postoperative contexts (Edouard, 2014; Ehmann, 2022).

Previous studies have investigated objective and self-reported measures to predict subsequent shoulder injuries and pain. Feijen et al. (2021) developed a prognostic model for shoulder pain in young competitive swimmers, identifying five key predictors: acute-to-chronic workload ratio (ACWR), competitive level, posterior

shoulder strength, shoulder flexion range of motion, and hand entry position error. ACWR was the strongest predictor, showing a 4.3-fold increased risk of pain with sudden load increases. Conversely, Souza et al. (1999) associated competitive swimming with shoulder pain, noting frequent impingement signs and possible rotator cuff injuries, assessed through clinical tests (e.g., Neer's maneuver, drawer tests). However, no single models proved predictive. Further studies emphasized objective risk factors. For instance, Kennedy et al. (2024) found that motion limitations, joint laxity, and muscle imbalances correlated with pain, particularly in adolescent and adult swimmers, while Porter et al. (2023) demonstrated that increased supraspinatus tendon thickness post-training predicted pain at 3–6 months, suggesting acute tendon response as an early risk marker. We chose to use the WOSI due to its focus on shoulder instability, a condition frequently associated with athletes in various sports.

The present study aimed to investigate the association between shoulder pain occurrence in youth swimmers and functional shoulder complex measures. Considering the multifactorial nature of pain, we sought to identify, among the applied clinical and functional tests, a set of factors that could support the early identification of shoulder injury risk.

METHODS

Ethical Considerations

This prospective cohort study (Portney, 2020, p. 278) was approved by the Institutional Research Ethics Committee prior to its implementation, under protocol number 30485620.7.0000.5235. After explaining the study objectives and methods, and before any procedures were performed, all participants' parents or legal guardians signed a printed informed consent form.

Participants

Of the 34 athletes initially enrolled, two withdrew before the study was completed due to dropping out of the sport. The study included 32 competitive swimmers (18 female, 14 male), aged 14 (range 13–16) years, with a body mass of 59.21 (44.0–80.0) kg, height of 169.25 (158–187) cm, and BMI of 20.59 (15.78–23.84) kg/m². Participants reported an average training volume of 7.06 (6.0–9.5) km per week and had been practicing the sport for an average of 7.09 (3–13) years. The sample was predominantly right-handed (N=30, 93.8%), with an equal distribution of swimmers with (N=16) and

without (N=16) previous injuries. Regarding swimming specialization, the cohort consisted of 17 sprinters, 14 long-distance swimmers, and 1 middle-distance swimmer. The most common stroke was freestyle (N=14), followed by butterfly (N=8), breaststroke (N=5), backstroke (N=4), and medley (N=1).

General Procedures

The flowchart shown in Figure 1 describes the research protocol. Initially, athletes were asked to complete an anamnesis and three questionnaires, including the Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI), the Visual Analog Scale (VAS), and the Edinburgh Handedness Inventory. Next, the Upper Quarter Y Balance Test (UQ-YBT) was conducted on a force platform, in which participants reached in three directions (medial, inferolateral, and superolateral) with each upper limb. Finally, a follow-up questionnaire was administered by phone six months later to assess musculoskeletal injuries.

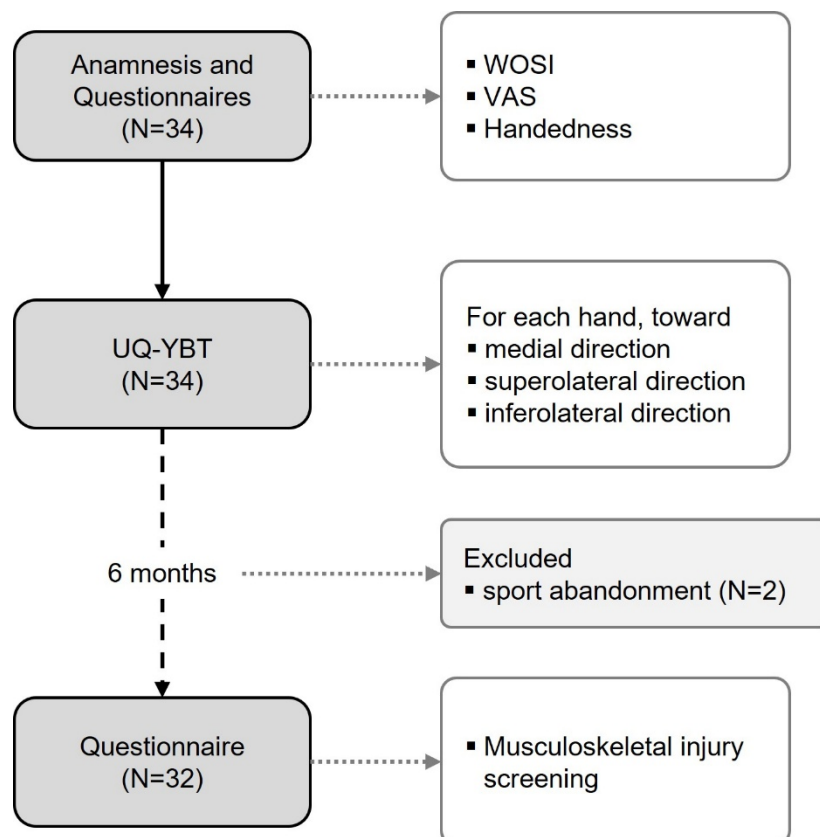


Fig. 1. Flowchart describing the research protocol.

Anamnesis and Clinical-Functional Assessment Tools

An anamnesis was conducted to collect sociodemographic, anthropometric, and sports-related information from the participants.

Shoulder instability symptoms were assessed using the Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI; Van der Linde et al., 2014), which consists of four domains: physical symptoms; sports, recreation, and work; lifestyle; and emotional factors. The WOSI comprises 21 items rated on a 100 mm visual analog scale, ranging from “no complaints” (0) to “severe complaints” (100). The items are summarized into four scores, with a total score ranging from 0 to 2100, where 0 indicates no quality-of-life limitation and 2100 represents extreme limitation. The Brazilian Portuguese version of the WOSI was used (Barbosa et al., 2012).

Pain intensity was assessed using the Visual Analog Scale (VAS), represented by a 10 cm line with endpoints labeled “no pain” and “worst imaginable pain” (Martinez et al., 2011; Heller et al., 2016). The VAS is widely used in chronic pain assessment due to its ease of application.

To determine upper limb dominance, we used the Edinburgh Handedness Inventory (Oldfield, 1971). This questionnaire was administered as an interview, where each subject indicated their preferred hand for various manual tasks by selecting the right or left column for their response.

Upper Quarter Y Balance Test and Biomechanical Assessment

First, the athletes' upper limb length was measured with a tape measure accurate to 0.5 cm (Williamson et al., 2019). The measurement was taken with participants standing, arms abducted at 90°, elbows extended, wrists in anatomical position, and thumbs pointing upward (Borms & Colls, 2018; Kim et al., 2019; Bauer et al., 2021). Measurements were recorded from the spinous process of the 7th cervical vertebra to the tip of the middle finger (Schwartz et al., 2021).

After limb length was recorded, the athletes were positioned on a force platform in a plank posture, with upper limbs, torso, and lower limbs extended, feet hip-width apart, and weight supported on the toes. Shoulders and wrists were kept at 90° flexion, elbows fully extended, and hands contacting the platform. The head remained aligned neutrally with the trunk. After a familiarization period, athletes performed the UQ-YBT adapted for the force platform, using a wooden ruler (5 cm in height) positioned in each of the

three directions. This test challenges shoulder mobility and stability by requiring participants to support their weight on the fixed limb (pre-marked on the platform) while reaching with the contralateral limb in the medial, inferolateral, and superolateral directions (Gorman et al., 2012). Each direction was tested three times in random order and reach distances and posturographic data were recorded. UQ-YBT reach distances were normalized to upper limb length.

Center of Pressure (CoP) coordinates were recorded at 30 Hz using a force platform (Wii Balance Board, Nintendo Co Ltd, Japan). Data was transmitted wirelessly via Bluetooth to a laptop running a custom LabView program (National Instruments, USA). The platform was calibrated according to the manufacturer's guidelines. The CoP signal was resampled to 100 Hz using the SWARII algorithm (Audiffren & Contal, 2016), converted into resultant distance (square root of the sum of the squared displacements in the mediolateral and anteroposterior directions), and expressed as path length (summed distances between consecutive points) for each direction (Prieto et al., 1996). Data processing was performed offline in Python 0.5.4.

Prospective Assessment

Six months later, a telephone follow-up was conducted to evaluate sport-related muscle pain. The questionnaire assessed the presence of pain in the previous six months, including conditions or specific activities associated with pain, affected body parts, duration of activity suspension, whether treatment was sought, and whether the athlete resumed their regular activities. Athletes were classified as positive or negative for shoulder pain based solely on self-reported symptoms.

Statistical Analysis

Missing or extreme values (approximately 6% of the total dataset) related to the functional assessments (UQ-YBT performance and force platform variables) were addressed using Multiple Imputation by Chained Equations (MICE; White et al., 2011) to preserve statistical power and minimize potential bias.

A preliminary assessment of normality using the Shapiro-Wilk test indicated that 58% of the examined variables conformed to a Gaussian distribution ($P > 0.062$). Continuous variables were compared between groups ($N = 10$ swimmers with positive shoulder pain symptoms vs. $N = 2$ swimmers with negative symptoms) using Welch's *t*-tests for unequal sample sizes. Effect sizes were calculated using Cohen's *d*,

interpreted as trivial ($d < 0.2$), small ($0.2 < d < 0.5$), moderate ($0.5 < d < 0.8$), and large ($d > 0.8$) (Cohen, 1988). To control multiple comparisons, we applied the Benjamini-Hochberg False Discovery Rate (FDR) correction (Benjamini & Hochberg, 1995), maintaining the expected proportion of false discoveries below 5%.

Variables that showed statistically significant differences between groups ($P < 0.05$) or effect sizes greater than Cohen's d 0.50 were subsequently included in univariate logistic regression analyses to assess their individual predictive value for pain status. The predictors included age, height, weight, swimming volume, WOSI physical symptoms, WOSI sports/recreation/work, WOSI emotional domain, WOSI total score, and VAS pain score. Continuous predictors were standardized using z-score normalization (mean=0; SD=1) to allow direct comparison of effect sizes across different measurement scales. All logistic regression models were fitted using maximum likelihood estimation, with results expressed as odds ratios (ORs) with corresponding 95% confidence intervals. FDR correction (Benjamini & Hochberg, 1995) was also applied to account for multiple comparisons.

All analyses were conducted in Python 3.11.7 using the Pingouin library (version 0.5.5) for hypothesis testing and StatsModels (version 0.14.0) for regression analysis. Statistical significance was set at 5%.

RESULTS

Shoulder Pain Symptoms After 6 Months

Of the total participants, 22 (68,75%) did not report shoulder pain, while 10 (31,25%) reported experiencing shoulder pain in the past six months. All affected athletes reported pain during training, with the following locations: bilateral shoulder pain (7 cases), right shoulder pain (2 cases), and left shoulder pain (1 case). When asked whether they had taken at least one day off due to the pain, five athletes reported not interrupting training, four confirmed taking time off (ranging from 1 day to more than 1 week), and one athlete did not respond. Regarding physical therapy, seven sought treatments, while three did not. Notably, all athletes with shoulder pain symptoms returned to or maintained their regular sports activities without prolonged interruption.

Group Comparisons

Welch's independent t-test revealed no significant differences between the groups in terms of age, height, weight, BMI, training time, or swimming volume ($P > 0.078$; Table 1). However, age, height, weight, and swimming volume showed moderate to large effect sizes, warranting their inclusion in the subsequent regression model.

Table 1. Sample characteristics.

	Groups, by 6-mo pain report		P-value*	Cohen-d
	negative (N=22)	positive (N=10)		
Age (years)	14.7 (0.8)	13.9 (0.7)	0.078	1.019
Height (cm)	170.5 (7.3)	166.6 (6.1)	0.407	0.551
Weight (kg)	60.8 (8.9)	55.7 (5.3)	0.197	0.639
BMI (kg/m ²)	20.8 (1.9)	20.0 (1.2)	0.407	0.466
Time of practice (years)	7.2 (0.9)	6.8 (0.8)	0.407	0.503
Training volume (km/week)	6.9 (1.8)	7.5 (2.3)	0.884	0.305

Data are presented as mean (SD). *FDR corrected.

Significant group differences were observed in several clinical variables (Figure 2). Specifically, the WOSI physical symptoms domain ($P = 0.022$, $d = 1.095$; Fig. 2A), the sports/recreation/work domain ($P = 0.022$, $d = 1.328$; Fig. 2B), the emotional domain ($P = 0.022$, $d = 1.231$; Fig. 2C), the total WOSI score ($P = 0.022$, $d = 1.143$; Fig. 2D), and the VAS pain score ($P = 0.018$, $d = 1.126$; Fig. 2E) all showed large effect sizes, indicating substantial differences between groups, with higher scores observed among those with positive shoulder pain symptoms.

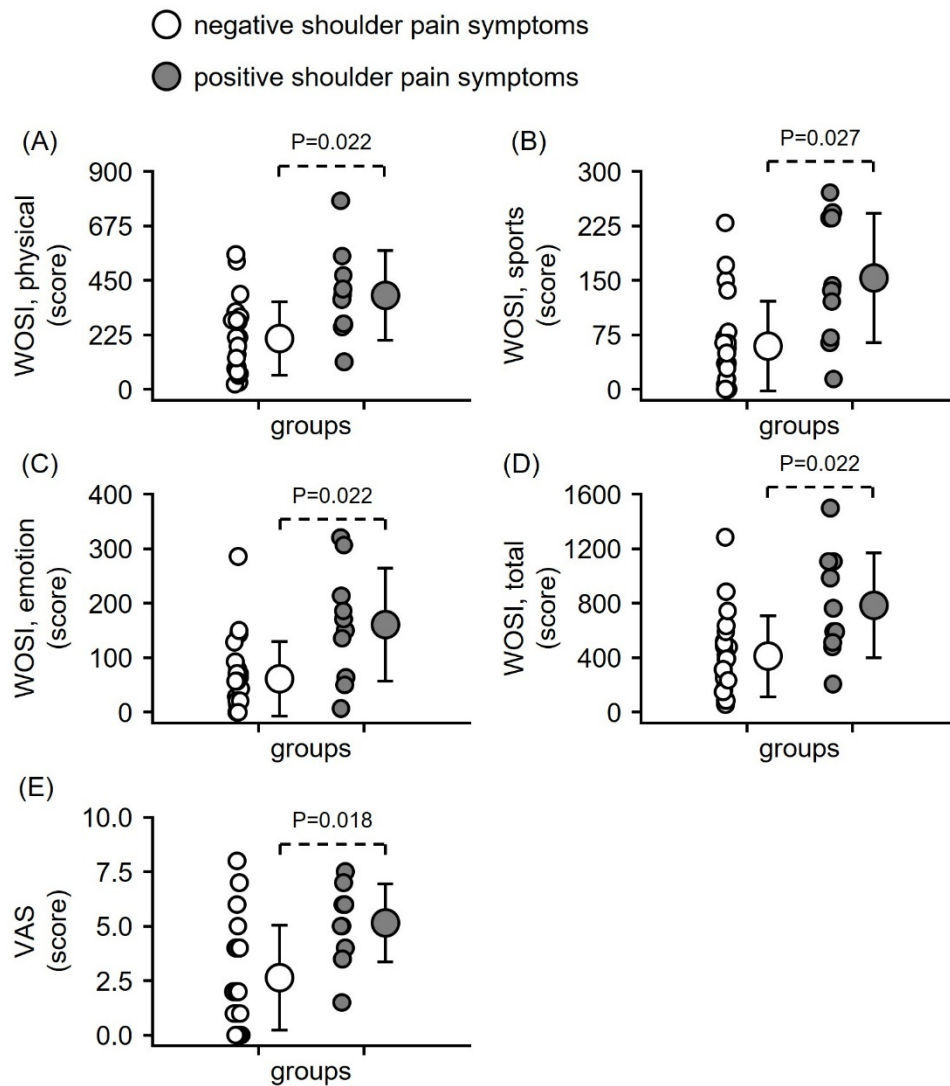


Fig 2. WOSI and VAS group analysis. Data are presented as mean (SD) and individual values (small circles) for those with negative (white markers) and positive (gray markers) shoulder pain symptoms.

Regarding UQ-YBT, no significant differences were observed in composite scores or normalized reach distances after FDR correction ($P > 0.500$; Table 2). Similarly, path length measures showed no significant group differences after FDR correction ($P > 0.167$; Table 2). Overall, the most pronounced group differences were found in shoulder function (WOSI) and pain perception (VAS), while dynamic balance and functional measures were largely similar across groups.

Table 2. Functional performance and postural displacement during UQ-YBT.

	Groups, by 6-mo pain report		P-value*	Cohen-d
	negative (N=22)	positive (N=10)		
UQ-YBT-comp., right	93.8 (7.0)	93.7 (9.3)	0.968	0.017
UQ-YBT-comp., left	93.5 (7.6)	92.9 (9.0)	0.968	0.072
UQ-YBT-IL, right	86.7 (7.8)	85.3 (9.6)	0.949	0.168
UQ-YBT-IL, left	84.9 (8.1)	82.4 (10.8)	0.884	0.281
UQ-YBT-ME, right	90.0 (7.3)	90.1 (5.7)	0.968	0.024
UQ-YBT-ME, left	92.5 (8.4)	90.5 (6.8)	0.884	0.241
UQ-YBT-SL, right	81.1 (10.7)	82.7 (13.0)	0.949	0.144
UQ-YBT-SL, left	80.6 (9.8)	83.1 (10.9)	0.884	0.247
PL-IL, right	419.6 (159.2)	449.1 (193.8)	0.949	0.173
PL-IL, left	360.9 (90.2)	376.3 (106.7)	0.949	0.162
PL-ME, right	481.3 (231.3)	476.1 (282.2)	0.968	0.021
PL-ME, left	400.4 (135.8)	345.6 (80.8)	0.407	0.449
PL-SL, right	705.7 (227.1)	628.6 (208.4)	0.774	0.348
PL-SL, left	713.3 (274.0)	690.8 (181.4)	0.968	0.090

Data are presented as mean (SD). *FDR corrected. Right/left, hand on which the test was performed; UQ-YBT, Upper Quarter Y-Balance Test; comp., composite score; IL, inferolateral; ME, medial; SL, superolateral; PL, path length.

Predictive Regression Modeling

Logistic regression analysis (Table 3) revealed significant associations between shoulder-related outcomes and clinical measures. Along with age, the WOSI physical subscale, sports/recreation subscale, emotional subscale, and total WOSI score were significant predictors, suggesting that higher disability scores increased the odds of pain. Similarly, the VAS pain score showed a strong positive association. In contrast, height, weight, and swimming volume were not significant predictors.

Table 3. Univariate logistic regression model results.

	beta	P-values*	Odds ratio		
			OR	IC 95% lower	IC 95% upper
Age	-1.164	0.037	0.312	0.113	0.863
Heigh	-0.656	0.187	0.519	0.205	1.314
Weight	-0.786	0.147	0.456	0.172	1.209
Training volume	-0.560	0.195	0.571	0.245	1.332
WOSI, physical	1.154	0.037	3.171	1.183	8.500
WOSI, sports	1.276	0.037	3.583	1.389	9.241
WOSI, emotional	1.217	0.037	3.378	1.273	8.966
WOSI, total	1.161	0.037	3.194	1.218	8.372
VAS	1.219	0.037	3.384	1.257	9.113

OR, odds ratio; “physical”, WOSI physical symptoms; “sport”, WOSI sport, recreation, and work; VAS, visual analog scale pain score. *FDR corrected.

DISCUSSION

In this prospective study with 32 young swimmers, we investigated clinical and functional factors associated with the development of shoulder pain. The results demonstrated that athletes who experienced shoulder pain after six months already exhibited higher scores on the WOSI and the VAS, indicating greater dysfunction and pain perception, while functional measures such as the UQ-YBT and corresponding postural displacements did not differ significantly compared to asymptomatic athletes. The analysis further revealed that higher scores on the WOSI and VAS, along with younger age, increased the risk of pain after six months, indicating that clinical assessments have greater predictive value than functional tests for this outcome in competitive young swimmers.

The correlation among the studies by Feijen et al. (2021), Souza et al. (1999), Kennedy et al. (2024), and Porter et al. (2023), along with the use of assessment instruments such as the WOSI, VAS, and UQ-YBT, reveals a consistent body of evidence regarding the factors contributing to subsequent shoulder pain in competitive swimmers. Feijen et al. (2021) identified five significant predictors: the acute-to-chronic workload ratio (ACWR), competitive level, posterior shoulder muscle strength, shoulder flexion range of motion, and hand-entry positioning errors. These findings align with those of Souza et al. (1999), who demonstrated that competitive swimming is associated with a higher frequency of shoulder pain and rotator cuff injuries, suggesting

that excessive training load without adequate monitoring may contribute to chronic pain development.

The studies by Kennedy et al. (2024) and Porter et al. (2023) further support the notion that biomechanical changes—such as alterations in range of motion, joint laxity, and supraspinatus tendon thickness—are linked to shoulder pain risk in swimmers. Kennedy et al. (2024) emphasized the importance of considering different age groups and competitive levels when evaluating these factors, while Porter et al. (2023) suggested that monitoring supraspinatus tendon thickness via ultrasound may serve as an early indicator of shoulder pain risk. This connection is reinforced by the use of the WOSI, which, as demonstrated by Kirkley et al. (1998) and Salomonsson et al. (2009), has proven to be a reliable predictor of subjective disability perception, with higher scores correlating with pain presence—a finding consistent with our results. Similarly, the VAS aligns with our study as a functional predictor, given that pain is a primary limitation in athletes with a history of instability (Tjoumakaris et al., 2012). Conversely, the UQ-YBT, which assesses dynamic upper limb performance, was less sensitive in detecting functional deficits related to pain in subclinical stages, a result supported by other studies that found no significant correlation between this test and shoulder instability (Garrison et al., 2015).

Additionally, variables such as height, weight, and swimming volume were not significant predictors, suggesting that biomechanical and load factors alone may not fully explain pain onset in athletes with instability history, at least in samples with homogeneous activity levels.

LIMITATIONS

Among the limitations of the study, the sample size and the interval between assessments stand out. A larger sample size, resulting in a consequent reduction in variability of outcomes, could reveal differences between symptomatic and asymptomatic groups that were not observed in the present study. Additionally, a longer interval between assessments would increase the likelihood of shoulder pain occurrence, making the comparison between groups more equivalent. However, the differences found—despite corrections for multiple comparisons—showed a strong effect size, indicating relevant changes in pain and functionality between the groups, despite the asymmetry in sample size. On the other hand, longer intervals could lead to sample losses due to dropouts from the sport (as occurred with two athletes) or loss of

contact. Despite these limitations, the results provide important information for clinical decision-making, as well as insights into further investigations. Additionally, the strengths of this study include its longitudinal design, the use of validated instruments, and the long-term follow-up for shoulder pain assessment.

CONCLUSION

The study demonstrates that WOSI and VAS are useful instruments for identifying athletes at greater risk of developing or exacerbating shoulder complex dysfunctions. Elevated scores on these scales are associated with the subsequent development of pain, even when objective functional tests, such as the UQ-YBT and hand-supported postural displacement measures, do not detect significant changes. The study emphasizes the importance of a multidimensional assessment, combining subjective and objective measures, for monitoring and clinical decision-making. Future studies will be necessary to validate the predictive power of these scales and establish clinical cut-off points in sports contexts.

REFERENCES

- AUDIFFREN, J.; CONTAL, E. Preprocessing the Nintendo Wii Board Signal to Derive More Accurate Descriptors of Statokinesigrams. *Sensors*, v. 16, p. 1208, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/s16081208>.
- BACHASSON, D. et al. O papel dos sistemas nervosos periférico e central na doença do manguito rotador. *Revista Shoulder Elbow Surgery*, v. 24, p. 1322–1335, 2015.
- BACHASSON, D. et al. The role of the peripheral and central nervous systems in rotator cuff disease. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, v. 24, p. 1322–1335, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jse.2015.04.004>.
- BAKHSH, W.; NICANDRI, G. Anatomy and Physical Examination of the Shoulder. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, v. 26, p. e10–e22, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1097/JSA.0000000000000202>.
- BARBOSA, G. et al. Tradução e adaptação cultural para o português brasileiro do Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI). *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 18, n. 1, p. 35–37, 2012.
- BENJAMINI, Y.; HOCHBERG, Y. Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, v. 57, p. 289–300, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1995.tb02031.x>.
- BORMS, D. et al. Testes de campo do quadrante superior e força isocinética dos membros superiores em atletas de levantamento de peso acima da cabeça. *Journal of Athletic Training*, v. 51, n. 10, p. 789–796, 2016.
- CLARK, N. C. Controle sensório-motor da estabilidade articular funcional: conceitos científicos, considerações clínicas e o paradigma da cascata articuloneuromuscular na lesão articular periférica. *Musculoskeletal Science and Practice*, v. 74, 103198, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2024.103198>.
- COHEN, J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2. ed. Hillsdale, NJ: L. Erlbaum Associates, 1988.
- EDLIN, J. et al. Sobre o uso (e o uso indevido?) do Inventário de Lateralidade de Edimburgo. *Brain and Cognition*, v. 94, p. 44–51, 2015.
- EDOUARD, P. et al. Deficiência do controle sensório-motor na instabilidade anterior recorrente do ombro avaliada com uma plataforma de força estabilométrica. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, v. 23, p. 355–360, 2014.

- EHMANN, Y. et al. A medição do centro de pressão (COP) em pacientes com resultados bem-sucedidos confirmados após cirurgia no ombro mostra déficits sensório-motores significativos. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, v. 30, n. 6, p. 2060–2066, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00167-021-06751-0>.
- FEIJEN, S. et al. Prediction of shoulder pain in youth competitive swimmers: The development and internal validation of a prognostic prediction model. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 49, n. 2, p. 432–441, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1177/0363546520969913>.
- FRYDENDAL, T. et al. Controle sensório-motor e atividade neuromuscular do ombro em nadadores competitivos adolescentes com hipermobilidade articular generalizada. *Gait & Posture*, v. 18, p. 30503–30504, 2018.
- GARRISON, J. C. et al. Association between upper-quarter Y-balance test performance and shoulder mobility, strength, and pain in collegiate baseball pitchers. *Journal of Sport Rehabilitation*, v. 24, n. 4, p. 309–314, 2015.
- GORMAN, P. et al. Teste de Equilíbrio em Y do Quarto Superior: confiabilidade e comparação de desempenho entre gêneros em adultos ativos. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 26, n. 11, p. 3043–3048, 2012.
- HA, A. S. et al. Articulação acromioclavicular: a outra articulação do ombro. *American Journal of Roentgenology*, v. 2, p. 375–385, 2014. DOI: <https://doi.org/10.2214/ajr.13.11460>.
- HELLER, G. Z. et al. Como analisar a escala visual analógica: mitos, verdades e relevância clínica. *Scandinavian Journal of Pain*, v. 13, n. 1, p. 67–75, 2016.
- HILL, L.; COLLINS, M.; POSTHUMUS, M. Risk factors for shoulder pain and injury in swimmers: A critical systematic review. *The Physician and Sports Medicine*, v. 43, p. 412–420, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/00913847.2015.1077097>.
- HILL, L. et al. Fatores de risco para dor e lesão no ombro em nadadores: uma revisão sistemática crítica. *The Physician and Sports Medicine*, v. 51, n. 10, p. 775–780, 2017.
- IASP. IASP revises its definition of pain for the first time since 1979. 2020. Disponível em: https://www.iasp-pain.org/wp-content/uploads/2022/04/revised-definition-flysheet_R2-1-1-1.pdf. Acesso em: 12 maio 2025.
- KENNEDY, J. et al. Sink or Swim? Clinical Objective Tests and Measures Associated with Shoulder Pain in Swimmers of Varied Age Levels of Competition: A Systematic

- Review. *International Journal of Sports Physical Therapy*, v. 19, n. 1, p. 1381–1397, 2024. DOI: <https://doi.org/10.26603/001c.90282>.
- KIRKLEY, A.; GRIFFIN, S.; MCLINTOCK, H. The development and evaluation of a disease-specific quality-of-life questionnaire for disorders of the rotator cuff: The Western Ontario Rotator Cuff Index. *Clinical Journal of Sport Medicine*, v. 8, n. 2, p. 84–91, 1998.
- MARTINEZ, J. E. et al. Análise da aplicabilidade de três instrumentos de avaliação de dor em unidades distintas de atendimento: ambulatório, enfermaria e urgência. *Revista Brasileira de Reumatologia*, v. 51, n. 4, p. 299–308, 2011.
- MOSER, T. et al. The deltoid, a forgotten muscle of the shoulder. *Skeletal Radiology*, v. 42, n. 10, p. 1361–1375, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00256-013-1667-7>.
- OLDFIELD, R. C. The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, v. 9, p. 97–113, 1971. DOI: [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(71\)90067-4](https://doi.org/10.1016/0028-3932(71)90067-4).
- OLIVER, G. D. Ativações dos músculos glúteo médio e escápula no beisebol juvenil. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 26, n. 6, p. 1494–1499, 2015.
- OLIVEIRA, V. et al. Dor no ombro em atletas adolescentes: prevalência, fatores associados e sua influência na função do membro superior. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, v. 21, n. 2, p. 102–113, 2017.
- PORTER, K. et al. O aumento da espessura do tendão supraespinhal após a natação aumenta a probabilidade de dor no ombro no futuro? *Sports Health*, v. 16, n. 3, p. 358–362, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1177/19417381231208715>.
- PORTNEY, L. G. *Foundations of Clinical Research: Applications to Evidence-Based Practice*. 4. ed. Philadelphia: F.A. Davis Company, 2020.
- PRIETO, T. E. et al. Measures of postural steadiness: differences between healthy young and elderly adults. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, v. 43, p. 956–966, 1996. DOI: <https://doi.org/10.1109/10.532130>.
- SALOMONSSON, B. et al. The Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI): validity, reliability, and responsiveness in patients with shoulder instability. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, v. 18, n. 5, p. 773–780, 2009.
- SOUZA, J. B. et al. Síndrome do impacto no nadador. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 5, n. 6, p. 221–224, 1999.

- STRUYF, F. et al. Musculoskeletal dysfunctions associated with swimmers' shoulder. *British Journal of Sports Medicine*, v. 51, p. 775–780, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096847>.
- TJOUMAKARIS, F.; TUCKER, B.; PEPE, M. Long-term outcomes of arthroscopic shoulder stabilization in athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*, v. 22, n. 4, p. 295–300, 2012.
- VAN DER LINDE, J. A. et al. Medição das propriedades do Western Ontario Shoulder Instability Index em pacientes holandeses com instabilidade do ombro. *[Dados incompletos – favor revisar]*.
- WAJEEH, B.; GREGG, N. Anatomia e exame físico do ombro. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, v. 3, p. 10–22, 2018.
- WHITE, I. R.; ROYSTON, P.; WOOD, A. M. Multiple imputation using chained equations: Issues and guidance for practice. *Statistics in Medicine*, v. 30, p. 377–399, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1002/sim.4067>.

Disseminação da Produção

São apresentados aqui os certificados das apresentações que foram realizadas ao longo do curso, em simpósios e conferências locais e nacionais.

**Apresentação de trabalhos no XVII Semana de Pesquisa, Extensão, Pós-Graduação e Inovação da UNISUAM,
Rio de Janeiro-RJ, 2021**



CERTIFICADO

Certificamos que

Flávia de Albuquerque Fernandes e Thiago Lemos

participaram da **XVIII Semana de Pesquisa, Extensão, Pós-Graduação e Inovação da UNISUAM**, intitulada
Ciência, Tecnologia, Inovação e Desenvolvimento, apresentando a pesquisa, **AVALIAÇÃO DA FUNCIONALIDADE DO
COMPLEXO DO OMBRO EM NADADORES ATRAVÉS DA POSTUROGRAFIA**, realizada online no dia 21 de outubro de
2021.

Rio de Janeiro, 21 de outubro de 2021

Claudia de Freitas Lopes Costa

Diretora de Pesquisa, Extensão e Inovação

Av. Paris, 84 - Bonsucesso
Av. Cesário de Melo, 2571 - Campo Grande
Rua Fonseca, 240 - Bangu Shopping
Rua Apiacás, 320 - Taquara - Jacarepaguá

3882-9797
www.unisuam.edu.br

Centro Universitário Augusto Motta
Decreto Presidencial de 27 de outubro de 1997
DOU de 29 de outubro de 1997

Participação do III NEUROSUAM, Simpósio de Fisioterapia Neurofuncional da UNISUAM,
Rio de Janeiro-RJ,2023



**Premiação referente a apresentação de trabalho no I Congresso da Saúde UNISUAM,
Rio de Janeiro-RJ, 2023**



CERTIFICADO

MENÇÃO HONROSA

Certificamos **MENÇÃO HONROSA** ao referido trabalho científico **"AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO DOS MEMBROS SUPERIORES EM NADADORES ATRAVÉS DA POSTUROGRAFIA E SUA RELAÇÃO COM DISFUNÇÕES MUSCULOESQUELÉTICAS"** dos autores de **Albuquerque, F.; Lemos, T.** apresentado no **I CONGRESSO DA SAÚDE UNISUAM**, realizado nos dias 10 a 15 de Abril de 2023, em Rio de Janeiro/RJ.

Rio de Janeiro, 15 de Abril de 2023

Claudia de Freitas Lopes Costa
Diretora de Pesquisa, Inovação e Extensão

Av. Paris, 84 - Bonsucesso
Av. Cesário de Melo, 2571 - Campo Grande
Rua Fonseca, 240 - Bangu Shopping
Rua Apicás, 320 - Taquara - Jacarepaguá

3882-9797
www.unisuam.edu.br

Centro Universitário Augusto Motta
Decreto Presidencial de 27 de outubro de 1997
DOU de 29 de outubro de 1997

**Apresentação de trabalho no 8º Simpósio Paradesportivo Carioca,
Rio de Janeiro-RJ, 2024**

