

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

Geronimo José Bouzas Sanchis

**MUDANÇAS AO LONGO DE UMA TEMPORADA ESPORTIVA NA AMPLITUDE
DE MOVIMENTO, POSTURA, FORÇA ISOMÉTRICA E TESTES DE DESEMPENHO
DO OMBRO E TRONCO EM PARATLETAS**

Belo Horizonte – MG

2024

Geronimo José Bouzas Sanchis

**MUDANÇAS AO LONGO DE UMA TEMPORADA ESPORTIVA NA AMPLITUDE
DE MOVIMENTO, POSTURA, FORÇA ISOMÉTRICA E TESTES DE DESEMPENHO
DO OMBRO E TRONCO EM PARATLETAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Ciências da Reabilitação, Escola de Educação
Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da
Universidade Federal de Minas Gerais.

Linha de pesquisa: Desempenho Funcional Humano

Orientadora: Profa. Dra. Andressa da Silva de Mello
Coorientador: Prof. Dr. Renan Resende

Belo Horizonte – MG

2024

S211m Sanchis, Geronimo José Bouzas
2024 Mudanças ao longo de uma temporada esportiva na amplitude de movimento, postura, força isométrica e testes de desempenho do ombro e tronco em paratletas. [manuscrito] / Geronimo José Bouzas Sanchis – 2024.
106 f.: il.

Orientadora: Andressa da Silva de Mello

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.
Bibliografia: f. 75 - 77

1. Esporte para deficientes – Teses. 2. Ombro – Teses. 3. Articulações – Amplitude de movimento – Teses. I. Mello, Andressa da Silva de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 796-052.26

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecário Lúcio Alves Tannure, CRB 6: n° 2266, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.



ATA DA DEFESA DE TESE DO ALUNO GERONIMO JOSE BOUZAS SANCHIS


Realizou-se, no dia 09 de dezembro de 2024, às 14:00 horas, no formato Online, da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa de tese, intitulada *MUDANÇAS AO LONGO DE UMA TEMPORADA ESPORTIVA NA AMPLITUDE DE MOVIMENTO, POSTURA, FORÇA ISOMÉTRICA E TESTES DE DESEMPENHO DO OMBRO E TRONCO EM PARATLETAS*, apresentada por GERONIMO JOSE BOUZAS SANCHIS, número de registro 2020718337, graduado no curso de FISIOTERAPIA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Andressa da Silva de Mello - Orientador (Universidade Federal de Minas Gerais), Prof(a). Renan Alves Resende (Universidade Federal de Minas Gerais), Prof(a). Renato de Carvalho Guerreiro (Universidade Federal de Minas Gerais), Prof(a). Germanna de Medeiros Barbosa (Universidade Federal do Rio Grande do Norte), Prof(a). Ana Paula de Lima Ferreira (Universidade Federal de Pernambuco), Prof(a). Mauro Augusto Schreiter Melloni (Comitê Paraolímpico Brasileiro).

A Comissão considerou a tese:

() Aprovada


() Reprovada


Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.
Belo Horizonte, 09 de dezembro de 2024.

Documento assinado digitalmente
 ANDRESSA DA SILVA DE MELLO
Data: 09/12/2024 20:39:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof(a). Andressa da Silva de Mello (Doutor)

Prof(a). Renan Alves Resende (Doutor)
Renan Alves Resende:07693033661
33661
Digitally signed by Renan Alves Resende:07693033661
Date: 2024.12.17 08:43:59 +01'00'

Prof(a). Renato de Carvalho Guerreiro (Doutor)
 RENATO DE CARVALHO GUERREIRO
Data: 10/12/2024 10:27:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof(a). Germanna de Medeiros Barbosa (Doutora)
 GERMANNA DE MEDEIROS BARBOSA
Data: 16/12/2024 17:33:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof(a). Ana Paula de Lima Ferreira (Doutora)
 ANA PAULA DE LIMA FERREIRA
Data: 16/12/2024 18:24:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof(a). Mauro Augusto Schreiter Melloni (Doutor)



Documento assinado digitalmente

MAURO AUGUSTO SCHREITER MELLONI

Data: 11/12/2024 12:06:08-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Este trabalho foi realizado no Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício (CEPE) e no Centro de Treinamento Esportivo (CTE) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), com os auxílios concedidos pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES – nº 88887.595686/2020-00), pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - nº 444769/2023-4 e nº 405140/2021-5) e pelo Ministério do Esporte do Governo Federal (nº 58000.008978/2018-37 e nº 71000.056251/2020-49).

AGRADECIMENTOS

Ao longo deste percurso, que tem sido simultaneamente um percurso intelectual e um percurso interior, o meu pensamento e o meu coração estão dirigidos para aqueles que, de diversas formas, me apoiaram e acompanharam.

Aos meus pais, **Maria de los Desamparados Sanchis** e **Pablo Antonio Bouzas**, aos meus tios, aos meus irmãos **Manuel A. Bouzas Sanchis**, **Francisco A. Bouzas Sanchis** e **Siddartha Bouzas**, agradeço o apoio e por me ensinarem a caminhar com dignidade neste mundo, obrigado vocês por estarem presente nos momentos mais cruciais.

À minha esposa, **Romena Leão Catão**, que me apoiou com seu amor incondicional nos momentos mais difíceis dessa trajetória. Sem você, esta conquista teria sido inconcebível; sua presença iluminou os dias mais sombrios e, graças a você, encontrei forças para continuar quando mais precisei.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à minha orientadora, professora Dra. **Andressa da Silva de Mello**, por sua orientação e apoio durante toda a jornada do doutorado. Agradeço imensamente pelos ensinamentos, pela dedicação e pela paciência com que me guiou em cada etapa do percurso, incentivando-me a buscar sempre o conhecimento e a excelência. Sua experiência e rigor acadêmico foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho, assim como seu comprometimento e constante incentivo para superar os desafios.

Manifesto minha profunda gratidão ao meu coorientador o Prof. Dr. **Renan Resende** pelas correções minuciosas e pelos comentários criteriosos que foram indispensáveis para o desenvolvimento da minha escrita acadêmica crítica. Sua atenção aos detalhes e seu compromisso com a excelência elevaram a qualidade deste trabalho, incentivando-me a aprimorar minha argumentação e análise. Sou imensamente grato por sua dedicação e por compartilhar seu conhecimento de forma tão generosa, contribuindo de maneira significativa para meu crescimento acadêmico.

Aos membros do Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício (CEPE) da Universidade Federal de Minas Gerais, ao professor Dr. **Marco Túlio de Mello**, **Eduardo Stieler**, **Samuel Silva**, e **Paula Nascimento**, agradeço pelo frescor de suas ideias, pelo entusiasmo e pelo privilégio de aprender com vocês.

Agradeço a toda equipe do **Centro de Treinamento Esportivo da UFMG**, em especial ao **Centro de Referência Paralímpico Brasileiro (CRPB)**, que me

proporcionou toda infraestrutura e condições ideais para desenvolver os projetos de pesquisa. Muito além das pesquisas, pude vivenciar diretamente com a Extensão, Ensino, Pesquisa e Gestão, o que sem dúvidas, me fez amadurecer muito sobre diferentes ações dentro da Universidade.

Agradeço também a todas as equipes das diferentes modalidades do CPRB, aos treinadores **Christopherson Dias Nascimento**, **Gustavo Ramos Dalla Bernardina** e **Marcello Matos** que apoiaram a ideia. Aos **para atletas** das equipes, meu muito obrigado pela dedicação, comprometimento e parceria com as avaliações. Mesmo com todas as dificuldades e complexidade que envolvem um projeto de pesquisa, sem vocês nada disso seria possível.

A todos os professores e funcionários do **Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação UFMG**, sempre à disposição e auxiliando nos momentos necessários.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)** e ao **povo brasileiro** por custear à minha formação na graduação, mestrado e doutorado em universidades públicas.

"Hay que seguir remando incluso cuando estemos debajo del agua"

Jorge Antonio Bouzas

RESUMO

O paratleta apresenta alterações musculoesqueléticas derivadas da sua condição de saúde, e a prática esportiva pode provocar alterações nessas variáveis. Os estudos apresentados nesta tese objetivam acompanhar ao longo de uma temporada esportiva medidas funcionais de força muscular, mobilidade articular, postura e testes de performance do ombro e tronco de paratletas da natação, atletismo e halterofilismo e a sua relação com cada modalidade e o tipo de deficiência. O primeiro estudo avaliou a amplitude de movimento (ADM), postura e função muscular da articulação do ombro bilateralmente e comparou os achados entre as modalidades, tipos de deficiência e com um grupo controle na pré-temporada esportiva. Para isso foi realizado um estudo observacional com 31 paratletas, onde foi avaliado a amplitude de movimento (ADM) total (rotação interna (RI) + externa (RE)) do ombro, a postura do ombro e a relação da força muscular isométrica entre os RI e RE do ombro. Foi encontrada uma diferença na ADM entre a natação e as outras modalidades esportivas e o grupo controle. Também foi verificada uma diferença na postura do ombro entre o halterofilismo e a natação. O segundo estudo buscou investigar como as variáveis de ADM (RI, RE e total (RI+ RE)), postura e função muscular do ombro de paratletas da natação e halterofilismo se comportam ao longo da temporada esportiva e se houve diferença entre as modalidades esportivas e os tipos de deficiência. Trata-se de um estudo observacional longitudinal com 25 paratletas durante de onze meses, os paratletas foram avaliados em três momentos diferentes, com intervalos entre as avaliações de três meses, foi encontrado um aumento da ADM (RI, RE e total) e dos valores da postura do ombro bilateralmente, independentemente da modalidade esportiva e do tipo de deficiência. O terceiro estudo buscou acompanhar a performance dos membros superiores, do tronco e a força muscular do serrátil anterior em paratletas da natação ao longo de uma temporada esportiva. Tratou-se de um estudo observacional longitudinal com doze paratletas durante onze meses em que os paratletas foram avaliados em três momentos diferentes, com intervalos entre as avaliações de três meses, nesse estudo encontramos uma redução dos valores da performance da performance dos músculos do tronco, independentemente do tipo de deficiência, os paratletas com deficiência motora apresentaram valores menores na força do serrátil anterior ao fim da temporada esportiva quando comparados com

paratletas com deficiência visual/intelectual. Dessa forma, os estudos apresentados nessa tese contribuem para compreender como variáveis musculoesqueléticas variam ao longo de uma temporada esportiva em paratletas, e melhorar o monitoramento periódico pelas equipes multidisciplinares de saúde.

Palavras-chave: Natação, halterofilismo, paradesporto, avaliação, ombro.

ABSTRACT

The para athlete exhibits musculoskeletal changes from their health condition, and sports participation can influence these variables. This thesis aims to monitor clinical measures of muscle strength, joint mobility, posture, and shoulder and trunk performance tests among para athletes in swimming, athletics, and powerlifting throughout a sports season, analyzing the relationship with each sport and type of impairment. The first study evaluated the range of motion (ROM), posture, and shoulder joint muscle function, comparing findings across sports, types of impairments, and a control group during the preseason. An observational study was conducted with 31 para athletes, assessing total shoulder ROM (internal rotation (IR) + external rotation (ER)), shoulder posture, and the isometric muscle strength ratio between IR and ER. Differences were found in ROM between swimming and other sports modalities, as well as with the control group, and in shoulder posture between powerlifting and swimming. The second study sought to investigate the behavior of ROM variables (IR, ER, and total (IR+ER)), posture, and shoulder muscle function in swimming and powerlifting para athletes throughout the sports season, examining differences across sports modalities and types of impairment. This observational longitudinal study followed 25 para athletes over eleven months, with evaluations conducted at three different time points, spaced three months apart. An increase in ROM (IR, ER, and total) and bilateral shoulder posture values was observed, regardless of sport modality or type of impairment. The third study tracked upper limb performance, trunk strength, and serratus anterior muscle strength in swimming para athletes throughout a sports season. This observational longitudinal study included twelve para athletes over eleven months, with assessments at three different time points, spaced three months apart. This study found a reduction in trunk muscle performance values, regardless of disability type; para athletes with motor impairments exhibited lower serratus anterior strength values by the end of the season than those with visual/intellectual impairments. Thus, the studies presented in this thesis contribute to understanding how musculoskeletal variables fluctuate throughout a sports season in para athletes and support enhanced periodic monitoring by multidisciplinary health teams.

Keywords: swimming, powerlifting, parasports, evaluation, shoulder.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Avaliação da amplitude de movimento de rotação interna e externa do ombro. Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 2 - Avaliação da postura do ombro. Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 3 - Avaliação da força isométrica dos músculos rotadores externos e internos do ombro. Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 4 – Gráficos de rotação interna (RI), rotação externa (RE) e amplitude total de movimento (ROM), postura do ombro e relação de força isométrica entre os rotadores externos/internos do ombro, por modalidades esportivas, ao longo da temporada.

Figura 5 – Gráficos de rotação interna (RI), rotação externa (RE) e amplitude total de movimento (ROM), postura do ombro e relação de força isométrica entre os rotadores externos/internos do ombro, por tipo de deficiência, ao longo da temporada.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Artigo 1 - Características gerais dos paratletas e distribuição dos grupos das diferentes modalidades esportivas. Os dados são apresentados como média, desvio padrão (DP), número (n) e porcentagem total (%).

Tabela 2: Artigo 1 - Variáveis estudadas e seus respectivos valores médios, desvio padrão (DP) e intervalo de confiança (IC), divididos por modalidades esportivas e grupo controle.

Tabela 3: Artigo 1 - Variáveis estudadas e seus respectivos valores médios, desvio padrão (DP) e intervalo de confiança (IC), divididos por tipo de deficiência e grupo controle.

Tabela 4: Artigo 2 - Dados demográficos dos paratletas com número (n) de distribuição e porcentagens (%).

Tabela 5: Artigo 2 - Amplitude de movimento (ADM) de rotação interna (RI), rotação externa (RE) e total do ombro, flexibilidade do músculo peitoral menor, relação de força RE/RI e variáveis independentes. Os valores são apresentados como coeficiente de variação (C), desvio padrão (DP) e intervalo de confiança (IC).

Tabela 6: Artigo 2 - Valores médios de ADM total do ombro, postura e comparação da relação de força isométrica RE/RI entre modalidades esportivas. Os valores são apresentados como média, desvio padrão (DP) e intervalo de confiança (IC).

Tabela 7: Artigo 2 - Comparação da ADM total do ombro, postura e relação de força isométrica RE/RI entre os tipos de deficiência. Os valores são apresentados como média, desvio padrão (DP) e intervalos de confiança (IC).

Tabela 8: Artigo 3 - Distribuição dos paratletas por tipo de deficiência. Os dados são apresentados com número (n) e porcentagem (%).

Tabela 9: Artigo 3 - Médias, desvio padrão (DP) e intervalos de confiança (IC) para pré-temporada, meio de temporada e final de temporada.

Tabela 10: Artigo 3 - Associação entre CKCUEST, teste de Sorensen e força do músculo serrátil anterior com variáveis demográficas e sazonais, apresentadas com coeficiente de variação (C), desvio padrão (DP), intervalo de confiança (IC) e valor de p.

LISTA DE ABREVIACOES

ADM – Amplitude de movimento
AIC – Akaike Information Criterion
ANOVA – One-way analysis of variance
BMI – Body Mass Index
CI – Confidence intervals
CKCUEST – Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test
CTE – Centro de Treinamento Esportivo
DS – Dominant Side
ER – External Rotation
ICC – Intraclass Correlation Coefficient
IC – Intervalo de Confiança
I/V – Intellectual/visual impairment
IR – Internal Rotation
LL – Lower limb impairment
MMSS – Membros superiores
N – Number
NDS – Non-dominant Side
RE – Rotadores externos
RI – Rotadores internos
ROM – Range of Motion
RR – Razo de risco
SA – Serratus Anterior
SD – Standard deviation
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
UL – Upper limb impairment

SUMÁRIO

| | |
|---------------------------------------|----|
| PREFÁCIO..... | 15 |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 16 |
| 2 OBJETIVOS..... | 21 |
| 2.1 Geral | 21 |
| 2.2 Objetivo principal estudo 1 | 21 |
| 2.3 Objetivo principal estudo 2 | 21 |
| 2.4 Objetivo principal estudo 3 | 21 |
| 3 ARTIGO 1 | 22 |
| 4 ARTIGO 2 | 37 |
| 5 ARTIGO 3 | 58 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 72 |
| REFERÊNCIAS | 75 |
| ANEXOS..... | 78 |
| MINICURRÍCULO DO DISCENTE..... | 97 |

PREFÁCIO

Este documento foi elaborado de acordo com as regras do Formato Opcional do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), mediante resolução Nº 004/2018, disponível no site do referido programa.

Nesse formato opcional, a primeira sessão é composta pela introdução na qual é realizada e apresentada base teórica e revisão bibliográfica, problematização, justificativa e objetivos dos três estudos que compõem a tese. Em seguida, a segunda seção consiste na apresentação dos três artigos desenvolvidos, sendo o primeiro artigo, “*Shoulder Characteristics in Para- athletes: A Comparative Analysis of Range of Motion, Posture, and Muscle Function*”, foi submetido ao Journal of Sport Rehabilitation (ISSN: 1543-3072), o segundo artigo, “*Seasonal Changes In Shoulder Range of Motion, Posture, and Isometric Strength Ratio In Parathletes*”, e foi submetido ao Brazilian Journal of Physical Therapy (ISSN: 1413-3555), e o terceiro, “*Seasonal Changes in Performance of Upper Limbs and Trunk In Para Athlete’s Swimmers*” foi aceito pelo Journal: Physical Therapy in Sport (ISSN: 1873-1600). Por último são apresentadas as considerações finais da tese os apêndices, anexos e o mini currículo do discente do programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Minas Gerais.

1 INTRODUÇÃO

Os esportes paralímpicos tiveram seus primeiros Jogos em Roma em 1960, e desde então a participação de paratletas, como as modalidades esportivas, vem aumentando exponencialmente (Pinheiro *et al.*, 2020). No esporte paralímpico, os paratletas podem apresentar deficiências física, visual ou intelectual, e são divididos pela sua capacidade funcional (Oh *et al.*, 2013; Silva; Vital; Mello, 2016).

Dentre as modalidades esportivas com maior número de participantes e provas, se encontram a natação, atletismo e o halterofilismo (Silva *et al.*, 2019). Na natação e atletismo participam paratletas com deficiências motora, visual e intelectual, enquanto no halterofilismo apenas paratletas com deficiência motora nos membros inferiores são elegíveis (Silva *et al.*, 2019). As modalidades apresentam em comum uma alta demanda dos membros superiores (MMSS), e existem particularidades dessas modalidades que as diferenciam que podem influenciar nas características musculoesqueléticas dos paratletas (Blauwet *et al.*, 2016; Ona Ayala *et al.*, 2019; Willick *et al.*, 2016).

Na natação, por exemplo, os movimentos são cíclicos e ocorrem no meio aquático, o que pode provocar alterações no sistema musculoesquelético ocasionados pela hidrodinâmica e os efeitos fisiológicos da imersão na água (Pozzi *et al.*, 2020). Por conseguinte, o atletismo é dividido em provas de pista e campo (ex. lançamentos, arremessos e saltos) (Brasil, 2011), nas provas de arremesso e lançamento o paratleta pode realizar as provas sentado em um banco adaptado ou em posição ortostática (Brasil, 2011; Wilk *et al.*, 2016) e são caracterizadas por movimentos de alta potência com grandes amplitudes de movimento (ADM) do membro superior dominante (Wilk *et al.*, 2016). Por outro lado, o halterofilismo consiste em levantar a maior quantidade de peso possível no supino reto com barra, onde os competidores devem abaixar a barra até o peito, segurá-la imóvel nessa posição e, em seguida, empurrá-la para cima até permanecer com os cotovelos estendidos, sendo o vencedor aquele que levantar a maior quantidade de peso (Ona Ayala *et al.*, 2019; Willick *et al.*, 2016).

Em relação à prevalência e incidência de lesões musculoesqueléticas no paraesporte são altas, muitas vezes, maiores que o esporte olímpico (Blauwet *et al.*, 2016; Pinheiro *et al.*, 2024a), e nas nessas três modalidades a articulação do ombro é

a mais acometida (Ona Ayala *et al.*, 2019; Willick *et al.*, 2016). Por exemplo, nas paraolimpíadas do Rio de Janeiro de 2016, os paratletas do halterofilismo apresentaram uma alta prevalência e incidência de lesões nos MMSS, sendo 45,5% de todas as queixas na articulação do ombro (Ona Ayala *et al.*, 2019; Willick *et al.*, 2016).

Na natação paralímpica composta por indivíduos com deficiência visual, foi verificado que a maioria das queixas foram ocasionadas por *overuse* e a articulação mais acometida foi a do ombro com uma prevalência de 29,2% (Magno e Silva *et al.*, 2013). Por fim, nas paraolimpíadas de Londres em 2012, os paratletas das provas de campo apresentaram uma alta prevalência de lesões musculoesqueléticas na articulação do ombro (Blauwet *et al.*, 2016), mais precisamente os arremessadores e lançadores, e os paratletas que fazem uso do banco para realizar o arremesso apresentam uma prevalência de 19,3% e uma incidência de 23,7 (IC: 17,5 – 30,0) das lesões na articulação do ombro, os classificados com baixa estatura apresentam uma maior prevalência e incidência (RR: 3,2; IC: 1,7 – 7,9) quando comparado com paratletas com deficiência visual (RR: 1,19; IC: 0,4 – 3,0) e amputados (RR: 1,34; IC: 0,6 – 2,7) (Blauwet *et al.*, 2016).

Ademais, as lesões esportivas são influenciadas por diversos fatores intrínseco e extrínsecos, que podem ser modificáveis ou não modificáveis, que interagem entre si de forma múltipla e não linear (Bittencourt *et al.*, 2016; Fonseca *et al.*, 2020). Diante disso, as equipes multidisciplinares de esportes *overhead* devem observar como fatores podem influenciar o desenvolvimento de lesões, tais como a posição do atleta, fatores psicossociais, cinesiofobia, histórico de lesões, tipo de nado, nível esportivo do atleta/equipe, idade, sexo e tipo de deficiência podem estar associados ao surgimento de lesões musculoesqueléticas (Bittencourt *et al.*, 2016; Schwank *et al.*, 2022). Outras variáveis intrínsecas e modificáveis têm sido associadas às lesões nessa articulação, por exemplo, em indivíduos cadeirantes a postura e flexibilidade do peitoral menor (Finley; Ebaugh, 2017) tem apresentado uma associação positiva, já em atletas, a força muscular do serrátil anterior (Neumann; Camargo, 2019), o desempenho da musculatura do tronco (RUSS *et al.*, 2021), o desempenho dos MMSS (Tucci *et al.*, 2014), a ADM articular e desequilíbrios musculares (Schwank *et al.*, 2022; Tate *et al.*, 2012). Schwank *et al.* (2022), no último consenso do manejo dos atletas *overhead*, destaca que, independentemente do nível atlético e modalidade esportiva, as principais variáveis relacionadas às lesões na articulação do ombro são as

alterações na ADM de rotação interna e externa do ombro, bem como o desequilíbrio muscular acentuados entre os músculos responsáveis pela realização desses mesmos movimentos.

Além disso, o atleta com deficiência pode apresentar alterações musculoesqueléticas nas variáveis supracitadas que podem ser ocasionadas por adaptações no organismo perante aquela condição de saúde (Pinheiro *et al.*, 2021). Indivíduos hemiparéticos, por exemplo, apresentam uma redução dos valores da ADM articular (Andrews; Bohannon, 1989) além de déficit e um maior desequilíbrio na força muscular do ombro no lado acometido (Nascimento *et al.*, 2014). Como também, estudos prévios encontraram uma associação positiva entre o tempo de uso da cadeiras de rodas e alterações musculoesqueléticas, em que indivíduos com lesão medular baixa, apresentaram uma redução da flexibilidade muscular do peitoral menor, alterações na postura do ombro e uma associação positiva entre o encurtamento do peitoral menor e a presença de dor no ombro (Finley; Ebaugh, 2017; Wellisch *et al.*, 2021). No esporte adaptado de forma geral, essas mudanças no sistema musculoesquelético também são influenciadas pela condição de saúde do indivíduo e a modalidade praticada (Morrien; Taylor; Hettinga, 2016).

A prática esportiva pode provocar mudanças significativas no sistema musculoesquelético, as quais variam estão de acordo com o aprimoramento das habilidades específicas exigidas pelo esporte (Fernandez-Fernandez *et al.*, 2019). Esportes que exigem alta demanda dos MMSS tendem a provocar alterações musculoesqueléticas significativas na articulação do ombro (Batalha *et al.*, 2015, 2013; Ceballos-Laita *et al.*, 2022a). Essas mudanças refletem a adaptação do indivíduo às demandas específicas do esporte. Entretanto, estudos transversais que analisaram variáveis como a ADM e a força isométrica em atletas de diferentes modalidades e grupos controles foram inconclusivos. Um estudo, por exemplo, que avaliou jovens atletas sem deficiência do tênis e comparou com um grupo controle, encontrou apenas uma diferença clínica nos valores da ADM de rotação externa do ombro (Ceballos-Laita *et al.*, 2022b).

Outro estudo que avaliou os índices de desequilíbrio muscular em atletas *overhead* e comparou com um grupo controle de atletas (não *overhead*) não encontrou diferença significativa entre as modalidades no sexo masculino, mas sim no sexo feminino (Vargas *et al.*, 2021). Por outro lado, alguns estudos longitudinais têm encontrado

alterações de algumas das variáveis supracitadas ao longo de uma temporada. Por exemplo, atletas de beisebol e softbol ao fim da temporada esportiva apresentaram mudanças na ADM da rotação externa e rotação interna do ombro bilateralmente, ocorrendo um aumento dos valores da rotação externa e uma redução dos valores da rotação interna (Dwelly *et al.*, 2009). Outro estudo encontrou que um ciclo de treinamento esportivo de natação provocou aumento do desequilíbrio muscular entre os rotadores internos (RI) e rotadores externos (RE) do ombro em nadadores (Batalha *et al.*, 2015).

Entretanto, estudos longitudinais realizados com algumas das variáveis que essa tese se propõe a estudar são escassos. Cabe destacar que a avaliação da desempenho funcional em atletas e paratletas, por meio de testes padronizados, desempenha um papel importante que conjuntamente à outras variáveis que auxiliam as equipes esportivas a detectar precocemente alterações que podem influenciar os parâmetros de resistência e estabilidade necessários para conservar um desempenho atlético adequado conforme a demanda de cada modalidade (Barbosa *et al.*, 2024; Schwank *et al.*, 2022). Estes testes, são ferramentas que podem ser utilizadas para verificar a progressão no processo de reabilitação dos MMSS de um atleta, como também, para identificar déficits de desempenho funcional (Schwank *et al.*, 2022).

Equipes multidisciplinares comumente realizam avaliações que buscam tanto a obtenção da condição física do atleta, acompanhar o desempenho físico, como também detectar precocemente possíveis fatores de risco que possam estar relacionados ao esporte e o desenvolvimento de lesões (Morrien; Taylor; Hettinga, 2016; Pozzi *et al.*, 2020). A avaliação na pré-temporada é uma ferramenta valiosa para monitorar a saúde dos paratletas, rastrear condições de saúde e identificar barreiras que possam impactar o desempenho e participação do paratleta (Pinheiro *et al.*, 2024a), sendo comumente realizada por equipes esportivas para detectar também possíveis fatores extrínsecos e intrínsecos que possam aumentar as chances de um indivíduo ou equipe esportiva sofrerem alguma lesão durante uma temporada esportiva (Barbosa *et al.*, 2024; Schwank *et al.*, 2022).

Com base nos resultados dessas avaliações, medidas de controle de variáveis podem ser implementadas para reduzir o risco de lesões e melhorar o desempenho do atleta (Schwank *et al.*, 2022). Além disso, os achados das avaliações também podem ser utilizados como critério para alta do processo de reabilitação e retorno à prática esportiva (Schwank *et al.*, 2022). Por conseguinte, o conhecimento e

gerenciamento dos fatores de risco deve ser o foco de todos os programas preventivos de equipes esportivas, dessa maneira, a necessidade de focar na implementação de medidas preventivas, um programa de prevenção de lesões deve ser embasado nos resultados das avaliações de pré-temporada e deve ter como objetivo o controle e a melhora dessas variáveis (Pinheiro *et al.*, 2024a; Schwank *et al.*, 2022).

Em síntese, a prática esportiva pode provocar alterações significativas nas variáveis musculoesqueléticas como a ADM do ombro, força muscular, desempenho funcional, postura do ombro, performance do tronco e, aliado a isso, a natureza das condições de saúde de um paratleta pode influenciar nas variáveis supracitadas. Além disso, diante das características e necessidades específicas de cada paratleta, e o entendimento que os fatores de risco não permanecem estagnados, eles podem oscilar ao longo do tempo, portanto compreender como as variáveis supracitadas mudam ao longo de uma temporada esportiva, pode auxiliar na criação de protocolos longitudinais e treinamento adaptado que podem beneficiar cada paratleta, e pode promover uma maior inclusão do atleta com deficiência nas práticas esportivas. Dessa maneira, a vigilância longitudinal dessas variáveis se faz necessário para observar se existem diferenças entre as modalidades esportivas e os tipos de deficiência. As alterações observadas ao longo de um temporada podem fornecer informações valiosas para as equipes multidisciplinares de saúde, facilitando um melhor gerenciamento e mais eficaz dos fatores que podem impactar a performance atlética, além de contribuir para a mitigação do risco de lesões musculoesqueléticas.

OBJETIVOS

2.1 Geral

Observar as mudanças ao longo de uma temporada esportiva das variáveis de amplitude de movimento articular, força muscular, postura, e desempenho da musculatura do tronco e membros superiores em paratletas.

2.2 Objetivo principal estudo 1

2.2.1 Comparar os valores da amplitude de movimento, força isométrica e postura do ombro entre as modalidades esportivas natação, halterofilismo e atletismo e tipos de deficiência.

2.3 Objetivo principal estudo 2

2.3.1 Avaliar as mudanças na rotação interna, rotação externa, amplitude total de movimento (ADM), postura do ombro e força muscular da articulação do ombro em paratletas da natação e halterofilismo ao longo da temporada esportiva.

2.3.2 Objetivo secundário estudo 2

Investigar a diferença dos achados entre modalidades, tipos de deficiência, sexo e idade.

2.4 Objetivo principal estudo 3

2.4.1 Avaliar as mudanças no desempenho dos membros superiores, a resistência dos extensores do tronco e a força do serrátil anterior em paratletas nadadores ao longo de uma temporada esportiva.

2.4.2 Objetivo secundário estudo 3

Investigar a diferença dos achados entre modalidades, tipos de deficiência, sexo e idade

ARTIGO 1

SHOULDER CHARACTERISTICS IN PARA ATHLETES: A COMPARATIVE ANALYSIS OF RANGE OF MOTION, POSTURE, AND MUSCLE FUNCTION

Autores

Geronimo José Bouzas Sanchis, Renan Alves Resende, Bruna Rodrigues Barreto, Marco Túlio de Mello, Juliana Melo Ocarino, Yasser Alanhar Mohmara, Andressa Silva.

Periódico no qual o artigo foi submetido: *Journal of Sport Rehabilitation*

Data de submissão: 09 de outubro de 2024

ABSTRACT

Context: Shoulder range of motion, isometric shoulder strength, and posture may differ between sports and types of impairments. This study aimed to compare the total range of motion, posture, and muscle function of the shoulder in athletes with impairments engaged in swimming, powerlifting, and throwing, while also comparing these modalities and impairments with a control group. **Design:** A cross-sectional study. **Methods:** Thirty-one para athletes and a control group of nine individuals participated. The assessments included shoulder range of motion, posture, and isometric muscle strength measures. Data distribution was verified using the Shapiro-Wilk test. Subsequently, one-way analysis of variance (ANOVA) was employed to evaluate differences between groups based on sport and impairment. The post hoc Bonferroni test was used to identify differences between modalities and impairments, and Cohen's D was calculated to assess the effect size. **Results:** For the total shoulder range of motion, swimming presented the lowest bilateral values when compared to powerlifting (Dominant Side (DS): F: 23.4, $p < 0.01$, Cohen's d: 2.8; Non-Dominant Side (NDS): F: 25.4, $p < 0.01$, Cohen's d: 2.5), throwing (DS: $p < 0.01$, CI: 20.2 – 53.6, Cohen's d: 3.17), and the control group (NDS: F: 7.7, $p < 0.01$, Cohen's d: 1.34). Powerlifting exhibited significant differences bilaterally (DS): F: 6.3, $p < 0.01$, Cohen's d: 1.53; NDS: F: 6.1, $p = 0.03$, Cohen's d: 1.65) compared to swimming. **Conclusion:** This study revealed that powerlifting para athletes displayed higher postural alterations in the shoulder joint compared to swimming athletes bilaterally. On the other hand, swimmers exhibited a lower total ROM than other modalities and there were no differences among the variables and types of impairments.

Keywords: Swimming, Powerlifting, Impairments, Para athletes, Throwing

INTRODUCTION

The pre-existing health conditions and the specific demands of sports modality influence the physical functions of para athletes (Pinheiro *et al.*, 2020). Para athletes present a spectrum of health conditions, including cerebral palsy, spinal cord injury, upper and lower limb amputations, short stature, and visual and intellectual impairment. (Blauwet *et al.*, 2016; Ona Ayala *et al.*, 2019). Consequently, these varied health conditions affect crucial physical functions, such as joint mobility and muscle function. (Janse Van Rensburg *et al.*, 2018). Furthermore, each sport modality imposes distinct demands including sport-specific movement patterns that, over time, can also impact the levels of joint mobility, joint posture, and muscle function exhibited by parathletes (Pinheiro *et al.*, 2024b).

Para-sport overhead modalities such as swimming (Struyf *et al.*, 2017), powerlifting (Blauwet *et al.*, 2022), and throwing substantial demands on the upper limbs, particularly on the shoulder joint complex (Ona Ayala *et al.*, 2019; Struyf *et al.*, 2017). In overhead athletes, musculoskeletal alterations in the shoulder joint are commonly observed, including changes in range of motion (ROM), imbalances in isometric strength between internal (IR) and external rotators (ER), and postural alterations (Schwank *et al.*, 2022; Struyf *et al.*, 2017). The assessment of these variables at the beginning of the season is common in sports teams, and the values are used to identify potential individual and team risk factors that may be related to the demands of the sport (Schwank *et al.*, 2022). Notably, there is a high prevalence of shoulder injuries among para athletes participating in these three sports modalities compared to athletes without impairments (Blauwet *et al.*, 2016; Ona Ayala *et al.*, 2019; Tooth *et al.*, 2020).

For para athletes, various clinical diagnoses and impairments can significantly influence muscular imbalance, shoulder ROM, and shoulder posture (Blauwet *et al.*, 2016). Previous studies have observed muscle imbalances between IR and ER in the shoulder joint in overhead para athletes with lower limb motor impairments (LL) (Mayrhuber *et al.*, 2022) and non-athletes with hemiparesis on their non-dominant side (NDS) (Nascimento *et al.*, 2014). Additionally, overhead athletes with LL exhibited a reduction in shoulder ROM (Nascimento *et al.*, 2014), and swimming para athletes with upper limb impairments (UL) showed lower values of total ROM compared to para athletes with visual impairments (Shimura *et al.*, 2021). Alterations in shoulder posture and mobility were observed and associated with increased duration of wheelchair use in individuals with LL (Finley; Ebaugh, 2017). These musculoskeletal adaptations in this population correlated with the most prevalent shoulder pain and risk of injury (Blauwet *et al.*, 2016; Mayrhuber *et al.*, 2022).

Notably, participation in overhead sports, combined with impairment, leads to

musculoskeletal adaptations that can affect muscle strength balance, total ROM, and shoulder posture. Therefore, our study aims to compare the differences in shoulder muscle balance, total ROM, and shoulder posture between the sports modalities (swimming, throwing, and powerlifting) and types of impairments (lower limb motor, upper limb motor, and intellectual/visual), and compared to a control group. Based on the identified research problem, we have formulated the following hypotheses: 1) Para athletes involved in swimming will exhibit lower total shoulder ROM during the preseason; 2) Swimming and throwing athletes will have a lower isometric strength ratio of shoulder internal rotation (IR) to external rotation (ER) compared to powerlifting and the control group; 3) Para athletes with motor impairments are expected to demonstrate lower values, particularly on the non-dominant side (NDS), in the isometric strength ratio of ER to IR and total shoulder ROM, compared to para athletes with intellectual/visual impairments and the control group.

METHODS

Study Design

This cross-sectional observational study was carried out with para athletes participating in swimming, powerlifting, and throwing sports (specifically, throwing and javelin) at the Centro de Treinamento Esportivo of the Universidade Federal de Minas Gerais (CTE/UFMG) during the sports preseason, which commenced in January and extended until March 2022.

Participants

The sampling employed was non-probabilistic and convenience-based. Inclusion criteria mandated that para athletes were part of a team in one of the sports modalities included in this study and a minimum of one year of specific sports training. Furthermore, they were required to train during the preseason for at least two hours per day, three times a week, starting from the beginning at CTE/UFMG. Exclusion criteria encompassed shoulder pain during activity or at rest (scoring greater than 4 on a 10-point visual analog scale), swelling of the upper limbs, incapacity to perform physical exercises, upper limb surgery within the last year, and other dysfunctions limiting the ability to complete the test protocol. A control group comprised active individuals without impairment who reported engaging in sports (football, running) or gym activities for a minimum of six months preceding the evaluation, with a minimum frequency of three times per week and without involvement in overhead sports. They did not report shoulder

pain during the week of assessment using the visual analog scale, had not undergone surgical procedures within one year before the evaluation, and had no history of shoulder injuries in the last six months.

Participants, including those under 18 and their parents/guardians, were briefed on the study's objectives and provided written consent to participate in the protocol. Additionally, athletes under 18 with impairments provided their written consent before participating. The study adhered to the Declaration of Helsinki, and the project received approval from the Research Ethics Committee of the Universidade Federal de Minas Gerais (CAAE:2718619.4.0000.5149).

Procedures

Type of impairment

Individuals were categorized in two ways: by sports modality and type of impairment, further divided into three categories: 1. Intellectual and visual impairment; Motor impairment of lower limbs (including spinal cord injury, lower limb amputation, lower limb malformation, and diplegia); 3. Motor impairment of the upper limb (covering hemiplegia, upper limb malformation or amputation, tetraplegia, or hemiplegic cerebral palsy).

Range of Motion

To evaluate the ROM for shoulder IR and ER, the participants assumed a supine position with the shoulder abducted and the elbow flexed at 90 degrees. Before the assessment, the inclinometer (Auto-plaza, model AP000088OS, Brazil) was calibrated and positioned on the forearm near the styloid process of the ulna (dorsal surface for IR and ventral surface for ER). For IR assessment, a hand was placed on the humeral head to prevent anterior displacement. Participants were instructed to keep the upper limb relaxed during the movement performed by the evaluator, rotating to a natural stopping point with resistance at the final range (Figure 1). This position was maintained for two seconds, and the measurement was recorded (Higson *et al.*, 2018; Rosa *et al.*, 2019). In the case of shoulder ER ROM, starting from the neutral position, measurements were conducted in the same manner as previously, without manual stabilization. The evaluator maintained continuous and clear communication during the assessment, carefully monitoring any signs of discomfort or pain. To determine the total ROM, the value obtained for IR was combined with the value for ER (IR + ER: Total ROM) (Dutton *et al.*, 2019; Rosa *et al.*, 2019).

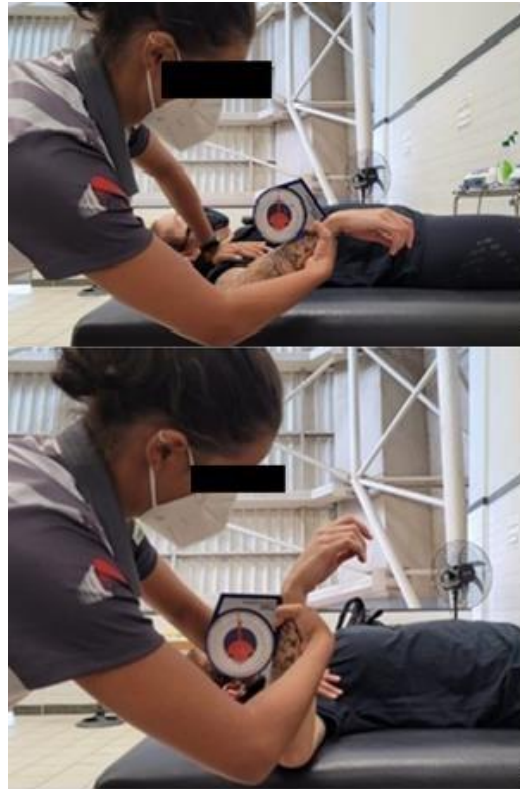


Figure 1 - Assessment of shoulder internal and external rotation range of motion (the figures are not of the study participants). Source: Personal archive.

Posture

Shoulder posture was assessed through the table-to-acromion distance test who assess the shoulder's anteriority (Lewis; Valentine, 2007). In this evaluation, the participants assumed a supine position with arms at the sides, elbows extended, and hands supported laterally. Employing a rigid transparent plastic, the evaluator measured the linear distance in centimeters from the treatment table to the postero-lateral acromion (Lewis; Valentine, 2007).



Figure 2 - Assessment of shoulder posture (the figures are not of the study participants). Source: Personal archive.

Isometric Strength of ER and IR

A handheld dynamometer (microFET®2, Hoggan Scientific, LLC, USA) was utilized for evaluating the isometric muscular strength of the shoulder's IR and ER muscles. The participant maintained a supine position, with the shoulder abducted and the elbow flexed at 90 degrees, supported on the treatment table. The evaluator resisted the maximal force of ER and IR, with the evaluator's wrist positioned on the participant's elbow to prevent compensation (Figure 2) (Higson *et al.*, 2018; Mclaine *et al.*, 2018). Two submaximal contractions were performed in each attempt to acquaint the participant with the test. Subsequently, three maximal contractions were executed, each lasting five seconds, with a 15-second interval between them (Higson *et al.*, 2018; Mclaine *et al.*, 2018). The meaning of the three attempts was employed for peak torque analysis, and the isometric ratio was calculated using the formula: $ER/IR * 10$ (Mclaine *et al.*, 2018; Vargas *et al.*, 2021).

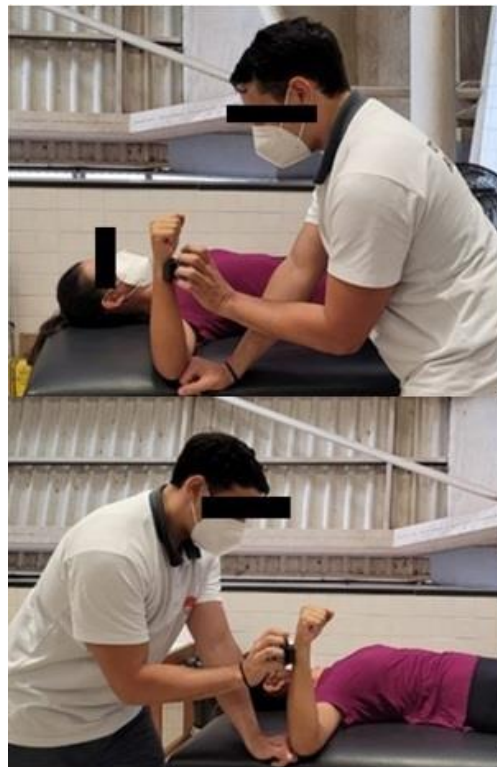


Figure 3 - Assessment of the isometric strength of the shoulder ER and IR (the figures are not of the study participants). Source: Personal archive

Dealings

Before assessments, a training session was conducted with a team comprising two experienced physiotherapists and one student. The evaluators' training and qualification

included three theoretical and practical sessions for familiarization with the assessment instruments. The Intraclass Correlation Coefficient (ICC) was calculated for intra-rater and inter-rater agreement analysis to ensure high levels of reliability. Specifically, one physiotherapist and the student evaluated the shoulder IR ROM (ICC: 0.61) and ER ROM (ICC: 0.62); the student assessed table-to-acromion distance test (ICC: 0.73), and the second physiotherapist evaluated the muscular strength of IR (ICC: 0.97) and ER (ICC: 0.96). Initially, general data were collected from para athletes, including age, gender, mass, height, type of impairment, and dominant limb. Before the assessment, under supervision, all participants performed a five-minute warm-up with free active exercises (circumduction, extension, and flexion of the upper limbs). The assessment was conducted in a session lasting approximately 30 minutes before specific sports training.

Statistical Analyses

Demographic characteristics, including gender, sports discipline, and types of impairment, were delineated using simple tabulations presenting numerical values and percentages. Concurrently, the body mass index and age were derived from the mean values and standard deviation (SD) within the groups. Data distribution was verified using the Shapiro-Wilk test. Subsequently, one-way analysis of variance (ANOVA) was employed to evaluate differences between modalities (swimming, throwing, powerlifting, and control) and different types of impairment (visual/intellectual, motor impairment lower limb, and motor impairment upper limb). The Bonferroni test was then applied to identify differences between modalities and impairment types. Cohen's D was utilized to calculate the effect sizes of the differences between modalities and impairment groups. A significance level of $p < 0.05$ was adopted, and confidence intervals (CI) for each variable were scrutinized.

RESULTS

This study included 31 para athletes (21 males, mean age 28.4 ± 9.7 years) and nine individuals in the control group. The sample primarily comprised male para athletes (67.7%), for the motor impairment the majority of whom utilized wheelchairs (35.4%), followed by diplegia (19%), hemiplegia (14.3%), amputation/malformation of UL (9.5%) and short stature (9.5%) and predominantly engaged in swimming (38.7%). The general characteristics and the distribution of para athletes and the control group are presented in Table 1.

Table 1. General characteristics of parathletes and distribution of groups from different sports modalities. Data are presented by mean, standard deviation (SD), number (n), and total percentage (%).

| Sports | Age | BMI | Total | Sex | | Impairment | | |
|--------------|-------------|--------------|-----------|-----|---|------------|----------|----------|
| | | | | F | M | LL | UL | Int/Vis |
| | Mean (SD) | Mean (SD) | n (%) | n | n | n (%) | n (%) | n (%) |
| Control | 23,6 (±3,4) | 23,3 (±2,3) | 9 (22,5) | 4 | 5 | - | - | - |
| Powerlifting | 27,5 (±7,9) | 23,5 (±4,9) | 11 (27,5) | 3 | 8 | 11 (35,5) | - | - |
| Swimming | 24 (±9,0) | 21,03 (±4,0) | 12 (30) | 3 | 9 | 3 (9,7) | 6 (19,4) | 3 (9,7) |
| Throwing | 35,2 (±9,6) | 27,4 (±6,5) | 8 (20) | 4 | 4 | 2 (6,5) | - | 6 (19,4) |

Legend: F: female; M: male; n: number; %: total percentage; BMI: Body Max Index; LL: Lower Limb; UL: Upper Limb; Int: Intellectual; Vis: Visual

Table 2 outlines the results of the total ROM, posture, and ER/IR ratio for each modality and the control group. Statistically significant differences in shoulder posture and total ROM assessments were observed between modalities and the control group. In the Bonferroni post hoc test, powerlifting demonstrated statistically higher values in the table-to-acromion distance test bilaterally (Dominant Side (DS): F: 6.3, $p < 0.01$, Cohen's d: 1.53; NDS: F: 6.1, $p = 0.03$, Cohen's d: 1.65) when compared to swimming. For TotalROM, swimmers presented the lowest bilateral values when compared to powerlifting (DS: F: 23.4, $p < 0.01$, Cohen's d: 2.8; NDS: F: 25.4, $p < 0.01$, Cohen's d: 2.5), throwing (DS: $p < 0.01$, CI: 20.2 – 53.6, Cohen's d: 3.17), and the control group (NDS: F: 7.7, $p < 0.01$, Cohen's d: 1.34).

Table 3 describes the meaning of total ROM, posture, and ER/IR ratio for each type of impairment and the control group. A statistical difference was observed in the values of total ROM and the ER/IR ratio, both on the NDS. In the Bonferroni post hoc test, only one difference was observed between para athletes with UL and the control group in TotalROM (F: 7.8; $p < 0.01$; Cohen's d: 2.60) and ER/IR ratio (F: 3.5; $p < 0.01$; Cohen's d: 1.87), both on the NDS.

Table 2: Studied Variables and respective mean values, standard Deviation (SD), and Confidence Interval (CI) divided by modalities and control group.

| Variable | Control | | Throwing | | Powerlifting | | Swimming | | F | p |
|-----------------------------|--------------|------------|-------------|------------|--------------|------------|----------------|------------|-----|-------|
| | Mean (SD) | CI (95%) | Mean (SD) | CI (95%) | Mean (SD) | CI (95%) | Mean (SD) | CI (95%) | | |
| ER/IR Ratio | | | | | | | | | | |
| Dominant | 9,8 (± 1,1) | 8,8 - 10 | 8,6 (±1,0) | 7,7 - 9,5 | 10,4 (±1,6) | 9,3 - 11,5 | 10,0 (±1,9) | 8,4 - 11,7 | 2,1 | 0,1 |
| Not dominant | 10,2 (± 1,4) | 9 - 11,5 | 10,2 (±1,6) | 8,9 - 11,6 | 10,4 (±2,2) | 8,9 - 11,9 | 8,4 (±1,9) * | 7,0 - 10 | 2,9 | 0,06 |
| Total Shoulder's ROM | | | | | | | | | | |
| Dominant | 162 (± 23) | 142 - 182 | 175 (±19) | 159 - 191 | 166 (± 16,5) | 155 - 177 | 141 (±13,4) | 129 - 152 | 6,2 | <0,01 |
| Not dominant | 164 (± 26,9) | 141 - 187 | 178 (±15,9) | 165 - 192 | 164 (± 19,8) | 151 - 177 | 125 (± 30,8) * | 99 - 151 | 7,7 | <0,01 |
| Shoulder Posture | | | | | | | | | | |
| Dominant | 4,2 (± 1,2) | 3,1 - 5,3 | 4,7 (±1,1) | 3,8 - 5,6 | 5,7 (±1,3) | 4,8 - 6,6 | 4,1 (±0,9) | 3,3 - 4,6 | 4,5 | <0,01 |
| Not dominant | 3,9 (± 1,9) | 2,3 - 5,63 | 4,8 (±1,1) | 3,8 - 5,8 | 5,5 (±1,2) | 4,6 - 6,3 | 3,6 (±1,1) | 2,8 - 4,5 | 3,5 | 0,02 |

Legend: SD: Standard Deviation; CI = Confidence Interval; ROM: Range of Motion; ER: External Rotation; IR: Internal Rotation *two athletes did not were evaluated because of anatomic problems.

Table 3: Studied Variables and respective mean values, standard Deviation (SD), and Confidence Interval (CI) divided by impairment and control group.

| Variable | Control | | Intellectual/Visual | | Motor Impairment LL | | Motor Impairment UL | | F | p |
|-----------------------------|--------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|-----|-------|
| | Mean (SD) | CI (95%) | Mean (SD) | CI (95%) | Mean (SD) | CI (95%) | Mean (SD) | CI (95%) | | |
| ER/IR Ratio | | | | | | | | | | |
| Dominant | 9,8 (± 1,1) | 8,8 - 10 | 9,6 (1,5) | 8,4 - 10,9 | 9,8 (1,9) | 8,8 - 10,8 | 9,6 (1,5) | 5,7 - 13,5 | 1,6 | 0,17 |
| Not dominant | 10,2 (± 1,4) | 9 - 11,5 | 10,1 (1,6) | 8,7 - 11,4 | 10,2 (2,0) | 9,1 - 11,3 | 7,3 (2,2) | 1,6 - 13,0 | 4,2 | 0,02 |
| Total Shoulder's ROM | | | | | | | | | | |
| Dominant | 162 (± 23) | 142 - 182 | 168 (26,4) | 146 - 190 | 161 (17,3) | 152 - 170 | 142 (17,9) | 98 - 187 | 0,8 | 0,7 |
| Not dominant | 164 (± 26,9) | 141 - 187 | 168 (24,4) | 147 - 188 | 163 (18) | 153 - 173 | 95 (32,5) | 14 - 176 | 6,8 | <0,01 |
| Shoulder Posture | | | | | | | | | | |
| Dominant | 4,2 (± 1,2) | 3,1 - 5,3 | 4,3 (1,1) | 3,3 - 5,3 | 5,3 (1,3) | 4,6 - 6,0 | 4,4 (0,8) | 2,4 - 6,4 | 2,3 | 0,08 |
| Not dominant | 3,9 (± 1,9) | 2,3 - 5,63 | 4,5 (1,2) | 3,4 - 5,5 | 5,1 (1,3) | 4,4 - 5,8 | 4,3 (0,7) | 2,4 - 6,2 | 2,3 | 0,11 |

Legend: SD: Standard Deviation; ROM: Range of Motion; ER: External Rotation; IR: Internal Rotation; CI: Coefficient Interval; LL: Lower Limb; UL: Upper Limb

DISCUSSION

This study characterized the shoulder total ROM, posture, and ER/IR ratio in paraathletes participating in swimming, powerlifting, and throwing. We also compared these modalities and impairments with each other and with a control group. Regarding total ROM, swimming demonstrated lower values than powerlifting, throwing, and the control group. In contrast to swimming, powerlifting exhibited higher values in the acromion-to-table distance test. Concerning impairment, we have not found differences between the groups in ER/IR ratio, total ROM, and shoulder posture bilaterally.

There were no differences between the parasport modalities and the control group when assessing the shoulder ER/IR ratio. Our findings differ from a study that assessed isometric strength and found differentiation among overhead sports in eccentric and concentric evaluations, and ER/IR ratios showed differences between sports (Cools *et al.*, 2016). Our findings align with a cross-sectional study that found no difference in the isokinetic strength ratio of the shoulder between overhead sports and a control group (Vargas *et al.*, 2021). Although no statistical difference was obtained between the DS and NDS of the modalities, we emphasize the importance of evaluating this variable, as muscular imbalance is one of the risk factors for musculoskeletal injuries in the shoulder joint (Schwank *et al.*, 2022). Our study method for assessing the ER/IR ratio might have influenced our findings. Specifically, we didn't measure the eccentric contraction of the shoulder ER, which is crucial for activities like swimming and throwing. Consequently, differences in ER/IR ratio modalities and the control group could exist. However, this remains speculative within the realm of sports science.

Our study unveiled differences between swimming and other sports modalities and the control group for total shoulder ROM. Although no previous studies directly compare this variable among different parasport modalities, the values for swimmers with impairments in our study differ from prior research assessing total ROM in elite swimmers without impairments (Higson *et al.*, 2018; Holt *et al.*, 2017) but align with the results of studies involving university swimmers (Tate *et al.*, 2012, 2020). It is crucial to note that previous studies have suggested that swimming practice may decrease ROM at the end of a sports season (Tate *et al.*, 2020). However, given that this is a cross-sectional study, our values may have been influenced by chronic effects on ROM caused by swimming practice, presenting lower levels than other sports modalities. This difference may be characterized by the long-term flexibility adaptation in swimmers due to repetitive movements in specific ranges during swimming.

A difference was observed in shoulder posture when comparing powerlifting and

swimming through the acromion-to-table distance test, the powerlifters showed higher values than swimmers. Furthermore, the employed test suggests that values above 2.6 cm indirectly indicate a shortening of the pectoralis minor muscle, leading to a postural alteration resulting in increased shoulder protrusion (Lewis; Valentine, 2007). In our research, we observed that all groups exhibited values above the mentioned threshold upon adopting this value as a diagnostic criterion. Previous studies have found the test is reliable, but it lacks diagnostic precision in identifying individuals with alterations in pectoralis minor involvement (Lewis; Valentine, 2007). Thus, if the linear distance exceeds 2.6 cm, clinicians may need to conduct extra tests to evaluate pectoralis minor muscle shortening along with shoulder posture.

Nonetheless, comparable to our findings a study conducted with non-disabled powerlifters demonstrated high values of the acromion-table-test when compared to a control group, which may be attributed to a common characteristic in individuals performing the barbell flat bench press exercise (Cutrufello; Gadowski; Ratamess, 2016). Finley *et al.* (2017) found a correlation between the shortened pectoral minor, using another test, and shoulder pain in wheelchair users. Despite the test lacking normative data or results in inferring factors affecting para athletes' musculoskeletal condition, a posture differentiation was noted between powerlifting and swimming para athletes. This may be due to sport-specific practices, therefore powerlifting trains with high intensity the pectoral minor muscle compared to swimming. Therefore, the acromion-to-table distance test can complement other assessments of pectoralis minor shortening and its impact on shoulder musculoskeletal conditions.

The third aim of the study was to identify differences between motor impairments and intellectual/visual and the control group in the ER/IR ratio and total shoulder ROM. Although a significant p-value was found for the difference between the UL and other groups in the total ROM and ER/IR ratio variables, both on the NDS, the confidence intervals for the means of these groups showed considerable overlap. This suggests that substantial variability in the data raises doubts about the observed differences (Ranstam, 2012; SIL; Betkerur; DAS, 2019). Therefore, it implies that these differences may not be clinically significant (Ranstam, 2012). These results contrast with previous studies involving swimmers with motor impairments compared to visual impairments, which identified significant differences in total ROM (Shimura *et al.*, 2021), and another study found differences in ER/IR ratio in individuals with hemiparesis (Nascimento *et al.*, 2014). It is important to note that previous studies with upper limb amputees (Resnik *et al.*, 2022) and people with high spinal cord injury (Eriks-Hoogland *et al.*, 2009) found low shoulder ROM values. On the other hand, corroborating with our funding, a study did not find differences in passive shoulder ROM when compared to chronic spinal cord injury in a

generated population (Frye *et al.*, 2020). Our sample, comprised of the LL group, consisted of powerlifting para athletes, specifically those with low-level spinal cord injuries, potentially leading to a lack of differentiation between the LL group and the rest. It is relevant to highlight the high values of confidence intervals in the group with motor impairments in the UL, showing considerable variability, possibly resulting from the small number of para athletes in this group. This limitation may have contributed to the absence of significance in the results.

This study provides valuable insights into physical variables in para athletes. However, certain considerations need to be addressed. The data obtained may not precisely represent the general population of para athletes in the studied modalities. Additionally, one uncontrolled factor in the research was the training load imposed by coaches. Therefore, even though the assessment was conducted before sports training, chronic effects such as delayed muscle fatigue may have influenced the ER/IR ratio results. Furthermore, another factor that can influence the variables is the experience of para athletes. Also, it is important to note that the control group was not exclusively composed of athletes, which may have influenced responses to the variables. It is crucial to mention the heterogeneity of the sample, which is not a limitation of the study, as adaptive modalities inherently present this characteristic.

This study aimed to characterize and compare commonly measured variables in pre-season assessments conducted by para-athletic teams. It fills a gap as previous studies haven't focused on this population. The findings offer practical benefits for clinical settings and insights into future research on the relationship between these variables and different para-sports. Understanding their impact on swimming, powerlifting, and throwing can improve the functional classification criteria for Paralympic athletes. Moreover, raising awareness about para-sports and studying these variables can promote healthier lifestyles, performance, and injury prevention in this community and beyond.

REFERENCES

- BLAUWET, C. A. *et al.* Risk of injuries in paralympic track and field differs by impairment and event discipline: A prospective cohort study at the London 2012 Paralympic Games. **American Journal of Sports Medicine**, v. 44, n. 6, p. 1455–1462, 2016.
- BLAUWET, C. A. *et al.* Shoulder Pain, Function, and Ultrasound-Determined Structure in Elite Wheelchair-Using Para Athletes: An Observational Study. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 54, n. 6, p. 896–904, 2022.
- COOLS, A. M. J. *et al.* Eccentric and isometric shoulder rotator cuff strength testing using a hand-held dynamometer: reference values for overhead athletes. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 24, n. 12, p. 3838–3847, 1 dez. 2016.
- CUTRUFELLO, P. T.; GADOMSKI, S. J.; RATAMESS, N. A. **An evaluation of agonist: antagonist strength ratios and posture among powerlifters.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <www.nasca.com>.
- DUTTON, M. *et al.* The cricketer's shoulder: Not a classic throwing shoulder. **Physical Therapy in Sport**, v. 37, p. 120–127, 1 maio 2019.
- ERIKS-HOOGLAND, I. *et al.* Passive shoulder range of motion impairment in spinal cord injury during and one year after rehabilitation. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 41, n. 6, p. 438–444, 2009.
- FINLEY, M. A.; EBAUGH, D. **Association of Pectoralis Minor Muscle Extensibility, Shoulder Mobility, and Duration of Manual Wheelchair Use.** Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. **Anais...W.B. Saunders**, 1 out.2017.
- FRYE, S. K. *et al.* Functional passive range of motion of individuals with chronic cervical spinal cord injury. **The Journal of Spinal Cord Medicine**, v. 43, n. 2, p.257–263, 3 Mar. 2020.
- HIGSON, E. *et al.* The short-term effect of swimming training load on shoulder rotational range of motion, shoulder joint position sense, and pectoralis minor length. **Shoulder and Elbow**, v. 10, n. 4, p. 285–291, 2018.
- HOLT, K. *et al.* Humeral torsion and shoulder rotation range of motion parameters in elite swimmers. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 20, n. 5, p. 469–474, 1 maio 2017.

JANSE VAN RENSBURG, D. C. *et al.* Illness Among Paralympic Athletes: Epidemiology, Risk Markers, and Preventative Strategies. **Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America**, v. 29, n. 2, p. 185–203, 2018.

LEWIS, J. S.; VALENTINE, R. E. The pectoralis minor length test: a study of the intra-rater reliability and diagnostic accuracy in subjects with and without shoulder symptoms. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 8, n. 1, p. 64, 9 dez. 2007.

MAYRHUBER, L. *et al.* A Scoping Review on Shoulder Injuries of Wheelchair Tennis Players: Potential Risk-Factors and Musculoskeletal Adaptations. **Frontiers in Rehabilitation Sciences**, v. 3, 7 abr. 2022.

MCLAINE, S. J. *et al.* Isometric shoulder strength in young swimmers. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 21, n. 1, p. 35–39, 2018.

NASCIMENTO, L. R. *et al.* Strength deficits of the shoulder complex during isokinetic testing in people with chronic stroke. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 18, n. 3, p. 268–275, 2014.

ONA AYALA, K. E. *et al.* Injury epidemiology and preparedness in powerlifting at the Rio 2016 Paralympic Games: An analysis of 1410 athlete-days. **Translational Sports Medicine**, v. 2, n. 6, p. 358–369, 2019.

PINHEIRO, L. *et al.* Prevalence and incidence of injuries in para athletes: a systematic review with meta-analysis and GRADE recommendations. **British Journal of Sports Medicine**, 2020.

PINHEIRO, L. S. P. *et al.* Prevalence and incidence of health problems and their characteristics in Brazilian para athletes: A one-season single-center prospective pilot study. **Disability and Health Journal**, v. 17, n. 1, 1 jan. 2024.

RANSTAM, J. Why the P-value culture is bad and confidence intervals a better alternative. **Osteoarthritis and Cartilage**, ago. 2012.

RESNIK, L. *et al.* Understanding Implications of Residual Limb Length, Strength, and Range-of-Motion Impairments of Veterans with Upper Limb Amputation. **American Journal of**

Physical Medicine & Rehabilitation, v. 101, n. 6, p. 545–554, jun. 2022.

ROSA, D. P. *et al.* Shoulder external rotation range of motion and pectoralis minor length in individuals with and without shoulder pain. **Physiotherapy Theory and Practice**. v. 35, n. 10, p. 986–994, 2019.

SCHWANK, A. *et al.* 2022 Bern Consensus Statement on Shoulder Injury Prevention, Rehabilitation, and Return to Sport for Athletes at All Participation Levels. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 52, n. 1, p. 11–28, 1 jan. 2022.

SHIMURA, K. *et al.* **Physique, range of motion, and gross muscle strength in hemiplegic para swimmers: a cross-sectional case series.** [s.l.: s.n.].

SIL, A.; BETKERUR, J.; DAS, N. P-Value demystified. **Indian Dermatology Online Journal**, v. 10, n. 6, p. 745, 2019.

STRUYF, F. *et al.* Musculoskeletal dysfunctions associated with swimmers' shoulders. **British Journal of Sports Medicine**. BMJ Publishing Group, 1 maio 2017.

TATE, A. *et al.* Risk factors associated with shoulder pain and disability across the lifespan of competitive swimmers. **Journal of Athletic Training**, v. 47, n. 2, p. 149–158, 2012.

TATE, A. *et al.* Changes in clinical measures and tissue adaptations in collegiate swimmers across a competitive season. **Journal of Shoulder and Elbow Surgery**, v. 29, n. 11, p. 2375–2384, 2020.

TOOTH, C. *et al.* Risk Factors of Overuse Shoulder Injuries in Overhead Athletes: A Systematic Review. **Sports Health**, v. 12, n. 5, p. 478–487, 2020.

VARGAS, V. Z. *et al.* Shoulder isokinetic strength balance ratio in overhead athletes: A cross-sectional study. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 16, n. 3, p. 827–834, 2021.

ARTIGO 2

SEASON CHANGES IN SHOULDER RANGE OF MOTION, POSTURE, AND ISOMETRIC STRENGTH RATIO IN PARA ATHLETES

Gerônimo José Bouzas Sanchis; Renan Alves Resende, Paula de Farias Fernandes Martins, Samuel Silva, Marco Túlio de Mello, Yasser Alanhar Mohmara, Andressa Silva.

Periódico no qual o artigo foi submetido: *Brazilian Journal of Physical Therapy*

Data de submissão: 12 de agosto de 2024

ABSTRACT

Objective: To evaluate the changes in internal rotation (IR), external rotation (ER), total range of motion (ROM), shoulder posture, and muscle strength of the shoulder joint in para athletes throughout the sports season and compare findings between modalities and impairments.

Methods: A prospective cohort study was conducted over 11 months with 44 para athletes. We evaluated participants' IR ROM, ER ROM, total ROM, shoulder posture, and strength of the shoulder joint muscles in three season phases (pre-season, middle-season, and end-season). A Generalized Mixed Model was selected to model the fixed relationships between variables, considering fixed effects (age, sex, sport modality, and impairment) and random effects (subject and season phase), with their respective 95% confidence intervals (CI) and was adopted a significance level of 5%. **Results:** There was an increase in total shoulder ROM (c: 30.8; $p < 0.01$), IR (c: 19.8; $p < 0.01$), and ER (c: 11.1; $p < 0.01$) ROM between pre-season and middle-season (c: 30.8; $p < 0.01$), with posture showing an increase only at the end-season (c: 0.6 p : 0.02). Sports modality influenced the IR ROM (c: 18.9; $p < 0.01$), total ROM (c: 26.7; $p < 0.01$) on the dominant side, and IR ROM (c: 27.3; $p < 0.01$), total ROM (c: 34; p : 0.02) and ER/IR ratio (c: 3.4; p : 0.04) on the Non-dominant side; changes in the variables were independent of the type of impairment. **Conclusion:** Shoulder ROM increased between the pre and middle seasons and remained stable afterward. Shoulder posture changed at the end-season, and there were no changes in ER/IR values throughout the sports season. The modality had an influence only on the pre-season values of ROM, and the type of impairment did not influence the variables' changes.

INTRODUCTION

Since its first edition in 1960 (Rome), there has been an exponential increase in the number of participants and the variety of sports at the Paralympic Games. For example, during the 2012 London Paralympic Games, more than 160 countries participated, with over 4,000 para athletes (Morrien; Taylor; Hettinga, 2016). Paralympic sports encompass athletes with visual, intellectual, and physical impairments, and the individual characteristics of each impairment can significantly influence injury rates and overall sports performance. (Pinheiro *et al.*, 2021, 2024b). Furthermore, each sport's specific demands and requirements can further impact the physiological adaptations experienced by para athletes (Fieseler *et al.*, 2015a, 2015b).

In the Paralympic Games, swimming includes athletes with motor, visual, and intellectual impairments. Para swimmers are classified based on their functionality and can compete in various events and categories (Ona Ayala *et al.*, 2019). On the other hand, para powerlifters only include athletes with lower limb motor impairments (LL) and powerlifting athletes are classified based on their body mass (Ona Ayala *et al.*, 2019). Despite the distinctions between sports, swimming, and powerlifting have a high incidence of musculoskeletal injuries in the shoulder joint, often attributed to repetitive movements during training and competitions. (Derman *et al.*, 2018; Ona Ayala *et al.*, 2019). Intrinsic variables that may be related to shoulder injuries and pain in athletes include range of motion (ROM) of the shoulder joint, imbalance in the muscle strength of internal rotators (IR) and external rotators (ER), and shoulder posture (Schwank *et al.*, 2022; Struyf *et al.*, 2017).

Sports training in overhead sports often induces specific musculoskeletal adaptations (e.g., changes in ROM, strength, and shoulder posture) that can occur throughout a sports season (Batalha *et al.*, 2015; Gillet *et al.*, 2017). For example, a decrease in IR ROM and an increase in ER ROM have been commonly observed over a sports season in overhead athletes (Gillet *et al.*, 2017). Regarding muscle strength, especially the balance between shoulder IR and ER, swimmers have shown a significant reduction in this balance over the sports season (Batalha *et al.*, 2013). It is important to note that although there are no studies that have investigated postural changes throughout a sports season, more protracted shoulder postures have been associated with shoulder pain in athletes (Struyf *et al.*, 2017).

Musculoskeletal characteristics may vary according to the impairment type. Individuals with upper limb motor impairments (UL) such as hemiplegia or upper limb amputations tend to have lower shoulder ROM and strength than the general population (Nascimento *et al.*, 2014; Resnik *et al.*, 2022). Furthermore, individuals with lower limb motor

impairments (LL), such as spinal cord injuries, have shown a reduction in passive shoulder ROM compared to the general population (Frye *et al.*, 2020). On the other hand, individuals with LL who use wheelchairs have also shown postural alterations resulting from wheelchair use (Finley; Ebaugh, 2017).

The musculoskeletal shoulder alterations caused by sports practice and underlying impairment are complex. Longitudinal studies investigating how musculoskeletal changes in overhead para athletes change over a sports season are crucial for promoting healthy sports practice and understanding how other associated factors may influence these alterations. Therefore, this study investigated how shoulder ROM, posture, and the strength ratio between the IR and ER of the shoulder change over the sports season and whether changes in these variables are associated with the sport modality (swimming and powerlifting), type of impairment (visual/intellectual, UL, and LL) in para athletes, sex and age. Our hypotheses were: 1) There will be differences between sports modalities in the dependent variables, primarily in shoulder range of motion and isometric strength.; 2) It is expected that para athletes with UL will show lower values in the evolution of the variables assessed, specifically on the non-dominant side, due to musculoskeletal alterations caused by motor impairments, and para athletes with LL will show higher values in posture compared to other impairments.

METHODS

This prospective cohort study was conducted over eleven months (January 2022 to December 2022). We recruited para athletes from the swimming and powerlifting teams at the Sports Training Center of the Federal University of Minas Gerais (CTE/UFMG). The study adhered to the Declaration of Helsinki, and the project received approval from the Research Ethics Committee of the Universidade Federal de Minas Gerais (CAAE: 2718619.4.0000.5149).

Participants

The sampling method employed was non-probabilistic and convenience-based. To be included in this study, para athletes had to be part of a team in one of the sports modalities included in this study (i.e., swimming and powerlifting) and had a minimum of one year of training. Furthermore, we only included para athletes who train during the preseason for at least two hours per day, three times a week, from the beginning at CTE/UFMG. Exclusion criteria included shoulder pain during activity or at rest (scoring greater than 4 on an 11-point visual analog scale), swelling of the upper limbs, incapacity to perform physical exercises (e.g. sports modality, gym), upper limb surgery within the previous year, and other dysfunctions limiting

the ability to complete the test protocol.

Variables

Descriptive variables

Initially, descriptive data were collected, including age, gender, mass, height, type of impairment, and dominant limb.

Individuals were categorized by sports (swimming or powerlifting) and type of impairment (1. Intellectual and visual impairment; 2. Motor impairment of lower limbs (spinal cord injury, lower limb amputation, lower limb malformation, and diplegia); 3. Motor impairment of the upper limb (hemiplegia, upper limb malformation or amputation, tetraplegia, or hemiplegic cerebral palsy)).

Range of Motion – Internal and External Rotation

To evaluate the ROM for shoulder IR and ER, the participants were positioned in the supine position with the shoulder abducted and the elbow flexed at 90 degrees. Before the assessment, the inclinometer was calibrated and positioned on the forearm near the styloid process of the ulna (dorsal surface for IR and ventral surface for ER). For IR assessment, the evaluator's hand was placed on the humeral head to prevent anterior displacement. The evaluator rotated the participant's shoulder to a natural stopping point with resistance at the final range and participants were instructed to keep the upper limb relaxed during the movement performed by the evaluator. The final position was maintained for two seconds, and the degrees were recorded (Rosa *et al.*, 2019). For ER ROM, measurements were conducted using the same method used for IR ROM; however, without manual stabilization. The evaluator maintained continuous and clear communication during the assessment, carefully monitoring any signs of discomfort or pain. To determine the total ROM, the value obtained for IR was combined with the value for ER (i.e., $IR + ER = \text{total ROM}$) (Dutton *et al.*, 2019; Rosa *et al.*, 2019).

Shoulder posture

Shoulder posture was assessed through the table-to-acromion distance test (Lewis;

Valentine, 2007). Participants assumed a supine position with their arms at their sides, elbows extended, and hands supported laterally by a stretcher. The evaluator measured the linear distance in centimeters from the treatment table to the postero-lateral acromion using a rigid transparent plastic ruler (Lewis; Valentine, 2007).

Muscle strength

A handheld dynamometer (microFET®2, Hoggan Scientific, LLC, USA) was used for evaluating the isometric muscular strength of the shoulder's IR and ER muscles. The participant maintained a prone position, with the shoulder abducted and the elbow flexed at 90 degrees, supported on the treatment table. The evaluator resisted the maximal force of ER and IR, with the evaluator's wrist positioned on the participant's elbow to prevent compensation (Higson *et al.*, 2018; McLaine *et al.*, 2018). Two submaximal contractions were performed in each attempt to acquaint the participant with the test. Subsequently, three maximal contractions were executed, each lasting five seconds, with a 15-second interval between them (Higson *et al.*, 2018; McLaine *et al.*, 2018). The meaning of the three attempts was used for peak torque analysis, and the isometric ratio was calculated using the formula: $ER/IR * 10$ (McLaine *et al.*, 2018)

Procedures

Data collection was carried out at three distinct time points: January/February (pre-season phase), June/July (mid-season phase), and November/December (end-season phase). Before all assessments, a training session was conducted with a team of evaluators that included three experienced physiotherapists. The evaluators' training included three theoretical and practical sessions for familiarization with the assessment instruments. The Intraclass Correlation Coefficient (ICC) was calculated for intra-rater and inter-rater agreement analysis to ensure levels of reliability. Specifically, two physiotherapists evaluated the shoulder IR ROM (ICC: 0.61) and ER ROM (ICC: 0.62); one physiotherapist assessed the table-to-acromion distance test (ICC: 0.73), and the second physiotherapist evaluated the muscular strength of IR (ICC: 0.97) and ER (ICC: 0.96). Before each assessment, the participants performed a five-minute warm-up with free active exercises (circumduction, extension, and flexion of the upper limbs) under the supervision of a physiotherapist. The assessment was conducted in a session lasting approximately 30 minutes before specific sports training.

Statistical Analysis

For model selection, we first assessed the longitudinal dispersion of all variables. Then, we analyzed the models using the Akaike Information Criterion (AIC) and selected the model with the lowest AIC value (Casals; Girabent-Farrés; Carrasco, 2014; Daowen; Xihong, 2008). The chosen model allows for modeling fixed relationships between variables, considering fixed effects (age, sex, sport modality, and impairment) and random effects (subject and season phase).

Therefore, the chosen model was a Generalized Mixed Model to investigate the relationship between the dependent variables (ROM of ER, IR, total, posture, and ER/IRratio) and the independent variables (type of impairment, sport modality, age, and sex). Initially, a hierarchical structure model was specified, considering thematic and temporal levels (Casals; Girabent-Farrés; Carrasco, 2014; Daowen; Xihong, 2008). The subject was included as a random factor to capture individual variation, while the season phase was treated as a fixed term to assess changes in dependent variables. Due to their quantitative nature, a Gamma link function was used for the dependent variables. An unstructured covariance matrix was adopted.

The selected computations with the lowest AIC values were as follows:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \textit{impairment} + \beta_2 \textit{season phase} + \beta_3 \textit{age} + \beta_4 \textit{sex} + \beta_5 \textit{sports} + \beta_6 \textit{impairment} * \textit{season phase} + \epsilon_i$$

and

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \textit{impairment} + \beta_2 \textit{season phase} + \beta_3 \textit{age} + \beta_4 \textit{sex} + \beta_5 \textit{sports} + \beta_6 \textit{sports} * \textit{season phase} + \epsilon_i$$

Where Y is the dependent variable; β_0 represents the subject; β_1 is the effect of impairment; β_2 is the effect of season phase; β_3 is the effect of age, β_4 is the effect of sex; β_5 is the effect of sport, β_6 is the effect of the interaction between impairment/sport and season phase; γ_{D0} represents the random effect, and ϵ_i is the random error.

The independent variables age, sex, type of impairment, and sport modality were included as fixed terms in the model. Age was treated as a continuous variable, while sex, sports modality, and type of impairment were categorical variables. The software used for analysis

was Jamovi (version 2.3.26). The model analyzed the variance between pre-season values and mid-season and end-season values. To assess the variability between mid-season and end-season, the Bonferroni post hoc test was used. Coefficients were estimated for each independent variable, along with their respective 95% confidence intervals (CI). A significant level of 5% was adopted.

RESULTS

Forty-four para athletes were recruited. Nineteen were excluded because they participated in only one assessment. Therefore, 25 para athletes were evaluated throughout the sports season and included. For motor impairment the majority of whom utilized wheelchairs (52.3%), followed by malformation/amputation of UL (19%), short stature (14,2%), diplegia (9,5%), and hemiplegia (4,7%). Descriptive data are presented in Table 1.

Table 1 – Demographic data of parathletes with number (n) of distribution and percentages (%).

| | Age | Body Max Index | Total | Sex | | Impairment | | |
|---------------|------------|----------------|---------|-----|----|------------|---------|--------|
| | | | | F | M | Int/Vis | LL | UL |
| Sports | Mean (SD) | Mean (SD) | n (%) | n | n | n (%) | n (%) | n (%) |
| Powerlifting | 27,3 (9,4) | 22,8 (4,7) | 12 (48) | 2 | 10 | - | 12 (48) | - |
| Swimming | 22,5 (8,8) | 21 (3,7) | 13 (52) | 3 | 10 | 4 (16) | 4 (16) | 5 (20) |

Legend: SD: Standard Deviation; n: number; %: percentage; F: female; M: Male; Int/Vis: Intellectual and Visual Impairment; LL: Lower limb impairment; UL: Upper limb impairment.

Table 2 showed a difference between pre-season values compared to middle- season on the dominant side in IR ROM (c: 19,8±3,0; p<00,1; CI:13,8 – 25,7); ER ROM(c: 11,1 ±3,4; p<00,1; CI:4,4 – 17,8) and Total ROM (c: 30,8 ±3,6; p<00,1; CI:23,0 – 38,5) and non-dominant side in IR ROM (c: 24,8±4,0; p<00,1; CI:17 – 32,7); ER ROM(c: 12,4 ±2,5; p<00,1; CI:7,4 – 17,4) and Total ROM (c: 38,1 ±5,3; p<00,1; CI:27,6 – 48,6), and between pre-season and end-season on the dominant side values in IR ROM(c:17,9 ±3,3; p<0,01; CI: 11,4 – 24,5), ER ROM (c: 16,5 ±3,7; p<0,01; CI: 9,1 – 23,8), Total ROM (c: 33,8± 4,2; p<0,01; CI: 25,4 – 42,1), posture (c:0,6 ±0,2; p: 0,02; CI: 0,08 - 1,1) and in the non-dominant side in IR ROM (c:35,7 ±5; p<0,01; CI: 25,9 – 45,5), ER ROM (c: 12,9 ±2,7; p<0,01; CI: 7,5 – 18,3), Total ROM (c: 49,1± 5,9; p<0,01; CI: 37,4 – 60,8), posture (c:1,0 ±0,3; p<0,01; CI: 0,3 – 1,7).

Table 2 observed differences between sports modalities in the dominant side in IRROM

(c:18,9 ±7,7; p<0,01 CI:3,3 – 34,2) and Total ROM (c:26,7 ±9,5; p<0,01 CI:8,0 – 45,7) in the non-dominant side in IR ROM (c: 27,3 ±10,4; p<0,01; CI: 6,8 – 47,9), TotalROM (c: 34,0 ±15,4; p:0,02; CI: 4,0 – 64,1) and RE/RI ratio (c: 3,4 ±15,4; p:0,04; CI: 0,4 – 6,7) and sex (c: 21,4 ±8,9; p:0,01; CR: 3,8 – 39). No statistically significant differences were found between the types of impairments.

Table 2 - ROM of IR, ER, and total shoulder ROM, pectoralis minor flexibility, ER/IR strength ratio, and independent variables. Values are presented as coefficient of variance (C), standard deviation (SD), and confidence interval (CI).

| | IR ROM | | | ER ROM | | | TOTAL ROM | | | RE/RI RATIO | | | POSTURE | | |
|--------------------------|-------------|--------------|--------|--------------|---------------|-------|---------------|--------------|-------|---------------|--------------|------|--------------|--------------|-------|
| | C (SD) | CI | P | C (SD) | CI | P | C (SD) | CI | p | C (SD) | CI | p | C (SD) | CI | p |
| Dominant Side | | | | | | | | | | | | | | | |
| Age | 0,4 (0,2) | - 0,04 - 1,0 | 0,07 | -0,3 (0,3) | -1,1 - - 0,02 | 0,04 | -0,6 (±0,3) | -1,2 - 0,01 | >0,05 | -0,03 (±0,3) | -0,7 - 0,6 | 0,9 | 0,03 (±0,01) | -0,02 - 0,06 | 0,06 |
| Sex | 10,9 (6,5) | - 1,8 - 23,8 | 0,09 | 2,3 (4,3) | -6,0 - 10,8 | 0,1 | -10,5 (± 8,0) | -26,5 - 7,9 | 0,1 | 1,2 (±0,8) | -0,4 - 2, 8 | 0,1 | -0,4 (±0,4) | -1,3 - 0,3 | 0,2 |
| Sport | 18,9 (7,7) | 3,3 - 34,2 | 0,01 | -6,6 (4,7) | -15,8 - 2,5 | 0,1 | 26,7 (±9,5) | 8,0 - 45,7 | <0,01 | -9,3 (±1,0) | -2,9 - 1,0 | 0,3 | -0,5 (±0,4) | -1,5 - 0,4 | 0,2 |
| Lower Limb | 0,7 (10,2) | -19,2 - 20,7 | 0,9 | -8,6 (6) | -20 - 3,0 | 0,1 | -7,6 (±12,2) | -31,6 - 16,3 | 0,5 | -0,2 (±1,3) | -2,8 - 2,3 | 0,8 | 0,1 (±0,6) | -1,1 - 1,3 | 0,8 |
| Upper Limb | 5,1 (9,1) | -12,7 - 23,0 | 0,5 | 5,1 (5,5) | -5,8 - 16 | 0,3 | 10,8 (±10,9) | -31,0 - 16,3 | 0,3 | -1,0 (±1,2) | -3,4 - 1, 3 | 0,3 | 0,2 (±0,5) | -0,9 - 1,4 | 0,6 |
| Middle-season | 19,8 (3,0) | 13,8 - 25,7 | <0,01 | 11,1 (3,4) | 4,4 - 17,8 | <0,01 | 30,8 (±3,6) | 23,0 - 38,5 | <0,01 | 1,1 (±0,3) | -0,4 - 0,8 | 0,6 | -0,1 (±0,2) | -0,06 - 0,2 | 0,4 |
| End-season | 17,9 (3,3) | 11,4 - 24,5 | <0,01 | 16,5 (3,7) | 9,1 - 23,8 | <0,01 | 33,8 (±4,2) | 25,4 - 42,1 | <0,01 | -0,6 (±0,36) | -0,7 - 0,6 | 0,8 | 0,6 (± 0,2) | 0,08 - 1,1 | 0,02 |
| Non-Dominant Side | | | | | | | | | | | | | | | |
| Age | 0,7 (0,4) | -1,5 - 0,06 | 0,07 | -0,6 (0,3) | -1,3 - 0,003 | 0,049 | -1,2 (±0,6) | -2,4 - 0,9 | 0,03 | -0,04 (±0,06) | -0,17 - 0,07 | 0,4 | 0,04 (±0,02) | -0,01 - 0,08 | 0,6 |
| Sex | 21,4 (8,9) | 3,8 - 39 | 0,01 | 13,5 (7,0) | -0,3 - 27,3 | 0,055 | -7,7 (±12,9) | -32,2 - 18,6 | 0,5 | 1,1 (±1,3) | -1,5 - 3,8 | 0,4 | -0,1 (±0,5) | -1,1 - 0,8 | 0,7 |
| Sport | 27,3 (10,4) | 6,8 - 47,9 | <0,01 | -6,5 (8,4) | -23,2 - 10 | 0,43 | 34,0 (±15,3) | 4,06 - 64,1 | 0,02 | 3,4 (± 1,7) | 0,4 - 6,7 | 0,04 | -0,1 (±0,5) | -1,2 - 1,0 | 0,8 |
| Lower Limb | 0,4 (13,3) | -25,7 - 26,6 | 0,9 | -10,5 (10,8) | -32 - 10 | 0,3 | -8,8 (±19,5) | -47,1 - 29,3 | 0,6 | -1,4 (± 2,1) | -5,6 - 2,7 | 0,4 | -0,01 (±0,7) | -1,4 - 1,4 | 0,9 |
| Upper Limb | 9,8 (13) | -15,7 - 35,4 | 0,4 | -14,7 (10,6) | -35 - 6,1 | 0,1 | -5,5 (±19,2) | -43,1 - 32,1 | 0,7 | -2,3 (± 2,2) | -6,6 - 2,0 | 0,2 | -1,1 (±0,6) | -2,4 - 0,2 | 0,1 |
| Middle-season | 24,8 (4) | 17 - 32,7 | < .001 | 12,4 (2,5) | 7,4 - 17,4 | <0,01 | 38,1 (±5,3) | 27,6 - 48,6 | <0,01 | -0,07 (± 0,6) | -1,3 - 1,1 | 0,9 | 0,09 (±0,3) | -0,4 - 0,6 | 0,7 |
| End-season | 35,7 (5) | 25,9 - 45,5 | < .001 | 12,9 (2,7) | 7,5 - 18,3 | <0,01 | 49,1 (±5,9) | 37,4 - 60,8 | <0,01 | 0,5 (± 0,6) | -0,6 - 1,8 | 0,3 | 1,0 (± 0,3) | 0,3 - 1,7 | <0,01 |

Legend: IR: Internal Rotation; ER: External Rotation; ROM: Range of motion; SD: Standard Deviation; P: Powerlifting; S: Swimming; C: Coefficient of variance; IC: Interval Confidence

Table 3 – Mean values of Total shoulder ROM, posture, and the RE/RI isometric shoulder strength ratio comparison between sport modalities. Values are presented as mean, standard deviation (SD), and confidence interval (CI).

| Pre-season | | Middle-season | | | End-season | | |
|--------------------|---|------------------------|------------------------|-------------|--------------|-------------|----|
| | | Mean (SD) | CI | Mean (SD) | CI | Mean (SD) | CI |
| IR ROM | | | | | | | |
| Dominant Side | P | 80,6 (15,5) | 70,7 – 90,489,5 (12,2) | 81,4 – 97,7 | 84,7 (5,5) | 79,6 – 89,3 | |
| | S | 51,6 (12,1) | 42,9 – 60,376,0 (15,4) | 65,6 – 86,4 | 78,6 (9,3) | 71,9 – 85,3 | |
| Not dominant side | P | 81,3 (20,7) | 68,1 – 94,489,9 (10,4) | 82,9 – 96,9 | 89,6 (7) | 83,1 – 96,1 | |
| | S | 48,1 (17,7) | 33,3 – 62,977,9 (14) | 67,9 – 87,9 | 78,9 (11,3) | 69,4 – 88,4 | |
| ER ROM | | | | | | | |
| Dominant Side | P | 88 (6,5) | 83,9 – 92,1107 (11,8) | 98,8 – 115 | 104 (7,1) | 97,8 – 111 | |
| | S | 92,8 (12,5) | 83,7 – 102,104 (12,8) | 95,2 – 112 | 113 (9,1) | 106 – 119 | |
| Not dominant side | P | 87,8 (7,8) | 82,8 – 92,7100 (9,4) | 93,8 – 107 | 99,9 (7,7) | 92,7 – 107 | |
| | S | 91,6 (24,9) | 72,4 – 111,97,8 (13,9) | 87,8 – 108 | 97,1 (25) | 76,2 – 118 | |
| Total ROM | | | | | | | |
| Dominant Side | P | 169 (±14,4) | 169 (±14,4)199 (±19,7) | 185 – 213 | 187 (±10,4) | 176 – 198 | |
| | S | 158 – 179 | 158 – 179191 (± 18,5) | 170 – 190 | 191 (±10,1) | 184 – 198 | |
| Not dominant side | P | 169 (±22,9) | 154 – 184191 (± 18,5) | 178 – 204 | 188 (± 12,2) | 175 – 200 | |
| | S | 138 (±37) | 107 – 169176 (± 14,5) | 165 – 186 | 176 (± 28,8) | 152 – 200 | |
| Posture | | | | | | | |
| Dominant Side | P | 5,6 (± 1,2)4,8 – 6,4 | 4,6 (± 0,9) | 4,0 – 5,3 | 5,6 (±0,5) | 5,1 – 6,4 | |
| | S | 3,9 (± 0,8)3,4 – 4,5 | 4,4 (± 0,7) | 3,9 – 4,9 | 5,0 (±0,9) | 4,3 – 5,7 | |
| Not dominant side | P | 5,3 (± 1,2)4,5 – 6,3 | 4,8 (± 1,0) | 4,1 – 5,5 | 5,5 (± 0,9) | 4,5 – 6,5 | |
| | S | 3,5 (± 1,0)2,8 – 4,2 | 4,1 (± 0,9) | 3,5 – 4,7 | 4,5 (± 1,1) | 3,7 – 5,3 | |
| ER/IR Ratio | | | | | | | |
| Dominant Side | P | 10,7 (± 1,6)9,6 – 11,7 | 11,4 (± 2,1) | 9,7 – 13,1 | 10,1 (± 0,9) | 9,0 – 11,1 | |
| | S | 9,7 (± 1,5) | 8,7 – 10,79,2 (± 1,3) | 8,3 – 10,7 | 9,5 (± 1,8) | 8,1 – 11,0 | |
| Not dominant side | P | 11,1 (± 3,4)8,9 – 13,3 | 10,7 (± 1,0) | 9,7 – 11,5 | 11,1 (± 1,3) | 9,6 – 12,5 | |
| | S | 8,7 (± 2,1) | 7,2 – 10,39,4 (± 1,8) | 8,0 – 10,8 | 7,9 (± 2,4) | 5,9 – 9,9 | |

Legend: IR: Internal Rotation; ER: External Rotation; ROM: Range of motion; SD: Standard Deviation; P: Powerlifting; S: Swimming; IC: Interval Confidence.

Table 4 –Total shoulder ROM, posture, and the ER/IR isometric shoulder strength ratio comparison between impairments. Values are presented as mean, standard deviation (SD), and confidence intervals (CI).

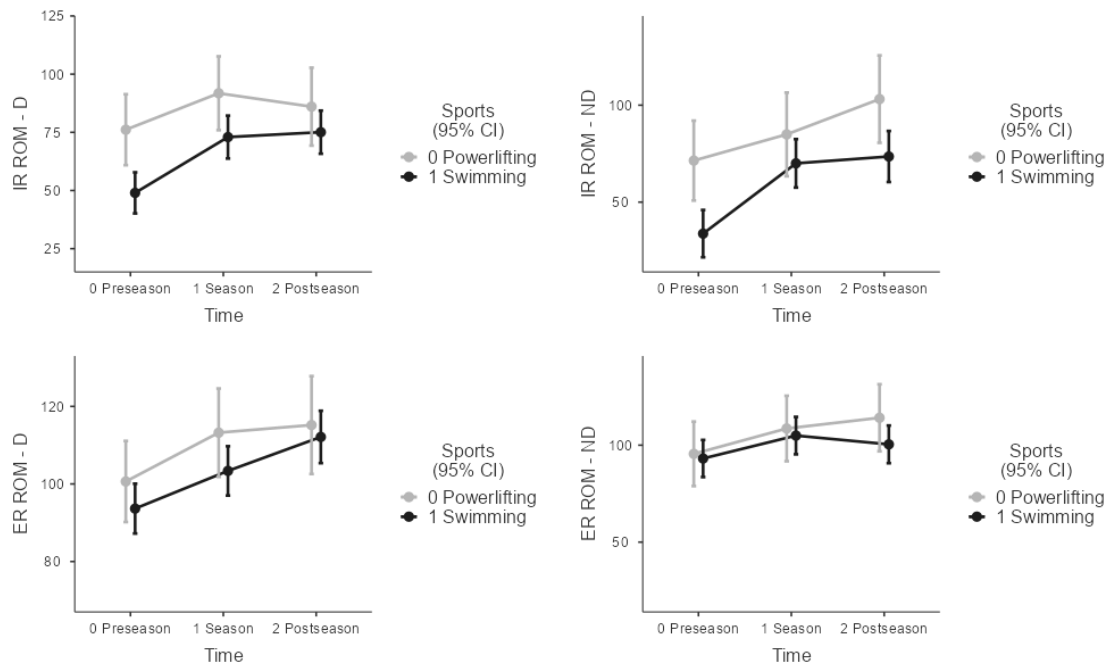
| | Pre-season | | | Middle-Season | | End-season | |
|--------------------|------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | | Mean (SD) | CI | Mean (SD) | CI | Mean (SD) | CI |
| IR ROM | | | | | | | |
| Dominant Side | V/I | 47,3 (11) | 20 – 74,7 | 84,7 (18,6) | 38,5 – 131 | 77,3 (11,7) | 48,3 – 106 |
| | LL | 74,7 (18,5) | 64,5 – 85 | 86,7 (12,7) | 79,4 – 94,1 | 83 (8,2) | 68,3 - 90 |
| | UL | 55 (17,2) | 27,7 – 82 | 70,6 (16,7) | 49,9 – 91,3 | 79,3 (6,9) | 77,1 – 88 |
| Non-dominant side | V/I | 45 (7) | 27,6 – 62,4 | 78,3 (11,5) | 49,6 – 107 | 79,3 (12,9) | 47,3 – 111 |
| | LL | 74,7 (23,1) | 61,9 – 87,5 | 89,4 (9,5) | 83,8 – 94,9 | 84,4 (11,5) | 76,2 – 92,6 |
| | UL | 52 (42,2) | 10 - 102 | 70,5 (17,6) | 42,5 – 98,5 | 88 (2,8) | 62,6 - 113 |
| ER ROM | | | | | | | |
| Dominant Side | V/I | 94 (11,1) | 66,3 – 122 | 105 (9,8) | 80,8 – 130 | 114 (14,4) | 78,2 – 150 |
| | LL | 88 (6,7) | 84,3 – 91 | 104 (13,9) | 96 – 112 | 105 (6,7) | 100 – 110 |
| | UL | 95 (17,5) | 67,6 - 123 | 109 (8,5) | 97,8 – 119 | 116 (4,6) | 109 – 123 |
| Non-dominant side | V/I | 99,3 (11,4) | 71 – 128 | 101 (6,9) | 83,8 – 118 | 109 (7,5) | 89,9 – 127 |
| | LL | 88,5 (10,7) | 82,6 – 94 | 99,7 (8,6) | 94,7 – 105 | 98,5 (10,6) | 90,9 – 106 |
| | UL | 84 (41,6) | 19,3 - 187 | 95,3 (22,6) | 59,3 - 131 | 82,5 (53) | 29 - 135 |
| Total ROM | | | | | | | |
| Dominant Side | V/I | 141 (±9) | 119 – 164 | 190 (±12,5) | 159 – 221 | 191 (±14,0) | 157 – 221 |
| | LL | 163 (±23,4) | 105 – 222 | 182 (±16,9) | 155 – 209 | 195(±7) | 184 – 209 |
| | UL | 160 (±23) | 147 - 172 | 190 (±22) | 178 – 203 | 187 (±9,6) | 179 – 203 |
| Non-dominant side | V/I | 144 (±8,1) | 124 – 165 | 179 (±10,1) | 154 – 204 | 188 (±14,2) | 153 – 204 |
| | LL | 124 (±93,3) | 28 - 220 | 167 (±20,5) | 116 – 218 | 171 (±55,9) | 48 – 218 |
| | UL | 163 (±23,8) | 150 – 176 | 188 (±17,4) | 178 – 198 | 181 (±19,8) | 166 – 198 |
| Posture | | | | | | | |
| Dominant Side | V/I | 3,5 (± 0,8) | 1,3 – 5,6 | 4,3(±0,5) | 2,9 – 5,7 | 5,3 (±1,0) | 2,7 – 5,7 |
| | LL | 4,2 (±0,9) | 3,1 – 5,4 | 4,7 (±0,9) | 3,2 - 6,2 | 5,0 (±1,2) | 3,0 – 6,2 |
| | UL | 5,2 (±1,3) | 4,5 – 6,0 | 4,5 (±0,8) | 4,0 – 5,0 | 5,2 (±0,7) | 4,8 – 5,0 |
| Non-dominant side | V/I | 3,5(±0,8) | 1,3 – 5,6 | 4,5 (±0,5) | 3,2 – 5,7 | 5,6 (±0,2) | 4,9 – 5,7 |
| | LL | 3,3 (±1,4) | 0,9 – 5,7 | 3,4 (±1,1) | 1,5 – 5,3 | 3,7 (±0,9) | 2,2 – 5,3 |
| | UL | 5,0 (±1,3) | 4,3 – 5,7 | 4,7 (±0,8) | 4,2 – 5,2 | 5,4 (±1) | 4,4 – 5,2 |
| ER/IR Ratio | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|-------------------|-----|--------------------|------------|--------------------|-------------|-------------------|------------|
| Dominant Side | V/I | 11 ($\pm 1,3$) | 7,6 – 14,3 | 9,0 ($\pm 2,4$) | 3,0 – 15,0 | 9,0 ($\pm 2,1$) | 3,7 – 15,0 |
| | LL | 8,2 ($\pm 0,5$) | 7,5 – 8,8 | 9,5 (± 1) | 7,9 - 11,1 | 9,7 ($\pm 1,7$) | 5,4 - 11,1 |
| | UL | 10,7 ($\pm 1,5$) | 9,8 – 11,5 | 10,7 ($\pm 2,1$) | 9,3 – 11,1 | 10 ($\pm 1,4$) | 8,9 – 12,0 |
| Non-dominant side | V/I | 9,9 ($\pm 1,2$) | 6,9 – 12,9 | 9,7 ($\pm 1,8$) | 5,1 – 14,4 | 8,4 ($\pm 1,7$) | 4,1 – 14,4 |
| | LL | 7,4 ($\pm 3,3$) | 3,9 - 15,7 | 8,0 ($\pm 1,9$) | 5,8, - 25,8 | 7,5 ($\pm 3,6$) | 3,9 – 25,8 |
| | UL | 10,6 ($\pm 3,1$) | 8,8 – 12,3 | 10,4 ($\pm 1,3$) | 9,5 – 11,2 | 9,9 ($\pm 2,5$) | 8,0 - 11,2 |

Legend: ROM: Range of motion; SD: Standard Deviation; V/I: Visual/Intellectual Impairment; UL: Upper Limb Impairment; LL: Lower Limb Impairment; IC: Interval Confidence.

The Bonferroni post hoc test did not show differences in total ROM in the dominant side between the middle-season and end-season ($c: 10.3 \pm 6.2$; $p: 0.2$) and non-dominant side ($c: 1.43 \pm 5,1$; $p: 1.0$). Similarly, there was no difference between the middle-season and end-season in shoulder posture on the dominant side ($c: 0.8 \pm 0.2$; $p: 0.08$) and non-dominant side.

In Figure 1 we can find differences between the sports modalities in the pre-season for bilateral IR ROM and total shoulder ROM on the dominant side (Figure 1).



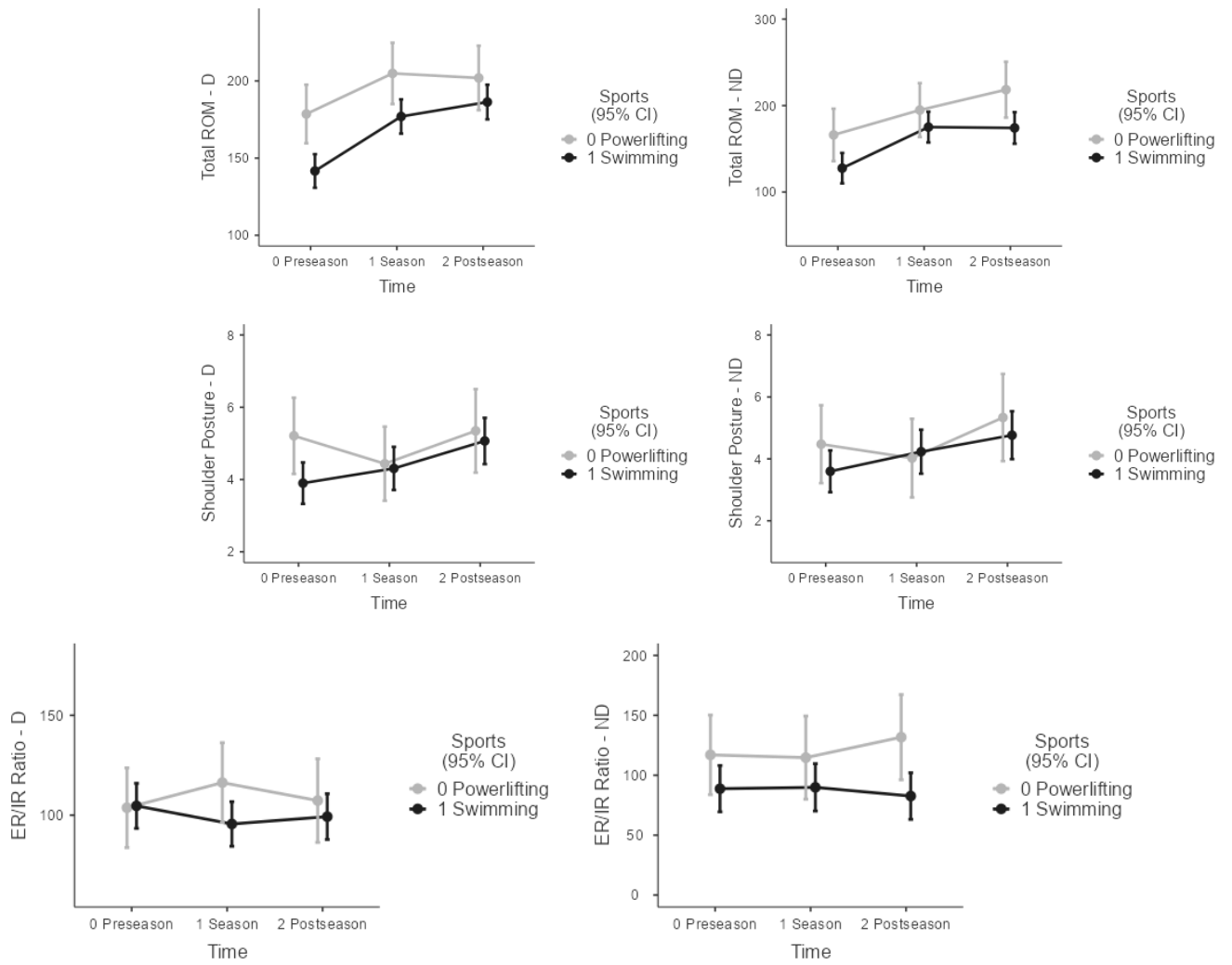
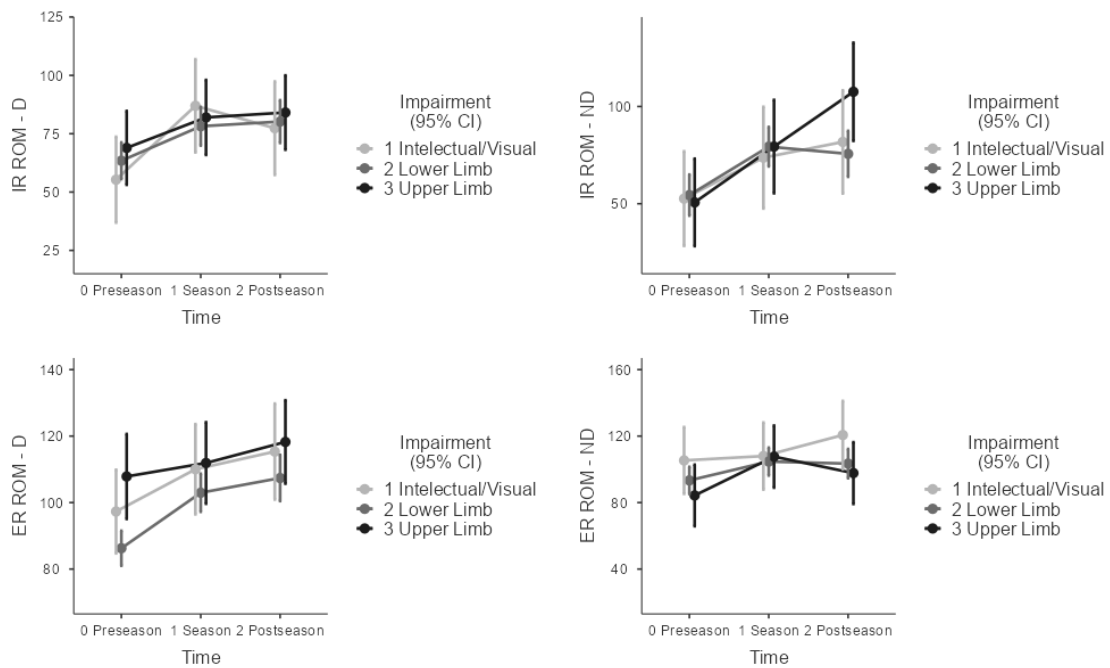


Figure 1: IR, ER and Total ROM, Shoulder Posture, and Isometric Strength Ratio of Shoulder RE/RI bySport modalities During the Season.



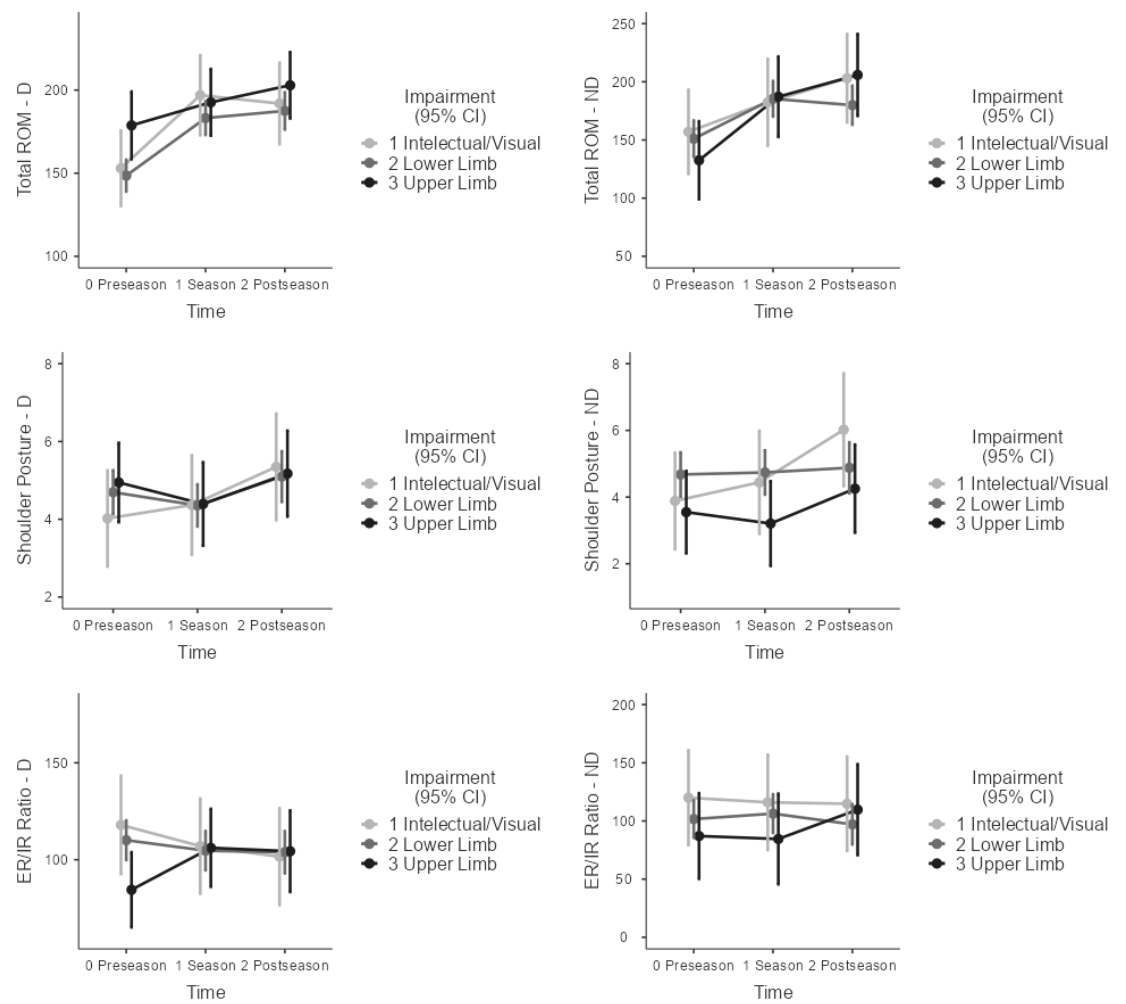


Figure 2: IR, ER, and total ROM, Shoulder Posture, and Isometric Strength Ratio of Shoulder ER/IR by Impairments During the Season.

DISCUSSION

We investigated the relationships between ROM, posture, and the isometric strength ratio between ER/IR in para athletes as we assumed that these variables would vary throughout a season across different sports modalities and types of impairment. To our knowledge, this is the first study to propose this investigation into this population. We observed changes during the season in shoulder posture and total ROM, ER, and IR. We found differences between sports modalities in IR ROM and total ROM values only in the pre-season. The shoulder was significantly different only in the end-season. The isometric shoulder strength ratio did not show significant changes, and the type of impairment was not associated with the changes throughout the season.

We explored total passive rotational ROM differences in para athletes and found differences between pre-season and middle-season. There was an increase in bilateral total

ROM regardless of the sport modality or type of impairment. However, when comparing the middle-season to the end-season this variable remained stable until the end of the season. Our findings do not align with previous studies that observed a reduction in total ROM, IR, and ER values at the end of a swimming season (Tate *et al.*, 2020; Thomas *et al.*, 2009) and professional handball players (Fieseler *et al.*, 2015b). Our findings align with a study that evaluated baseball and softball players and found an increase in total ROM when comparing the pre-season to the middle season and a plateau effect at the end of the season (Dwelly *et al.*, 2009). These inconsistencies among studies may reflect differences in the population, sport practiced, and research designs. We included swimming and powerlifting para athletes, Fieseler *et al.* (2015) included only male handball athletes, and Thomas *et al.* (2009) included only high school-aged athletes and assessed them only twice (pre-season and end-season). It is crucial to understand that high values of ROM, particularly for ER, have been associated with shoulder injuries (Schwank *et al.*, 2022; Tooth *et al.*, 2020). Given the alteration found in our study, multidisciplinary teams must reassess this variable throughout the sport modalities season to monitor the para athlete and adjust injury prevention protocols for this population.

Our second aim was to evaluate the evolution of shoulder posture throughout a season. To our knowledge, this is the first study to investigate shoulder posture longitudinally. We did not find any association between sports modalities or types of impairment. The study shows a significant increase in shoulder posture values favoring protraction; this variable showed an increase only at the end-season bilaterally, suggesting that pectoralis minor muscle extensibility may have been reduced. The flexibility of the pectoralis minor plays a vital role during shoulder kinematics; the pectoralis minor is an antagonist of the posterior scapular muscles, and during arm elevation, a pectoralis minor muscle with decreased length or reduced extensibility has the potential to negatively influence scapular kinematics and increase shoulder protraction (Rosa *et al.*, 2019). In sports such as swimming, scapular kinematics are essential for achieving satisfactory performance and preventing injuries. Some studies have shown that shoulder posture is not directly associated with shoulder pain, nor does it influence shoulder ER ROM (Rosa *et al.*, 2019), and at the same time, shoulder posture should not be considered a distinguishing factor in individuals with chronic shoulder pain (Navarro-Ledesma; Fernandez-Sanchez; Luque-Suarez, 2018). However, a study conducted with manual wheelchair users identified an association between reduced pectoralis minor and reduced shoulder girdle mobility, pain, and duration of wheelchair use in individuals with spinal cord injuries (Finley; Ebaugh, 2017). Notably, sports such as powerlifting include several para athletes who use wheelchairs. Therefore, evaluating how pectoralis minor shortening and shoulder posture

behave over seasons in this population may benefit the prevention and treatment of potential shoulder injuries.

Our third aim was to investigate the isometric ER/IR ratio strength throughout the season. We observed a statistically significant difference between sports modalities on the non-dominant side. However, upon analyzing the CI associated with these values, it becomes evident that the observed difference is not clinically significant, as there is substantial overlap in the CI values, indicating considerable group overlap (Ranstam, 2012; SIL; Betkerur; Das, 2019). These results are consistent with a previous study that evaluated male handball (Fieseler *et al.*, 2015a) and rugby (Haines; Fish; O'sullivan, 2019) players over a season, and no significant changes were found. However, our findings do not align with a study with swimmers that showed a significant reduction in this variable over the season (Batalha *et al.*, 2013). It is important to highlight that muscle imbalance is a modifiable risk factor in overhead sports (Schwank *et al.*, 2022) and wheelchair tennis (Mayrhuber *et al.*, 2022). Our study assessed isometric muscle strength concentrically, while tasks such as water propulsion involve eccentric contractions of ER muscles (Watanabe, 2000). Thus, the way these muscle groups are evaluated may influence our results, and future studies should consider these specific muscle actions, especially in tasks involving eccentric contractions, to improve precision and applicability in injury prevention and performance optimization.

Our second hypothesis was that the type of impairment would influence changes in variables throughout the sports season. This might be the first longitudinal study to assess these variables in this population over a sports season. However, a previous cross-sectional study has found differences in shoulder ROM between para athletes with motor and visual impairments (Shimura *et al.*, 2021). Although previous cross-sectional studies have found differences in the general population, the type of impairment did not influence changes throughout the season. These findings may be due to the low number of para athletes classified as UL and VI, which probably may have caused high variability in CI values, favoring their overlap. Thus, these results highlight the need for future studies to increase the sample size to analyze the influence of the type of impairment on changes in the variables studied more robustly and conclusively.

This study provides valuable insights into physical variables in swimming and powerlifting para athletes, which can assist sports teams in understanding how these variables behave throughout a sports season. However, some limitations should be mentioned. The data obtained may not accurately represent the general population of paraathletes in swimming and powerlifting due to the small sample size of our study. This can be influenced by the values of para athletes classified with VI and LL impairments. Therefore, even though the assessment

was conducted before sports training, chronic effects such as delayed-onset muscle may have impacted the performance of the para athletes in the studied variables. It is crucial to mention the heterogeneity of the sample, which is not a limitation of the study, as adaptive sports inherently exhibit this characteristic, and the para athletes were grouped by impairments as closely as possible.

Pre-season assessments are carried out to improve the performance of para athletes and prevent injuries, with physiotherapists playing a fundamental role. However, basing preventive measures solely on pre-season data may overlook changes in certain variables during the sports season, as demonstrated in this study. Therefore, sports health teams should consider periodic assessments of shoulder ROM and posture for effective monitoring and timely adjustments of preventive strategies, ensuring a comprehensive injury prevention program for para athletes throughout the season.

ACKNOWLEDGMENT

The authors of the original research are grateful for the support of the Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício (CEPE); Pró-reitora de Pesquisa (PRPq) - UFMG, Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE/UFMG), Centro de Treinamento Esportivo (CTE/EEFFTO/UFMG), Ministério da Cidadania do Governo Federal (Brasília, Brazil -Protocol Numbers: 58000.008978/2018 - 37 and number: 71000.056251/2020 - 49), Comitê Paralímpico Brasileiro (CPB), Academia Paralímpica Brasileira (APB/CPB). The sponsor was not involved with the study design, data collection, analysis, and interpretation of data, in writing this manuscript or submitting it for publication.

REFERENCES

Batalha, N.M.P., Raimundo, A.M. de M., Tomas-Carus, P., Barbosa, T.M., Silva, A.J., 2013. Shoulder Rotator Cuff balance, strength, and endurance in young Swimmers during a competitive season. *Journal of Strength and Conditioning Research* 27.

Derman, W., Runciman, P., Schwellnus, M., Jordaan, E., Blauwet, C., Webborn, N., Lexell, J., van de Vliet, P., Tuakli-Wosornu, Y., Kissick, J., Stomphorst, J., 2018. High precompetition injury rate dominates the injury profile at the Rio 2016 Summer Paralympic Games: a prospective cohort study of 51 198 athlete days. *Br J Sports Med* 52, 24–31.

<https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098039>

Dutton, M., Tam, N., Brown, J.C., Gray, J., 2019. The cricketer's shoulder: Not a classic throwing shoulder. *Physical Therapy in Sport* 37, 120–127.

<https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.03.014>

Dwelly, P.M., Tripp, B.L., Tripp, P.A., Eberman, L.E., Gorin, S., 2009. Glenohumeral rotational range of motion in collegiate overhead-throwing athletes during an athletic season. *J Athl Train* 44, 611–616.

<https://doi.org/10.4085/1062-6050-44.6.611>

Fieseler, G., Jungermann, P., Koke, A., Irlenbusch, L., Delank, K.S., Schwesig, R., 2015a. Range of motion and isometric strength of shoulder joints of team handball athletes during the playing season, part II: Changes after midseason. *J Shoulder Elbow Surg* 24, 391–398.

<https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.07.019>

Fieseler, G., Jungermann, P., Koke, A., Irlenbusch, L., Delank, K.S., Schwesig, R., 2015b. Glenohumeral range of motion (ROM) and isometric strength of professional handball athletes, part III: changes over the playing season. *Arch Orthop Trauma Surg* 135, 1691–1700.

<https://doi.org/10.1007/s00402-015-2308-5>

Finley, M.A., Ebaugh, D., 2017. Association of Pectoralis Minor Muscle Extensibility, Shoulder Mobility, and Duration of Manual Wheelchair Use, in *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. W.B. Saunders, pp. 2028–2033.

<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.03.029>

Frye, S.K., Geigle, P.R., York, H.S., Sweatman, W.M., 2020. Functional passive range of motion of individuals with chronic cervical spinal cord injury. *J Spinal Cord Med* 43, 257–263.

<https://doi.org/10.1080/10790268.2019.1622239>

Gillet, B., Begon, M., Sevrez, V., Berger-Vachon, C., Rogowski, I., 2017. Adaptive alterations in shoulder range of motion and strength in young tennis players. *J Athl Train* 52, 137–144.

<https://doi.org/10.4085/1062-6050.52.1.10>

Haines, M.R., Fish, M., O'Sullivan, D., 2019. Seasonal changes in glenohumeral joints are isokinetic strength in professional rugby league players. *Physical Therapy in Sport* 39, 32–37.

<https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.06.005>

Higson, E., Herrington, L., Butler, C., Horsley, I., 2018. The short-term effect of swimming training load on shoulder rotational range of motion, shoulder joint position sense, and pectoralis minor length. *Shoulder Elbow* 10, 285–291.

<https://doi.org/10.1177/1758573218773539>

John Thomas, S., Swanik, K.A., Swanik, C., Huxel, K.C., n.d. Glenohumeral Rotation and Scapular Position Adaptations After a Single High School Female Sports Season.

Lewis, J.S., Valentine, R.E., 2007. The pectoralis minor length test: a study of the intra-rater reliability and diagnostic accuracy in subjects with and without shoulder symptoms. *BMC Musculoskelet Disord* 8, 64. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-8-64>

Mayrhuber, L., Rietveld, T., de Vries, W., van der Woude, L.H. V., de Groot, S., Vegter, R.J.K., 2022. A Scoping Review on Shoulder Injuries of Wheelchair Tennis Players: Potential Risk-Factors and Musculoskeletal Adaptations. *Frontiers in Rehabilitation Sciences* 3.

<https://doi.org/10.3389/fresc.2022.862233>

McLaine, S.J., Ginn, K.A., Fell, J.W., Bird, M.L., 2018. Isometric shoulder strength in young swimmers. *J Sci Med Sport* 21, 35–39. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.05.003>

Morrien, F., Taylor, M.J.D., Hettinga, F.J., 2016. Biomechanics in Paralympics: Implications for Performance. *Int J Sports Physiol Perform* 0, 34.

Nascimento, L.R., Teixeira-Salmela, L.F., Polese, J.C., Ada, L., Faria, C.D.C.M., Laurentino, G.E.C., 2014. Strength deficits of the shoulder complex during isokinetic testing in people with chronic stroke. *Braz J Phys Ther* 18, 268–275. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0030>

Navarro-Ledesma, S., Fernandez-Sanchez, M., Luque-Suarez, A., 2018. Does pectoralis minor length influence acromiohumeral distance, shoulder pain function, and range of movement? *Physical Therapy in Sport* 34, 43–48. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.08.009>

Ona Ayala, K.E., Li, X., Huang, P., Derman, W.E., Kissick, J., Webborn, N., Blauwet, C.,

Stomphorst, J., Tuakli-Wosornu, Y.A., 2019. Injury epidemiology and preparedness in powerlifting at the Rio 2016 Paralympic Games: An analysis of 1410 athlete-days. *Transl Sports Med* 2, 358–369. <https://doi.org/10.1002/tsm2.107>

Ranstam, J., 2012. Why the P-value culture is bad and confidence intervals a better alternative. *Osteoarthritis Cartilage*. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2012.04.001>

Resnik, L., Borgia, M., Cancio, J., Heckman, J., Highsmith, M.J., Levy, C., Phillips, S., Webster, J., 2022. Understanding Implications of Residual Limb Length, Strength, and Range-of-Motion Impairments of Veterans with Upper Limb Amputation. *Am J Phys Med Rehabil* 101, 545–554. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001862>

Rosa, D.P., Santos, R. V., Gava, V., Borstad, J.D., Camargo, P.R., 2019. Shoulder external rotation range of motion and pectoralis minor length in individuals with and without shoulder pain. *Physiother Theory Pract* 35, 986–994. <https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1459985>

Schwank, A., Blazey, P., Asker, M., Møller, M., Hägglund, M., Gard, S., Skazalski, Christopher, Andersson, S.H., Horsley, I., Whiteley, R., Cools, A.M., Bizzini, M., Arden, C.L., Albrecht, C., Andersson, S., Ashworth, B., Asker, M., Bizzini, M., Clarsen, B., Cools, A., Ellenbecker, T., Fanning, E., Fredriksen, H., Gard, S., Gibson, J., Hägglund, M., Horsley, I., Jaggi, A., Johansson, F., Johansson, K., Kuppens, K., Lewis, J., McCreesh, K., Michener, L., Mirkovic, M., Møller, M., Mosler, A., Mutch, S., Olds, M., Pizzari, T., Pluim, B., Reinold, M., Seitz, A., Singh, V., Skazalski, Chris, Struyf, F., Warby, S., Whiteley, R., Wilk, K., Wright, A., Arden, C., Asker, M., Bizzini, M., Blazey, P., Cools, A., Gard, S., Hägglund, M., Horsley, I., Møller, M., Schwank, A., 2022. 2022 Bern Consensus Statement on Shoulder Injury Prevention, Rehabilitation, and Return to Sport for Athletes at All Participation Levels. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 52, 11–28.

<https://doi.org/10.2519/JOSPT.2022.10952>

Shimura, K., Koizumi, K., Yoshizawa, T., Aoki, T., 2021. Physique, range of motion, and gross muscle strength in hemiplegic para swimmers: a cross-sectional case series.

Sil, A., Betkerur, J., Das, N., 2019. P-Value demystified. *Indian Dermatol Online J* 10, 745.

https://doi.org/10.4103/idoj.IDOJ_368_19

Struyf, F., Tate, A., Kuppens, K., Feijen, S., Michener, L.A., 2017. Musculoskeletal

dysfunctions are associated with swimmers' shoulders. *Br J Sports Med*.

<https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096847>

Tate, A., Sarver, J., DiPaola, L., Yim, J., Paul, R., Thomas, S.J., 2020. Changes in clinical measures and tissue adaptations in collegiate swimmers across a competitive season. *J Shoulder Elbow Surg* 29, 2375–2384. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.03.028>

Thomas, S.J., Swanik, K.A., Swanik, C., Huxel, K.C., 2009. Glenohumeral rotation and scapular position adaptations after a single high school female sports season. *J Athl Train* 44, 230–237. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-44.3.230>

Watanabe, S., 2000. Research Report Alterations in Shoulder Kinematics and Associated Muscle Activity in People with Shoulder Impingement 276–291.

Willick, S.E., Cushman, D.M., Blauwet, C.A., Emery, C., Webborn, N., Derman, W., Schweltnus, M., Stomphorst, J., Van de Vliet, P., 2016. The epidemiology of injuries in powerlifting at the London 2012 Paralympic Games: An analysis of 1411 athlete-days. *Scand J Med Sci Sports* 26, 1233–1238. <https://doi.org/10.1111/sms.12554>

ARTIGO 3

Season changes in performance of upper limbs and trunk in para swimmers

Autores

Gerônimo José Bouzas Sanchis; Renan Alves Resende, Paula de Farias Fernandes Martins, Samuel Silva, Marco Túlio de Mello, Yasser Alankhar Mohmara, Andressa Silva.

Periódico no qual o artigo foi submetido: *Physical Therapy in Sport*

Data de submissão: 12 de outubro de 2024.

Data primeira revisão: 04 de novembro de 2024.

Aceito para publicação: 24 de novembro de 2024

DOI: 10.1016/j.ptsp.2024.11.007

ABSTRACT

Objectives: To evaluate upper limb performance, trunk extensor endurance, and serratus anterior strength in para swimmers over a sports season.

Design: A cohort study conducted over eleven months.

Settings: Three assessments were performed at pre-season, mid-season, and post-season, evaluating the CKCUEST, Sorensen Test, and isometric strength of the serratus anterior.

Participants: Twelve para swimmers from a sports center.

Main Outcome Measures: Generalized Mixed Models were used to assess seasonal changes and the influence of sex, age, type of impairment, and season phase. Coefficientsof variation for each variable were calculated along with 95% confidence intervals (CIs),with a 5% significance level.

Results: Sorensen Test values decreased during the season (C: -22.0; CI: -33.9 to -10.4; $p < 0.01$). A serratus anterior isometric strength difference was observed post-season between para athletes with motor impairments and those with visual/intellectual impairments on the dominant side (C: -3.3; CI: -6.2 to -0.5; $p = 0.02$).

Conclusion: Sorensen Test values declined in mid-season, and para athletes with motor impairments showed lower serratus anterior strength in post-season. CKCUEST values remained stable throughout the season.

INTRODUCTION

Paralympic swimming is one of the oldest and most widely practiced sports by para athletes with motor, visual, or intellectual impairments (Fortin-Guichard *et al.*, 2022). Various types of impairments can be present within a single class (e.g., amputation, spinal cord injury, cerebral palsy) as classes are classified by para athletes' level of functionality (Derman *et al.*, 2018) The individual characteristics of each impairment can significantly influence physical performance, injury rates, and overall athletic success (Pinheiro *et al.*, 2020, 2024b).

The cyclical nature of overhead movement associated with the continuous motion performed in water may impose a high overload on the shoulder joint that results in a high incidence and prevalence of overuse injuries (Stray *ET AL.*, 2017). These injuries may occur primarily in the shoulder and lumbar regions, regardless of the athletes' level (amateur, young, or professional), gender, or age in conventional athletes (Fernandez- Fernandez *et al.*, 2019) and para athletes (Pinheiro *et al.*, 2020, 2024b). However, in para athletes with visual impairments, the trunk has been more frequently affected by musculoskeletal injuries than the shoulder joint (Magno e Silva *et al.*, 2013).

During overhead movements executed in swimming, the serratus anterior muscle plays a crucial role in the proper movement and stability of the shoulder complex (Hayekian *ET AL.*, 2018; Neumann & Camargo, 2019). Fatigue of the serratus anterior reduces scapular upward rotation, clavicular elevation, and scapular external rotation during overhead movements (Neumann; Camargo, 2019). Additionally, the sport of swimming can provoke alterations in scapular kinematics and scapulothoracic muscle activation during overhead movements (Hayekian *et al.*, 2018). Consequently, the insufficient activation, control, and strength of the serratus anterior muscle have been associated with shoulder injuries (Neumann; Camargo, 2019). Individuals with impairments often experience changes in motor control, range of motion, and muscle (Magno E Silva *et al.*, 2013). These compensatory adaptations can overload the shoulder joint and assess the serratus anterior functionality in para athletes to identify potential risk factors for shoulder injuries.

Sports teams routinely employ the use of physical performance tests. These tests can be employed during the rehabilitation process of musculoskeletal injuries and the evaluation and classification of the injury risk profile of an athlete or sports team (Schwank *et al.*, 2022). Importantly, these tests should be related to the sport's demands (Schwank *et al.*, 2022). Performance-based tests are a quick, low-tech, and easy-to-administer method (Schwank *et al.*, 2022). Among these tests, the Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test

(CKCUEST) is normally used to assess the functional performance of the upper limbs and has demonstrated reliable values in overhead athletes (Schwank *et al.*, 2022) as well as in sedentary individuals with and without shoulder impingement syndrome (Tucci *et al.*, 2014). The Sorensen test to failure provides clinical results related to the performance of the trunk extensor muscles. It is a valid test for evaluating fatigue in this muscle group (Demoulin *et al.*, 2016; Russ *et al.*, 2021) in athletes (Demoulin *et al.*, 2016) and the general population (Ghraib *et al.*, 2015).

Recent consensus has emphasized the importance of incorporating screening examinations as part of periodic assessments in overhead sports (Schwank *et al.*, 2022). Typically, during the sports preseason, physical performance and muscle strength tests were conducted to evaluate athletes' physical capacities, risk factors, and overall performance (Schwank *et al.*, 2022; Tooth *et al.*, 2020). It is crucial to note that certain physical capacities may be subject to change over a short period, therefore, more frequent monitoring may be indicated, and the type of impairment can significantly impact the longitudinal values of variables, requiring more individualized and consistent attention over time.

Thus, this study evaluates variations in upper limb performance, lumbar muscle endurance, and serratus anterior muscle strength in para athletes' swimmers throughout a sports season. We also explored whether impairment type, gender, age, and the interaction between impairment type and season phase could influence these changes.

MATERIAL AND METHODS

This prospective cohort study was conducted over eleven months (January 2022 to December 2022). We recruited para athletes from the swimming team at the Centro de Tratamento Sportivo da Universidade Federal de Minas Gerais (CTE/UFMG).

Participants

The sampling method employed was non-probabilistic and convenience-based. To be included in this study, para athletes had to be part of the swimming team and have at least one year of training. Furthermore, we included para athletes throughout the season, who were training for at least two hours per day, three times a week, from the beginning at CTE/UFMG. Exclusion criteria included para athletes who completed only one of the evaluations, those who reported undergoing shoulder surgery in the previous year, and those who experienced shoulder or lumbar spine pain (scoring greater than 4 on an 11-point visual analog scale), swelling of the upper limbs or incapacity to perform physical exercises (e.g. sports modality, gym) and

dysfunctions limiting the ability to complete the test protocol. If para athletes reported pain (shoulder or lumbar spine) the evaluation was rescheduled for the following week, and even after rescheduling the para athlete who reported pain, was excluded from the study.

Procedures

Para athletes were recruited throughout the sports pre-season, and data collection occurred at three distinct points: January/February (pre-season), June/July (middle-season), and November/December (end-season). Initially, demographic information was collected such as age, gender, mass, height, type of impairment, pain level, and dominant limb. A five-minute warm-up comprising free exercises, including squats, lunges, and upper limb movements such as shoulder rotation, circumduction, abduction, and adduction. Parathletes perform partial or assisted versions of squats and lunges when necessary, using wall or chair support for additional stability. We adjusted upper limb movements according to each participant's range of motion and comfort, focusing on smaller, controlled circles or abbreviated rotations. We provided clear instructions, demonstrations, and tactile guidance when needed. Breaks were available to ensure each participant could perform movements comfortably, pain-free, and at their own pace. Subsequently, the CKCUEST, the Sorensen test, and the isometric muscle strength of the serratus anterior were evaluated in a random order between para athletes. Throughout the tests, para athletes received verbal encouragement to motivate their best performance.

Variables

Type of impairment

Individuals were categorized by type of impairment - 1. Intellectual and visual impairment; 2. Motor impairment (spinal cord injury, lower limb amputation, lower limb malformation, diplegia hemiplegia, upper limb malformation or amputation, tetraplegia, or hemiplegic cerebral palsy).

Close Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test

For the CKCUEST, the para athlete assumed a plank position with hands 91.4 cm apart, using floor marks as reference points (Xu *et al.*, 2023). The body was aligned with feet shoulder-width apart. The dominant hand reached across to touch the non-dominant hand and returned to the starting position and the non-dominant hand then performed the same movement (Xu *et al.*, 2023). Participants were instructed to perform as many alternating touches as possible in 15 seconds while maintaining the plank position. For female para athletes, the test was adapted with knees on the floor (Xu *et al.*, 2023). For para athletes with short stature, tape pieces were placed on the floor at an acromial distance (Barbosa *et al.*, 2024). One researcher timed the test with a digital stopwatch, while another counted the touches (Xu *et al.*, 2023). The test began

when the second researcher said "go" and ended when they said "stop" (Xu *et al.*, 2023). The para athlete completed a familiarization test followed by three attempts, with one-minute rest intervals. We averaged the three attempts and normalized the values using the equation: total average/height (Barbosa *et al.*, 2024). The previous study demonstrated good intrasession reliability (ICC = 0.86–0.95) (BARBOSA *et al.*, 2024).

Sorensen's Test

To assess trunk muscle strength and endurance, the para athlete was positioned prone on a table, with the upper body (above the anterior superior iliac spines) extending beyond the table edge and secured at three points: near the malleoli, at the knee folds, and the greater trochanter of the femur (Ghraib *et al.*, 2015; Russ *et al.*, 2021). The straps were adjusted with consideration for the para athlete's comfort. Before starting the test, the para athletes rested their upper bodies on a bench (Russ *et al.*, 2021). They were then instructed to lift their upper bodies off the bench, cross their arms over their chests, and maintain a neutral trunk alignment for as long as possible (RUSS *et al.*, 2021). The researcher measured the time the para athlete could sustain this position, providing verbal encouragement throughout. The test ended when the para athlete stopped due to fatigue, pain, or other symptoms, or if the researcher determined the trunk was no longer in a neutral position (Russ *et al.*, 2021).

Isometric Strength of Anterior Serratus

We assessed the isometric muscle strength of the anterior serratus with the para athlete in a supine position, and the tested upper limb flexed at 90° at the shoulder and elbow (Barbosa *et al.*, 2022). Was instructed the para athlete to position the tested upper limb at the initial third of the total scapular protraction range, simulating "touching the ceiling with the elbow". The researcher positioned the dynamometer three centimeters from the olecranon. Before the test, the para athlete performed a submaximal contraction for familiarization. Then, three repetitions of five seconds were performed each, with 15-second rest intervals. To minimize compensation, the para athlete held support with the non-tested hand. If any errors occurred, a fourth attempt was made. The average of the three evaluations was calculated and normalized based on the para athlete's body mass index (BMI) (SA value / MBI) (Barbosa *et al.*, 2022).

Statistical Analysis

For model selection, we first assessed the longitudinal dispersion of all variables. Then, we analyzed the models using the Akaike Information Criterion (AIC) and selected the model with the lowest AIC value. The chosen model allows for modeling fixed relationships between variables, considering fixed effects (age, sex, and impairment) and random effects (subject and season phase) (Casals *et al.*, 2014; Darwen & Xihong, 2008).

Therefore, the chosen model was a Generalized Mixed Model to investigate the interaction between the dependent variables (CKCUEST, Sorensen test, and Muscle Strength) and the independent variables (type of impairment, age, and sex). A hierarchical structure model was initially specified, considering thematic and temporal levels (Casals *et al.*, 2014; Darwen & Xihong, 2008). The subject was included as a random factor to capture individual variation, while the season phase was treated as a fixed term to assess changes in dependent variables. Due to their quantitative nature, a Gamma link function was used for the dependent variables. An unstructured covariance matrix was adopted.

The selected computations with the lowest AIC values were as follows:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \text{impairment} + \beta_2 \text{season phase} + \beta_3 \text{age} + \beta_4 \text{sex} + \beta_5 \text{impairment} * \text{season phase} + \epsilon_i$$

Where Y is the dependent variable; β_0 represents the subject; β_1 is the effect of impairment; β_2 is the effect of season phase; β_3 is the effect of age, β_4 is the effect of sex; β_5 is the effect of the interaction between impairment and season phase; ϵ_i represents the random effect, and it is the random error.

The independent variables age, sex, and type of impairment were included as fixed terms in the model. Age was treated as a continuous variable, while sex and type of impairment were categorical variables. The software used for analysis was Jamai (version 2.3.26). The model analyzed the variance between pre-season values and middle-season and end-season values. To assess the variability between middle-season and end-season, the Bonferroni post hoc test was used. Coefficients were estimated for each independent variable, along with their respective 95% confidence intervals (CI). A significant level of 5% was adopted.

RESULTS

Seventeen para athletes were recruited; however, five para athletes were excluded for not completing at least two assessments during the sports season. The final sample consisted of 12 para athletes with an average BMI of 21 (SD: ± 3.7) and an average age of 23.1 (SD: ± 8.9). The para athletes had the following functional classifications: one in classes S12, S5, S6, and S8, and two in classes S14, S10, S7, and S9.

Table 1. Distribution of para athletes for impairment. The data were presented with the number (n) and percentage (%)

| | Sex | |
|--------------------------------|---------|----------|
| | F | M |
| Impairment | n (%) | n (%) |
| Motor | 3 (25) | 6 (50) |
| Intellectual/Visual | 0 | 3 (25) |
| Motor Impairment | | |
| Hemiplegia | 0 | 1 (8,3) |
| Amputation/malformation of UL. | 1 (8,3) | 3 (25) |
| Short Stature | 1 (8,3) | 0 |
| Diplegia | 1 (8,3) | 2 (16,5) |

Legend: F: female; M: male; n: number; %: percentage; UL: Upper Limb

Table 3 shows a significant change in the Sorensen test between preseason and mid-season (Mean: $-22.0 (\pm 5.9)$; CI: -33.9 to -10.4 ; $p < 0.01$) and between preseason and end-season (Mean: $-18.3 (\pm 6.9)$; CI: -31.9 to -4.7 ; $p < 0.01$). Additionally, a significant difference is observed in the strength of the serratus anterior on the dominant side between athletes with visual/intellectual impairments (V/I) and motor impairments (MI) from preseason to end-season (Mean: $-3.3 (\pm 1.4)$; CI: -6.2 to -0.5 ; $p = 0.02$).

In the post hoc Bonferroni test, no significant differences were found in any of the variables when comparing the findings from the season to the end-season.

Table 2 –Mean, standard deviation (SD), and confidence intervals (CI) for pre-season, middle-season, and end-season

| Pre-season | Middle-Season | | End-Season | |
|-----------------|---------------|------------|-------------|-------------|
| | Mean (SD) | CI | Mean (SD) | CI |
| CKCUEST | 0,36 (0,1) | 0,1 – 0,5 | 0,36 (0,07) | 0,2 – 0,4 |
| Sorensen | 106 (45,9) | 75,9 – 137 | 81,9 (36,7) | 57 – 107 |
| AS DS | 11,2 (2,6) | 9,5 – 12,8 | 11,6 (2,2) | 10,1 – 13,1 |
| AS NDS | 11,2 (2,3) | 9,5 – 12,9 | 11,4 (2,3) | 9,6 – 13,2 |

Legend: CKCUEST: Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test SA: Anterior Serratus; DS: DominantSide; NDS: Non-dominant side.

Table 3 – Association of CKCUEST, Sorensen, and Anterior Serratus Muscle Strength with Demographic and Seasonal Variables with the Coefficient of changes (C), Standard Deviation (SD), Interval Coefficient (IC), and p-value.

| | CKCUEST | | | SORENSEN | | | DS – AS | | | NDS - SA | | |
|-------------------|----------------|---------------|-------|--------------|---------------|--------|---------------|-------------|------|----------------|------------|------|
| | C (SD) | CI | p | C (SD) | CI | p | C (SD) | CI | p | C (SD) | CI | p |
| Age | 0,008 (±0,005) | -0,003 – 0,02 | 0,1 | 0,1 (±1,47) | -2,69 – 3,7 | 0,8 | -0,06 (±0,08) | -0,2 – 0,09 | 0,4 | -0,009 (±0,09) | -0,1 – 0,1 | 0,9 |
| Sex | 0,09 (±0,09) | -0,09 – 0,2 | 0,3 | 30,1 (±32,4) | -33,24 – 93,5 | 0,3 | -1,6 (±1,9) | -5,3 – 2,1 | 0,3 | -2,8 (±1,6) | -6,1 – 0,3 | 0,08 |
| Impairment | -0,05 (±0,05) | -0,2 – 0,1 | 0,5 | -1,4 (±33,4) | -67,20 – 64,4 | 0,9 | -1,5 (±1,8) | -5,1 – 2,0 | 0,3 | 0,4 (±1,6) | -2,7 – 3,5 | 0,7 |
| Season | 0,03 (±0,02) | -0,01 – 0,08 | 0,1 | -22,0 (±5,9) | -33,9 – -10,4 | < 0,01 | 0,1 (±0,6) | -1,0 – 1,4 | 0,7 | 0,1 (±0,5) | -0,9 – 1,1 | 0,8 |
| Post-Season | 0,05 (±0,02) | -0,002 – 0,1 | 0,06 | -18,3 (±6,9) | -31,9 – -4,7 | < 0,01 | 0,7 (±0,7) | -0,6 – 2,2 | 0,2 | 0,6 (±0,5) | -0,5 – 1,7 | 0,2 |
| T1/T2 - MI – I/VI | -0,09 (±0,05) | -0,19 – 5,4 | 0,05* | 10,3 (±11,7) | -12,79 – 33,4 | 0,38 | 0,8 (±1,2) | -1,6 – 3,3 | 0,5 | -1,5 (±1,1) | -3,7 – 0,6 | 0,1 |
| T1/T3 - MI – I/VI | -0,05 (±0,05) | -0,1 – 0,05 | 0,3 | 8,7 (±13,8) | -18,48 – 35,9 | 0,53 | -3,3 (±1,4) | -6,2 – -0,5 | 0,02 | -1,5 (±1,1) | -3,8 – 0,6 | 0,1 |

Legend: CKCUEST: Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test; MI: Motor Impairment; I/VI: Intellectual/Visual Impairment; T1: Pre-season; T2: Middle-Season; T3: End-season; DS: Dominant Side; NDS: Non-dominant side; SA: Anterior Serratus.

*Not statistically significant, p-value >0,05

DISCUSSION

The premise behind investigating the relationships between CKCUEST, the Sorensen test, and the isometric muscle strength of the anterior serratus in swimming paraathletes is that multidisciplinary sports teams commonly analyze these variables. These tests have been used to assess para athletes' performance, serve as discharge criteria in the rehabilitation process, stratify risk profiles, and monitor changes in these variables throughout the season. Our study observed a decrease in the Sorensen test and a difference in the isometric strength of the serratus anterior between para athletes with visual/intellectual impairments and those with motor impairments.

Our study observed that CKCUEST values did not exhibit statistically significant changes throughout the sports season and no interaction effects of age, gender, and type of impairment were observed. To date, the authors are not aware of any studies that have evaluated the pattern of this variable throughout a swimming season. This test has been identified as capable of discerning differences in overhead athletes (Barfield *et al.*, 2023), sedentary and active individuals, with a history of previous shoulder joint injuries (Tucci *et al.*, 2014). Additionally, it has demonstrated a significant correlation with other performance tests, such as the Medicine Ball Throw (Barbosa *et al.*, 2024; Deceive *et al.*, 2020) and the Upper Quarter Y Balance Test (Berms & Cools, 2018). It is widely used as a criterion for return to sport in overhead athletes following sports-related injuries (Schwank *et al.*, 2022). Therefore, it is suggested that the results obtained in the CKCUEST test during the pre-season are expected to remain stable throughout the entire sports season in para athlete swimmers. This applies regardless of the type of impairment (motor, visual, or intellectual) gender, or age, which calls into question the need for repetitive assessments during the season.

In our study, para athletes exhibited a reduction in Sorensen test values in the middle-season. Our study differs from a previous study that found an improvement in trunk motor control between preseason and postseason values in para swimmers (Cavaggioni; *et al.* 2021). Previous studies with non-athletes found that isometric weakness of the trunk extensors (measured by the Sorensen test) is associated with a higher likelihood of low back pain recurrence (Demoulin *et al.*, 2016) and increased lower back pain in physically active individuals (Demoulin *et al.*, 2016). Low scores on the Sorensen test have also been associated with shoulder pain in young swimmers (Parmenides *et al.*, 2023). A previous study on visually impaired para athletes showed a high prevalence of lumbar spine injuries caused by overuse (Magno e Silva *et al.*, 2013). The trunk muscles are responsible for maintaining spinal stability

and play a crucial role in transmitting energy from large muscle groups to smaller ones during sports activities (Parmenides *ET AL.*, 2023). Therefore, the reduction in Sorensen test performance in the middle-season in this population may increase the risk of low back complaints and shoulder joint injuries. We recommend that sports teams consider this when implementing injury prevention protocols throughout the swimming season.

Statistically significant changes in the isometric strength of the serratus anterior were found only on the dominant side and according to the type of impairment. Para athletes with motor impairments showed lower values at the end of the sports season. This difference between types of impairments contradicts a previous cross-sectional study that examined hand strength in hemiparetic and visually impaired para athletes, which found no differences on the dominant side (Shimura *et al.*, 2021). However, other studies have found differences in muscle strength among various physical impairments (Dingley; Pyne; Burkett, 2014; Hogarth *et al.*, 2019). It is noteworthy that the scapulothoracic muscles play a crucial role in stabilizing and achieving maximum external rotation of the humerus during the out-of-water phase (Hayekian *et al.*, 2018). Our findings may be attributed to the high demand placed on the dominant upper limb in para athletes with motor impairments, potentially causing a reduction in performance in this muscle group. Therefore, injury prevention exercise protocols for this population should consider the type of impairment, with particular attention to para athletes with motor impairments, as they are more prone to alterations in this muscle group.

Regarding age, our study found no statistically significant influence on changes in the studied variables. This data aligns with a cross-sectional study that compared the isometric strength of the serratus anterior in adult and young tennis players, which, after normalizing for BMI, found no age-related differences (Barbosa *et al.*, 2022). However, in the CKCUEST, a cross-sectional study found age differences in handball, basketball, and volleyball players, with younger athletes showing higher test values (Norms & Cools, 2018). In our sample, para athletes had similar ages with only minor variations between participants. Therefore, the age homogeneity of our sample may have contributed to the lack of statistical significance in the interaction effect of age.

Sex also did not show statistical significance in the changes observed during the sports season. These findings align with previous cross-sectional studies that found no difference between sexes in 1. isometric muscle strength of the lumbar extensors in young swimmers (Parmenides *et al.*, 2023); 2. isometric strength of the serratus anterior in adult and young tennis players when normalizing data by BMI (Zancanaro *et al.*, 2023); and 3 in the CKCUEST test score among overhead athletes (Borms; Cools, 2018). Therefore, our longitudinal analysis

triangulates with previous cross-sectional studies and suggests that sex is not a determining factor for changes in the variables throughout a swimming season.

This study provides valuable insights into physical variables in para swimmers. However, some issues need to be addressed. The data obtained may not precisely represent the general population of swimming para athletes due to our study's relatively small sample size. Additionally, even though the assessment was conducted before the sports training, chronic effects such as delayed muscle fatigue might have impacted the para athletes' performance in the studied variables. It is also important to mention the heterogeneity of our sample. Although this is not a limitation of the study, as adaptive sports inherently exhibit high heterogeneity of impairments, it may have influenced the variable values.

Ultimately, pre-season assessments are conducted to improve para athlete performance, reduce injury risk, and guide more specific injury prevention programs by multidisciplinary sports teams (Schwank *et al.*, 2022). However, relying solely on pre-season data for preventive measures may overlook changes in certain variables throughout the sports season, as demonstrated in this study. Therefore, periodic assessments of trunk extensor muscles endurance (e.g., through the Sorensen test), and closer monitoring of para athletes with motor impairments should be considered by sports health teams for effective monitoring and timely adjustments of preventive strategies, ensuring a comprehensive injury prevention program throughout the season.

REFERENCES

- BARBOSA, G. M. *et al.* Flexibility, Position, and Strength of the Shoulder Complex in Pediatric and Adult Amateur Tennis Athletes. **Journal of Sport Rehabilitation**, v. 31, n.1, 1 jan. 2022.
- BARBOSA, G. M. *et al.* Measurement properties of upper extremity physical performance tests in athletes: a systematic review. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 28, n. 1, 1 jan. 2024.
- BARFIELD, J. W. *et al.* Preliminary Analysis of Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test Differences Between Healthy and Previously Injured/In-Pain Baseball Pitchers. **Sports Health**, v. 15, n. 2, p. 290–294, 1 mar. 2023.
- BORMS, D.; COOLS, A. Upper-Extremity Functional Performance Tests: Reference Values for Overhead Athletes. **International Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 6, p.433–441, 1

jun. 2018.

CASALS, M.; GIRABENT-FARRÉS, M.; CARRASCO, J. L. **Methodological quality and reporting of generalized linear mixed models in clinical medicine (2000-2012): A systematic review.** **PLoS ONE.** Public Library of Science, 18 nov. 2014.

CAVAGGIONI, L; TRECROCI, A; FORMENTI, D; HOGART, L; TOSIN, M; ALBERTI, G. **Seasonal Changes in Breathing Pattern, Trunk Stabilization, and Muscular Power in Paralympic Swimmers.** *Human Kinematic Journals.* v: 38: i: 2;p: 2015 – 231; 2021

DAOWEN, Z.; XIHONG, L. **Random Effect and Latent Variable Model Selection.** New York, NY: Springer New York, 2008. v. 192

DECLEVE, P. *et al.* The self-assessment corner for shoulder strength: Reliability, validity, and correlations with upper extremity physical performance tests. **Journal of Athletic Training**, v. 55, n. 4, p. 350–358, 1 abr. 2020.

DEMOULIN, C. *et al.* Is the Sørensen test valid to assess muscle fatigue of the trunk extensor muscles? **Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation**, v. 29, n. 1, p.31–40, 25 jan. 2016.

DERMAN, W. *et al.* High precompetition injury rate dominates the injury profile at the Rio 2016 Summer Paralympic Games: a prospective cohort study of 51 198 athlete days. **British Journal of Sports Medicine**, v. 52, n. 1, p. 24–31, jan. 2018.

DINGLEY, A. A.; PYNE, D.; BURKETT, B. Dry-land bilateral hand-force production and swimming performance in paralympic swimmers. **International Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 11, p. 949–953, 1 out. 2014.

FERNANDEZ-FERNANDEZ, J. *et al.* Age and sex-related upper body performance differences in competitive young tennis players. **PLoS ONE**, v. 14, n. 9, 1 set. 2019.

FORTIN-GUICHARD, D. *et al.* The Relationship Between Visual Function and Performance in Para Swimming. **Sports Medicine - Open**, v. 8, n. 1, 2022.

GHROUBI, S. *et al.* Study of the validity and reproducibility of the Biering-Sorensen testin

chronic low back pain. **Annals of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 58, p. e88, set. 2015.

HABECHIAN, F. A. P. *et al.* Swimming Practice and Scapular Kinematics, Scapulothoracic Muscle Activity, and the Pressure-Pain Threshold in Young Swimmers. **Journal of Athletic Training**, v. 53, n. 11, p. 1056–1062, 1 nov. 2018.

HOGARTH, L. *et al.* A battery of strength tests for evidence-based classification in Para swimming. **Journal of Sports Sciences**, v. 37, n. 4, p. 404–413, 16 fev. 2019.

MAGNO E SILVA, M. *et al.* Sports injuries in elite paralympic swimmers with visual impairment. **Journal of Athletic Training**, v. 48, n. 4, p. 493–498, 2013.

NEUMANN, D. A.; CAMARGO, P. R. Kinesiologic considerations for targeting activation of scapulothoracic muscles - part 1: serratus anterior. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 23, n. 6, p. 459–466, nov. 2019.

PARAMANIDIS, N. *et al.* Shoulder Pain and Trunk Muscles Endurance in Young Male and Female Swimmers. **Healthcare**, v. 11, n. 15, p. 2145, 27 Jul. 2023.

PINHEIRO, L. *et al.* Prevalence and incidence of injuries in para athletes: a systematic review with meta-analysis and GRADE recommendations. **British Journal of Sports Medicine**, 2020.

PINHEIRO, L. S. P. *et al.* Prevalence and incidence of health problems and their characteristics in Brazilian para athletes: A one-season single-center prospective pilot study. **Disability and Health Journal**, v. 17, n. 1, 1 jan. 2024.

RUSS, D. W. *et al.* Multiple measures of muscle function influence Sorensen Test performance in individuals with recurrent low back pain. **Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation**, v. 34, n. 1, p. 139–147, 13 Jan. 2021.

SCHWANK, A. *et al.* 2022 Bern Consensus Statement on Shoulder Injury Prevention, Rehabilitation, and Return to Sport for Athletes at All Participation Levels. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 52, n. 1, p. 11–28, 1 Jan. 2022.

SHIMURA, K. *et al.* **Physique, range of motion, and gross muscle strength in hemiplegic para swimmers: a cross-sectional case series.** [s.l.: s.n.].

STRUYF, F. *et al.* **Musculoskeletal dysfunctions associated with swimmers' shoulders.** **British Journal of Sports Medicine.** BMJ Publishing Group, 1 maio 2017.

TOOTH, C. *et al.* Risk Factors of Overuse Shoulder Injuries in Overhead Athletes: A Systematic Review. **Sports Health**, v. 12, n. 5, p. 478–487, 2020.

TUCCI, H. T. *et al.* **Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability test (CKCUES test): a reliability study in persons with and without shoulder impingement syndrome.** [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/1471-2474/15/1>>.

XU, H.-R. *et al.* Validity and reliability of upper extremity star excursion balance test in adolescent swimmers. **Journal of Exercise Science & Fitness**, v. 21, n. 2, p. 210–217, abr. 2023.

ZANCANARO, L. L. *et al.* Sex differences in torque steadiness, accuracy, and activation of the shoulder girdle muscles during isometric shoulder scaption. **Journal of Biomechanics**, v. 155, p. 111638, jun. 2023.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese de doutorado teve a premissa de acompanhar e investigar as alterações que podem ocorrer em variáveis físicas comumente avaliadas por equipes multidisciplinares esportivas com paratletas *overhead*, e observar, principalmente, se o tipo de deficiência e a modalidade esportiva podiam influenciar as mudanças ao longo de uma temporada esportiva. Os resultados obtidos nessa tese de doutorado, ao acompanhar paratletas das modalidades da natação, halterofilismo e atletismo campo (arremesso e lançamento) do Centro de Referência Paralímpico Brasileiro situado em Belo Horizonte - MG (CRPB), descrevem com a mudanças significativas em algumas variáveis estudadas na pré-temporada e ao longo da temporada esportiva. Em síntese, no estudo 1, onde foi realizado um estudo transversal e avaliadas as variáveis ADM do ombro, a relação da força isométrica dos RI e RE do ombro e postura dos paratletas da natação, halterofilismo, atletismo campo (arremesso e lançadores) e um grupo controle, observamos que os paratletas da natação apresentaram menores valores na ADM do ombro quando comparado às outras modalidades esportivas e o grupo controle e os paratletas do halterofilismo apresentaram maiores valores da postura do ombro comparados à natação. Esses achados podem auxiliar equipes esportivas multidisciplinares na elaboração e implementação de medidas preventivas com maior direcionamento para cada modalidade esportiva. No caso dos paratletas da natação, as medidas preventivas podem priorizar a manutenção ou melhora da ADM de ombro e no halterofilismo, focar em medidas que melhorem a postura.

No estudo 2 foi realizado um estudo observacional longitudinal das mesmas variáveis do estudo 1, entretanto, com os paratletas das modalidades de halterofilismo e natação. Foi observado um aumento bilateral dos valores da ADM total, da RI e RE independentemente da modalidade esportiva e do tipo de deficiência, essa alteração ocorreu entre a avaliação da pré-temporada e o meio da temporada, e os valores do fim da temporada permaneceram inalterados. E observamos uma aumento dos valores da postura do ombro, independente do tipo de deficiência e modalidade esportiva, entre os valores da pré-temporada e fim de temporada. Cabe destacar que a ADM de ombro está intimamente associada às lesões da articulação do ombro. Diante disso, equipes esportivas devem observar com maior frequência essa variável ao longo da temporada esportiva, e pode auxiliar a ajustar os protocolos de

exercícios comumente implementados por equipes esportivas para essa população, independentemente do tipo de deficiência e esporte. Em relação à postura do ombro, apesar de não estar diretamente relacionado ao encurtamento do músculo peitoral menor, o teste utilizado pode sugerir alterações nesse grupo muscular, que está associado a alterações na cinemática do complexo do ombro. Por tanto, a avaliação dessa variável ao longo da temporada pode auxiliar os protocolos de exercícios comumente implementados por equipes esportivas.

Por fim, no estudo 3, foi realizado um estudo longitudinal com os paratletas da natação, onde avaliamos a força muscular isométrica do serrátil anterior, desempenho da performance dos MMSS e tronco, avaliados, respectivamente, através da força isométrica, CKCUEST e teste de Sorensen. Observamos que houve reduções significativas nos valores de pré-temporada e meio de temporada, independentemente do tipo de deficiência, sexo ou idade, tendo em vista a redução do desempenho do teste tende a diminuir no início da temporada nesta população, o que pode aumentar os riscos de queixas lombares e lesões na articulação do ombro, recomendamos que as equipes esportivas devem levar isso em consideração para modificar os protocolos de prevenção de lesões das equipes ao longo da temporada esportiva. Além disso, foi encontrada uma diferença entre os paratletas com deficiência física motora comparado aos paratletas com deficiência visual/intelectual nos valores do fim da temporada da força isométrica do serrátil anterior, diante disso, esses achados podem auxiliar e promover uma maior atenção aos paratletas da natação com deficiência motora, visto que, esse grupo pode estar mais suscetível as alterações nesse grupo muscular.

Contudo, em última análise, os resultados aqui obtidos informam às equipes multidisciplinares que utilizar dados obtidos apenas na pré-temporada para as medidas preventivas pode negligenciar alterações que podem ocorrer ao longo de uma temporada esportiva. Por tanto, o acompanhamento periódico das variáveis como ADM, postura do ombro, e o desempenho dos músculos extensores do tronco e a força isométrica do serrátil anterior para os paratletas com deficiência motora da natação devem ser considerados pelas equipes de saúde esportiva para um acompanhamento eficaz e promover ajustes oportunos das estratégias preventivas, assegurando um programa de prevenção ao longo de uma temporada esportiva. Além disso, para estudos futuros, se recomenda um aumento do tamanho amostral, além da inclusão de outras variáveis que podem ser modificadas ao longo de uma

temporada esportiva e podem influenciar na saúde e desempenho de paratletas. Este estudo oferece uma base sólida para futuras investigações que visem promover a conscientização sobre o impacto das variáveis estudadas na prática esportiva dos paratletas.

REFERENCIAS

ANDREWS, A. W.; BOHANNON, R. W. Decreased Shoulder Range of Motion on Paretic Side After Stroke. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://academic.oup.com/ptj/article-abstract/69/9/768/2728580>>.

BARBOSA, G. M. *et al.* Measurement properties of upper extremity physical performance tests in athletes: a systematic review. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v. 28, n. 1, 1 Jan. 2024.

BATALHA, N. *et al.* Does a water-training macrocycle really create imbalances in swimmers' shoulder rotator muscles? *European Journal of Sport Science*, v. 15, n. 2, p. 167–172, 2015.

BATALHA, N. M. P. *et al.* Shoulder Rotator Cuff balance, strength, and endurance in young Swimmers during a competitive season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 27, n. 9, 2013.

BITTENCOURT, N. F. N. *et al.* Complex systems approach for sports injuries: Moving from risk factor identification to injury pattern recognition - Narrative review and new concept. *British Journal of Sports Medicine*, v. 50, n. 21, p. 1309–1314, 2016.

BLAUWET, C. A. *et al.* Risk of injuries in paralympic track and field differs by impairment and event discipline: A prospective cohort study at the London 2012 Paralympic Games. *American Journal of Sports Medicine*, v. 44, n. 6, p. 1455–1462, 2016.

BRASIL, M. DO ESPORTE. *Atletismo adaptado*. Ministério do Esporte, Brasil., 2011.

CEBALLOS-LAITA, L. *et al.* Range of motion and muscle function on shoulder joints of young handball athletes. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, v. 35, n. 1, p. 161–167, 2022a.

CEBALLOS-LAITA, L. *et al.* Range of motion and muscle function on shoulder joints of young handball athletes. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, v. 35, n. 1, p. 161–167, 2022b.

DWELLY, P. M. *et al.* Glenohumeral rotational range of motion in collegiate overhead-throwing athletes during an athletic season. *Journal of Athletic Training*, v. 44, n. 6, p. 611–616, 2009.

FERNANDEZ-FERNANDEZ, J. *et al.* Age and sex-related upper body performance differences in competitive young tennis players. *PLoS ONE*, v. 14, n. 9, 1 set. 2019.

FINLEY, M. A.; EBAUGH, D. Association of Pectoralis Minor Muscle Extensibility, Shoulder Mobility, and Duration of Manual Wheelchair Use. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. Anais...W.B. Saunders, 1 out. 2017.

FONSECA, S. T. *et al.* Sports Injury Forecasting and Complexity: A Synergetic

Approach. *Sports Medicine*, v. 50, n. 10, p. 1757–1770, 2020.

MAGNO E SILVA, M. *et al.* Sports injuries in elite paralympic swimmers with visual impairment. *Journal of Athletic Training*, v. 48, n. 4, p. 493–498, 2013.

MORRIEN, F.; TAYLOR, M. J. D.; HETTINGA, F. J. Biomechanics in Paralympics: Implications for Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 0, n. 12, p. 34, 2016.

NASCIMENTO, L. R. *et al.* Strength deficits of the shoulder complex during isokinetic testing in people with chronic stroke. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v. 18, n. 3, p. 268–275, 2014.

NEUMANN, D. A.; CAMARGO, P. R. Kinesiologic considerations for targeting activation of scapulothoracic muscles - part 1: serratus anterior. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v. 23, n. 6, p. 459–466, nov. 2019.

OH, Y. T. *et al.* London 2012 Paralympic swimming: Passive drag and the classification system. *British Journal of Sports Medicine*, v. 47, n. 13, p. 838–843, 2013.

ONA AYALA, K. E. *et al.* Injury epidemiology and preparedness in powerlifting at the Rio 2016 Paralympic Games: An analysis of 1410 athlete-days. *Translational Sports Medicine*, v. 2, n. 6, p. 358–369, 2019.

PINHEIRO, L. *et al.* Periodic health evaluation in Para athletes: a position statement based on expert consensus. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, v. 10, n. 4, p. e001946, 9 out. 2024.

PINHEIRO, L. S. P. *et al.* Prevalence and incidence of injuries in para athletes: A systematic review with meta-analysis and GRADE recommendations. *British Journal of Sports Medicine*, v. 55, n. 23, p. 1357–1365, 2021.

POZZI, F. *et al.* Preseason shoulder range of motion screening and in-season risk of shoulder and elbow injuries in overhead athletes: Systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. BMJ Publishing Group, 1 set. 2020.

RUSS, D. W. *et al.* Multiple measures of muscle function influence Sorensen Test performance in individuals with recurrent low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, v. 34, n. 1, p. 139–147, 13 Jan. 2021.

SCHWANK, A. *et al.* 2022 Bern Consensus Statement on Shoulder Injury Prevention, Rehabilitation, and Return to Sport for Athletes at All Participation Levels. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, v. 52, n. 1, p. 11–28, 1 Jan. 2022.

SILVA, A. *et al.* Mapeamento geográfico de atletas paralímpicos brasileiros. *Movimento*, v. 25, p. 6–9, 2019.

SILVA, A.; VITAL, R.; MELLO, M. T. DE. Atuação Da Fisioterapia No Esporte Paralímpico. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 22, n. 2, p. 157–161, 2016.

TATE, A. *et al.* Risk factors associated with shoulder pain and disability across the lifespan of competitive swimmers. *Journal of Athletic Training*, v. 47, n. 2, p. 149–158, 2012.

TUCCI, H. T. *et al.* Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability test (CKCUEStest): a reliability study in persons with and without shoulder impingement syndrome. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/1471-2474/15/1>>.

VARGAS, V. Z. *et al.* Shoulder isokinetic strength balance ratio in overhead athletes: A cross-sectional study. *International Journal of Sports Physical Therapy*, v. 16, n. 3, p. 827–834, 2021.

WELLISCH, M. *et al.* Treatment of shoulder pain in people with spinal cord injury who use manual wheelchairs: a systematic review and meta-analysis. *Spinal Cord*, n. December 2020, p. 1–8, 2021.

WILK, K. E. *et al.* Rehabilitation of the Overhead Throwing Athlete: There Is More to It Than Just External Rotation/Internal Rotation Strengthening. *PM and R*, v. 8, n. 3, p. S78–S90, 2016.

WILLICK, S. E. *et al.* The epidemiology of injuries in powerlifting at the London 2012 Paralympic Games: An analysis of 1411 athlete-days. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, v. 26, n. 10, p. 1233–1238, 2016.

ANEXOS**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE Maiores**

Avaliações e Monitoramento de Aspectos Físicos, Fisiológicos e Comportamentais em Atletas ParalímpicosPesquisador: Prof. Dr. Marco Túlio de Mello

Prezado, convidamos você a participar da pesquisa “Avaliações e Monitoramento de Aspectos Físicos, Fisiológicos e Comportamentais em Atletas Paralímpicos”. Pedimos a sua autorização para a coleta, o depósito, o armazenamento, a utilização e descarte dos dados coletados. A coleta será realizada presencialmente no Centro de Treinamento Esportivo da UFMG e em formato online através de formulários do Google para avaliar parâmetros decorrentes do isolamento social na pandemia ocasionada pelo COVID-19. A utilização dos dados está vinculada somente a este projeto de pesquisa. Nesta pesquisa, pretendemos avaliar aspectos que influenciam o rendimento esportivo como: sono, carga de treinamento, aspectos biomecânicos e acompanhamento de lesões durante todo o ciclo paralímpico até Paris 2024. Os dados serão coletados no Centro de Treinamento Esportivo da UFMG, local de seu treinamento esportivo. Para a coleta de dados, será solicitado a você que preencha questionários e participe das sessões de treinamento, as quais você já participaria. Além disso, alguns instrumentos específicos serão utilizados, como a actigrafia que será utilizada por um período de 15 dias para avaliar seu ritmo de sono, a polissonografia para avaliar algum possível distúrbio de sono encontrado por meio da actigrafia. Não somente, também participará de filmagens para análises biomecânicas com o intuito de melhorar a técnica do movimento esportivo. As coletas de dados acontecerão em momentos distintos: as avaliações da fisioterapia e controle da carga de treinamento serão semanais, já as avaliações biomecânicas e de sono acontecerão a cada 2 meses.

Os principais riscos inerentes à sua participação na pesquisa são o aparecimento de lesões inerentes à prática da modalidade esportiva. Ressaltamos que este é exatamente o mesmo risco da sua prática diária na modalidade. Podem também ocorrer situações de desgaste ou fadiga muscular. Nestes casos, você tem total liberdade para desistir de participar do estudo, sem nenhum prejuízo. Será fornecida assistência integral por qualquer dano que venha a ocorrer durante sua participação. Em situação de emergência, o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU / 192) será chamado. Esse será o responsável primário para qualquer eventualidade de cunho médico, e a equipe de pesquisadores acompanhará todos os procedimentos. Você não terá nenhuma remuneração financeira e nem despesa durante a pesquisa, de forma que quaisquer custos inerentes à sua participação serão cobertos pelos pesquisadores.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

O principal benefício da sua participação é o acesso a dados qualificados sobre o desempenho na modalidade esportiva, assim como acompanhamento de treinador, nutricionista, psicólogo, fisioterapeuta e médico. Estes dados serão encaminhados a você em forma de relatório após cada coleta de dados e poderão ser utilizados por você e pela comissão técnica para a melhoria do processo de treinamento.

Durante a realização da pesquisa, você está autorizado a solicitar esclarecimentos sobre os protocolos, métodos e objetivos de todas as condutas dos pesquisadores. Além disso, possíveis desconfortos devem ser comunicados e serão prontamente atendidos pelos pesquisadores. Quaisquer informações sobre a pesquisa poderão ser obtidas a partir do contato com o pesquisador, situado na Av. Antônio Carlos, 6627, Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional-EEFFTO, Belo Horizonte, MG, Brasil. CEP 31270-901. Telefones (31)34092324 / (31)99158050, e-mail: tmello@demello.net.br. Informações de caráter ético com o COEP: Comitê de Ética em Pesquisa, situado na Avenida Antônio Carlos, 6627, Unidade Administrativa, 2º andar sala 2005. Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG, Brasil, CEP:31270- 901. Telefone:34094592.

Lembramos a possibilidade de você, em qualquer momento e sem penalização de nenhuma ordem, retirar sua participação no estudo, caso haja interesse.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, na Universidade Federal de Minas Gerais e a outra será fornecida a você. Os dados, materiais e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável no Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício que pertence à Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo à legislação brasileira (Resoluções Nº 466/12; 441/11 e a Portaria 2.201 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos, de forma que sua identidade não será divulgada em nenhuma hipótese.

Antes de concordar em participar desta pesquisa e assinar este termo em duas vias, os pesquisadores deverão responder todas as suas dúvidas e, se você concordar em participar do estudo, deve ser entregue uma via deste termo para você.

Rubrica do pesquisador: _

Rubrica do participante: _

Eu, _____, portador do documento de Identidade _____, fui informado dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo com a minha participação na pesquisa. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido assinado por mim e pelo pesquisador, que me deu a oportunidade de ler e esclarecer todas as minhas dúvidas.

Nome completo do participante

Assinatura do participante

Prof. Dr. Marco Túlio de Mello Endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627 CEP: 31270-901 / Belo Horizonte – MG Telefones: (31) 3409-2324
E-mail: tmello@demello.net.br

Assinatura do pesquisador

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

COEP-UFMG - Comissão de Ética em Pesquisa da UFMG

Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005. Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG – Brasil. CEP: 31270-901.
E-mail: coep@prpq.ufmg.br. Tel: 34094592.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE Responsáveis Legais

Avaliações e Monitoramento de Aspectos Físicos, Fisiológicos e Comportamentais em Atletas ParalímpicosPesquisador: Prof. Dr. Marco Túlio de Mello

Prezado, convidamos o menor pelo qual o Sr. (a) é responsável a participar da pesquisa “Avaliações e Monitoramento de Aspectos Físicos, Fisiológicos e Comportamentais em Atletas Paralímpicos”. Pedimos a sua autorização para a coleta, o depósito, o armazenamento, a utilização e descarte dos dados coletados. A coleta será realizada presencialmente no Centro de Treinamento Esportivo da UFMG etambémem formato online através de formulários do Google para avaliar parâmetros decorrentes do isolamento social na pandemia ocasionada pelo COVID-19. A utilização dos dados está vinculada somente a este projeto de pesquisa. Nesta pesquisa, pretendemos avaliar aspectos que influenciam no rendimento esportivo como: sono, carga de treinamento, aspectos biomecânicos e acompanhamento de lesões durante todo o ciclo paralímpico até Paris 2024. Os dados serão coletados no Centro de Treinamento Esportivo da UFMG, local de seu treinamento esportivo. Para a coleta de dados, será solicitado a você que preencha questionários e participe das sessões de treinamento, as quais você já participaria. Além disso, alguns instrumentos específicos serão utilizados, como a actigrafia que será utilizada por um período de 15 dias para avaliar seu ritmo de sono, a polissonografia para avaliar algum possível distúrbio de sono encontrado por meio da actigrafia. Não somente, também participará de filmagens para análises biomecânicas com o intuito de melhorar a técnica do movimento esportivo. As coletas de dados acontecerão em momentos distintos: as avaliações da fisioterapia e controle da carga de treinamento serão semanais, já as avaliações biomecânicas e desono acontecerão a cada 2 meses.

Os principais riscos inerentes à sua participação na pesquisa são o aparecimento de lesões inerentes à prática da modalidade esportiva. Ressaltamos que este é exatamente o mesmo risco da sua prática diária na modalidade. Podem também ocorrer situações de desgaste ou fadiga muscular. Nestes casos, você, bem como o menor pelo qual você é responsável, têm total liberdade para desistir de participar do estudo, sem nenhum ônus, a qualquer momento. Será fornecida assistência integral por qualquer dano que venha a ocorrer durante da participação do

(a) menor pelo (a) qual você é responsável nos procedimentos. Em situação de emergência, o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU / 192) será chamado. Esse será o responsável primário para qualquer eventualidade de cunho médico, e a equipe de pesquisadores acompanhará todos os procedimentos. Você não terá nenhuma remuneração financeira e nem despesa durante a pesquisa, de forma que quaisquer custos inerentes à sua participação serão cobertos pelos pesquisadores.

Rubrica do pesquisador:

Rubrica do participante:



O principal benefício da sua participação é o acesso a dados qualificados sobre o desempenho na modalidade esportiva, assim como acompanhamento de treinador, nutricionista, psicólogo, fisioterapeuta e médico. Estes dados serão encaminhados a você em forma de relatório após cada coleta de dados e poderão ser utilizados por você pela comissão técnica para a melhoria do processo de treinamento.

Durante a realização da pesquisa, você está autorizado a solicitar esclarecimentos sobre os protocolos, métodos e objetivos de todas as condutas dos pesquisadores. Além disso, possíveis desconfortos devem ser comunicados e serão prontamente atendidos pelos pesquisadores. Quaisquer informações sobre a pesquisa poderão ser obtidas a partir do contato com o pesquisador, situado na Av. Antônio Carlos, 6627, Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional-EEFFTO, Belo Horizonte, MG, Brasil. CEP 31270-901. Telefones (31)34092324 / (31)99158050, e-mail: tmello@demello.net.br. Informações de caráter ético com o COEP: Comitê de Ética em Pesquisa, situado na Avenida Antônio Carlos, 6627, Unidade Administrativa II, 2º andar sala 2005. Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG, Brasil, CEP:31270- 901. Telefone:34094592.

Salienta-se a liberdade do responsável legal e do voluntário em recusar, em qualquer momento e sem penalização de nenhuma ordem, a participação no estudo, bem como retirar seu consentimento caso haja interesse.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, na Universidade Federal de Minas Gerais e a outra será fornecida ao Sr. (a). Os dados, materiais e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável no Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício que pertence à Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resoluções Nº 466/12; 441/11 e a Portaria 2.201 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos, de forma que sua identidade não será divulgada em nenhuma hipótese.

Antes de concordar em participar desta pesquisa e assinar este termo em duas vias, os pesquisadores deverão responder todas as suas dúvidas e, se você concordar em participar do estudo, deve ser entregue uma via deste termo para você.

Rubrica do pesquisador: _

Rubrica do participante: _

Eu, _____, portador do documento de Identidade _____, responsável legal pelo menor

_____,
_____, identidade _____, fui informado dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo com a participação do menor sob minha responsabilidade voluntário na pesquisa. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido assinado por mim e pelo pesquisador, que me deu a oportunidade de ler e esclarecer todas as minhas dúvidas.

Nome completo do participante

Assinatura do participante

Prof. Dr. Marco Túlio de Mello Endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627 CEP: 31270-901 / Belo Horizonte – MG Telefones: (31) 3409-2324
E-mail: tmello@demello.net.br

Assinatura do pesquisador

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

COEP-UFMG - Comissão de Ética em Pesquisa da UFMG

Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005. Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG – Brasil. CEP: 31270-901.
E-mail: coep@prpq.ufmg.br. Tel: 34094592.

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE

Avaliações e Monitoramento de Aspectos Físicos, Fisiológicos e Comportamentais em Atletas ParalímpicosPesquisador: prof. Dr. Marco Túlio de Mello

Prezado, convidamos você a participar da pesquisa “Avaliações e Monitoramento de Aspectos Físicos, Fisiológicos e Comportamentais em Atletas Paralímpicos”. Pedimos a sua autorização para a coleta, o depósito, o armazenamento, a utilização e descarte dos dados coletados. A coleta será realizada presencialmente no Centro de Treinamento Esportivo da UFMG e também em formato online através de formulários do Google para avaliar parâmetros decorrentes do isolamento social na pandemia ocasionada pelo COVID-19. A utilização dos dados está vinculada somente a este projeto de pesquisa. Nesta pesquisa, pretendemos avaliar aspectos que influenciam no rendimento esportivo, como: sono, carga de treinamento, aspectos biomecânicos e acompanhamento de lesões durante todo o ciclo paralímpico até Paris2024. Para a coleta de dados, será solicitado a ele que preencha questionários e participe das sessões de treinamento, as quais ele já participaria. Além disso, alguns instrumentos específicos serão utilizados, como a actigrafia que será utilizada por um período de 15 dias para avaliar seu ritmo de sono e a polissonografia para avaliar algum possível distúrbio de sono encontrado por meio da actigrafia. Não somente, também participará de filmagens para análises biomecânicas com o intuito de melhorar a técnica do movimento esportivo. As coletas de dados acontecerão em momentos distintos: as avaliações da fisioterapia e controle da carga de treinamento serão semanais, já as avaliações biomecânicas e de sono acontecerão a cada 2 meses.

Os principais riscos inerentes à participação na pesquisa são o aparecimento de lesões inerentes à prática da modalidade esportiva. Ressaltamos que este é exatamente o mesmo risco da prática diária na modalidade. Podem também ocorrer situações de desgaste ou fadiga muscular. Nestes casos, você, bem como o menor pelo qual você é responsável, têm total liberdade para desistir de participar do estudo a qualquer momento, sem nenhum prejuízo a vocês. Será fornecida assistência integral por qualquer dano que venha a ocorrer durante da participação do (a) menor pelo (a) qual você é responsável. Em situação de emergência, o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU / 192) será chamado. Esse será o responsável primário para qualquer eventualidade de cunho médico e a equipe de pesquisadores acompanhará todos os procedimentos. Os pesquisadores também se responsabilizarão em comunicá-lo (a) nestes casos. Você não terá nenhuma remuneração financeira e nem despesa durante a pesquisa, de forma que quaisquer custos inerentes à sua participação serão cobertos pelos pesquisadores.

Rubrica do pesquisador: _

Rubrica do participante: _

O principal benefício da sua participação é o acesso a dados qualificados sobre o desempenho na modalidade esportiva, assim como acompanhamento de treinador, nutricionista, psicólogo, fisioterapeuta e médico. Estes dados serão encaminhados a você em forma de relatório após cada coleta de dados e poderão ser utilizados por você pela comissão técnica para a melhoria do processo de treinamento.

Durante a realização da pesquisa, você está autorizado a solicitar esclarecimentos sobre os protocolos, métodos e objetivos de todas as condutas dos pesquisadores. Além disso, possíveis desconfortos devem ser comunicados e serão prontamente atendidos pelos pesquisadores. Quaisquer informações sobre a pesquisa poderão ser obtidas a partir do contato com o pesquisador, situado na Av. Antônio Carlos, 6627, Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional-EEFFTO, Belo Horizonte, MG, Brasil. CEP 31270-901. Telefones (31)34092324 / (31)995159050, e-mail: tmello@demello.net.br. Informações de caráter ético com o COEP: Comitê de Ética em Pesquisa, situado na Avenida Antônio Carlos, 6627, Unidade Administrativa II, 2º andar sala 2005. Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG, Brasil, CEP:31270- 901. Telefone:34094592.

Lembramos a possibilidade de você, em qualquer momento e sem penalização de nenhuma ordem, retirar sua participação no estudo, caso haja interesse.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, na Universidade Federal de Minas Gerais e a outra será fornecida por você. Os dados, materiais e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável do Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício da UFMG, que pertence a Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resoluções Nº 466/12; 441/11 e a Portaria 2.201 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Antes de concordar em participar desta pesquisa e assinar este termo em duas vias, os pesquisadores deverão responder todas as suas dúvidas e, se você concordar em participar do estudo, deve ser entregue uma via deste termo para você.

Rubrica do pesquisador: _

Rubrica do participante: _

Eu, _____, portador do documento de Identidade _____, fui informado (a) dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo com a minha participação na pesquisa. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido assinado por mim e pelo pesquisador, que me deu a oportunidade de ler e esclarecer todas as minhas dúvidas.

Nome completo do participante

Assinatura do participante

Prof. Dr. Marco Túlio de Mello: Endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627 CEP: 31270-901 / Belo Horizonte – MG Telefones: (31) 3409-2324
E-mail: tmello@demello.net.br

Assinatura do pesquisador

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

COEP-UFMG - Comissão de Ética em Pesquisa da UFMG

Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005. Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG – Brasil. CEP: 31270-901.

E-mail: coep@prpq.ufmg.br. Tel: 34094592.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Avaliações e Monitoramento de Aspectos Físicos, Fisiológicos e Comportamentais em Atletas Paralímpicos

Pesquisador: Marco Tulio de Mello

Área Temática:

Versão: 5

CAAE: 27518619.4.0000.5149

Instituição Proponente: Escola de Educação Física da Universidade Federal de Minas Gerais

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.512.422

Apresentação do Projeto:

Trata-se de uma emenda do projeto aprovado sob parecer de número 3.990.278, com pareceres anteriores de número 4.331.475 e 4.446.352. Este projeto objetiva avaliar os parâmetros físicos, fisiológicos e comportamentais de atletas paralímpicos que treinam no Centro de Treinamento Esportivo da UFMG (CTE- UFMG) até Paris durante o ciclo olímpico visando Paris 2024. Dessa maneira, as avaliações terão início em 2020 e seguirão até 2024, sendo elas: composição corporal, capacidade e potência aeróbia e anaeróbia em testes na esteira, ergômetro de braço e rolo específico para cadeiras de rodas, teste de força muscular, teste de equilíbrio, padrão de sono, assim como acompanhamento longitudinal de lesões e parâmetros biomecânicos visando aprimoramento do gesto esportivo. A ementa solicita a inclusão da Avaliação do Sonopor meio de formulário online dos atletas envolvidos no projeto, devido à pandemia ocasionada pelo Covid- 19, e dada à impossibilidade de encontros presenciais. A avaliação consistirá de duas etapas: na primeira, as perguntas se basearão em comportamentos que podem ter sido deflagrados pelo isolamento social, e que de alguma forma impactam no sono (anexo 19). Na segunda etapa, os atletas serão avaliados, também em formato online, por meio de questionários que já se encontram aprovados no presente projeto de pesquisa. Após a realização das avaliações, os atletas e treinadores receberão relatórios com os resultados e sugestões para melhorar o rendimento.

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II

CEP: 31.270-901

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 4.512.422

Segundo as informações básicas do projeto, apresentadas junto à emenda, amostra será composta por atletas paralímpicos de alto rendimento de ambos os sexos, que treinam Centro de Treinamento Esportivo (CTE/UFMG) e do Centro de Treinamento Paralímpico Brasileiro de São Paulo das modalidades de atletismo, natação e halterofilismo. Assim como apresentado no parecer inicial de aprovação, o projeto está bem escrito e fundamentado. O parecer do colegiado aprova sua viabilidade e habilidade do proponente acerca do tema e métodos.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo geral

Avaliar e monitorar parâmetros físicos, fisiológicos e comportamentais de atletas paralímpicos do Centro de Treinamento Paralímpico de São Paulo e do Centro de Treinamento Esportivo da UFMG até Paris 2024 nas modalidades de atletismo, natação e halterofilismo.

Objetivos específicos

- Avaliar e monitorar de maneira subjetiva e objetiva a qualidade e a quantidade de sono de atletas paralímpicos até Paris 2024.
- Compreender o perfil de queixas e lesões esportivas em atletas paralímpicos e como se relacionam os fatores de estrutura e função corporal e contextuais desses atletas com a ocorrência da lesão esportiva até Paris 2024.
- Monitorar e controlar a carga de treinamento dos atletas paralímpicos até Paris 2024;
- Verificar os efeitos da ETCC no desempenho de atletas paralímpicos
- Avaliação e monitoramento das variáveis biomecânicas relacionadas ao desempenho dos atletas paralímpicos até Paris 2024.
- Avaliar as percepções subjetivas de sono, de recuperação, de dor e de esforço dos atletas paralímpicos até Paris 2024.
- Utilizar o banco de dados no Comitê Paralímpico Brasileiro de São Paulo que possui esses parâmetros físicos, fisiológicos e comportamentais de atletas paralímpicos já coletados.
- Impacto do isolamento social nos aspectos comportamentais do sono dos atletas paralímpicos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Tal como apresentado no parecer de aprovação do projeto, os autores informam que os métodos do presente projeto apresenta risco leve para o atleta paralímpico, como dor muscular leve provenientes do treinamento esportivo no qual eles realizam. Nesta eventualidade, o participante será assistido pelos pesquisadores. Quanto aos benefícios, os atletas serão avaliados e monitorados ao longo de 4 anos, sendo que, todas as avaliações realizadas serão posteriormente repassadas quanto aos resultados aos atletas com o objetivo de melhorar seu desempenho e seu desempenho esportivo. A emenda solicitada não altera esses aspectos.

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 4.512.422

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Segundo o parecer de aprovação, o projeto é factível, pertinente e está bem fundamentado. Apresenta justificativa para sua realização e possíveis benefícios. Tais afirmações são corroboradas pelo parecer do departamento. A emenda solicitada não altera esses aspectos. Conforme apresentado na última carta resposta, serão feitas coletas de maneira remota com os atletas do Centro de Treinamento Esportivo da UFMG e do Centro de Treinamento Paralímpico de São Paulo. O TCUD para acesso ao banco de dados do o Centro de Treinamento Paralímpico de São Paulo foi apresentado, sendo o objetivo geral do proejecto adequado de acordo com a utilização desses dados, conforme solicitado no parecer anterior.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados os seguintes documentos: carta resposta ao CEP; informações básicas do projeto; projeto completo com inclusão do solicitado na emenda; TCLE, TALE, TCLE para responsáveis; parecer do departamento; folho de rosto; carta de anuência do CPB; carta de anuência do CTE. Conforme solicitado e apresentado na carta resposta, os métodos da emenda foram incluídos nos TCLEs e o TALE. Foi esclarecido pelo proponente que a carta de anuência do CPB é referente ao Centro de Treinamento Paralímpico Brasileiro de São Paulo. Tal como solicitado no parecer anterior do CEP, foi apresentado o TCUD para acesso ao banco de dados do Centro de Treinamento Paralímpico Brasileiro de São Paulo.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Uma vez realizadas as adequações solicitadas em pareceres anteriores, atendendo as solicitações deste CEP, somos, S.M.J. favorável à aprovação da emenda

Considerações Finais a critério do CEP:

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento | Arquivo | Postagem | Autor | Situação |
|----------------|---------|----------|-------|----------|
|----------------|---------|----------|-------|----------|

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos,6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS**



Continuação do Parecer: 4.512.422

| | | | | |
|---|---|---------------------|----------------------|--------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1600732_E1.pdf | 15/12/2020 15:49:48 | | Aceito |
| Outros | Anexos4ao19.pdf | 15/12/2020 15:42:13 | Marco Tulio de Mello | Aceito |
| Outros | CartaRespostaPendenciaCOEPDEZEMBRO.pdf | 15/12/2020 15:34:36 | Marco Tulio de Mello | Aceito |
| Declaração de concordância | TCUDCepUFMGCPBassinadoDezembro2020.pdf | 15/12/2020 15:32:48 | Marco Tulio de Mello | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | ProjetoParalimpicoCTEAtualizadoDezembro2020.pdf | 15/12/2020 15:31:27 | Marco Tulio de Mello | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | Anexo2TCLEMaioresParalimpicoCTE.pdf | 15/12/2020 15:29:05 | Marco Tulio de Mello | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | Anexo3TCLERespLegaisParalimpicoCTE.pdf | 15/12/2020 15:27:53 | Marco Tulio de Mello | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | Anexo1TALEparalimpicoCTE.pdf | 15/12/2020 15:27:40 | Marco Tulio de Mello | Aceito |
| Outros | CartaRespostaPendencia_COEP_nove mbro_2020.pdf | 05/11/2020 15:49:54 | Marco Tulio de Mello | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | Projeto_Emenda.pdf | 23/07/2020 17:10:01 | Marco Tulio de Mello | Aceito |
| Outros | CartaRespostaPendencia.pdf | 15/03/2020 22:32:34 | Marco Tulio de Mello | Aceito |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | parecerconsubstanciado.pdf | 19/12/2019 18:30:37 | Marco Tulio de Mello | Aceito |
| Folha de Rosto | folhaderosto.pdf | 19/12/2019 18:28:54 | Marco Tulio de Mello | Aceito |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | CPB.pdf | 16/12/2019 14:25:00 | Marco Tulio de Mello | Aceito |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | CTE.pdf | 16/12/2019 14:24:16 | Marco Tulio de Mello | Aceito |

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos,6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 4.512.422

Não

BELO HORIZONTE, 27 de
Janeiro de 2021

Assinado por:
Críssia Carem Paiva
Fontainha(Coordenador(a))

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos,6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II

CEP: 31.270-901

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

MINICURRÍCULO DO DISCENTE

GERONIMO JOSÉ BOUZAS SANCHIS

email: gero.bouzas@gmail.com

Tel:(84) 99466-8565

1. FORMAÇÃO ACADÊMICA

2009 – 2013 Graduação em fisioterapia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Brasil.

2014 - 2016 Especialização em Fisioterapia nas disfunções músculo esqueléticas. (Carga Horária: 390h). Faculdade Estácio do Rio Grande do Norte, Estácio FATERN, Brasil.

2018 2020 Mestrado em Saúde Coletiva

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Brasil

Título: Prevalência e Fatores Associados à Síndrome da Dor Patelofemoral em Escolares de Natal-RN

Orientador: Ângelo Giuseppe Roncalli da Costa Oliveira.

2020 Especialista em Fisioterapia Esportiva pela Sociedade Brasileira de Fisioterapia Esportiva

2. VÍNCULO INSTITUCIONAL E ATUAÇÃO PROFISSIONAL

2016 - 2018 **Faculdade Mauricio de Nassau**

Preceptor do Curso de Fisioterapia nas disciplinas práticas: Estágio supervisionado em Saúde Coletiva; Estágio supervisionado em Fisioterapia Desportiva e Saúde Coletiva; Estágio supervisionado em Ortopedia e Traumatologia.

2018 – 2020 **Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de
Pessoal de Nível Superior – CAPES**

Bolsista modalidade mestrado

2021 **Universidade Federal do Rio Grande do Norte**

Professor substituto (40 horas) no quadro de Fisioterapia Geral e ministrei as disciplinas teóricas e práticas de Recursos Terapêuticos Manuais, Eletrotermofototerapia, Cinesilogia e Cinesioterapia.

2020 – 2024 **Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES**

Bolsista modalidade doutorado

3. PUBLICAÇÕES E OUTROS APERFEIÇOAMENTOS

3.1. Artigos completos publicados em periódicos

Geronimo José Bouzas Sanchis, Jeysiane A.S. do Nascimento; Rebeca de Castro Santana; Vagner M. dos Santos; Vitor L. da Cunha; Sanderson José Costa de Assis; Rafael L Cavalcanti; Thais Sousa Rodrigues Guedes; Angelo Giuseppe; Marcello B.O.G. Guedes. Biomechanical factors associated with patellofemoral pain in children and adolescents. *Scientific Reports* v 14, article number: 15490 (2024). DOI: 10.1371/Journal.Pone.0300683

Geronimo José Bouzas Sanchis, Joubert Vitor De Souto; Rafael L Cavalcanti; Josiane Costa Pereira Bezerra; Maristela Linhares dos Santos; Thais Sousa Rodrigues Guedes; Sanderson José Costa de Assis; Rebeca de Castro Santana; Johnnatas Mikael Lopes; Roncalli, Angelo Giuseppe; Marcello B.O.G. Guedes. Patellofemoral Pain Syndrome in Children and Adolescents: A Cross-Sectional Study. *Plos One*, 19(4): April 2024. DOI: 10.1371/Journal.Pone.0300683

Geronimo José Bouzas Sanchis, Johnnatas Mikael Lopes, Sanderson José Costa de Assis, Romena Leão Azevedo Catão, Thiago Ribeiro Teles Santos, Ângelo Giuseppe da Costa Oliveira Roncalli. Dynamic knee valgus prevalence in children and its association with pain intensity, foot mobility, and sex— A cross-sectional study. *Heliyon*; 2022-10. DOI: 10.1016/j.heliyon. 2022.e10984

Sanderson José Costa de Assis; Clecio Gabriel de Souza; **Geronimo José Bouzas Sanchis**; Ângelo Giuseppe Roncalli. Factors associated with waiting physiotherapy service: analysis from the Access and Quality Improvement Program (PMAQ). *Fisioterapia em Movimento*. DOI: 10.1590/fm.2023.36135

Sanderson José Costa de Assis; Clecio Gabriel de Souza; **Geronimo José Bouzas Sanchis**; Ângelo Giuseppe Roncalli. Influence of physical activity and postural habits in schoolchildren with scoliosis. *Archives of public health*. 63, 2021

Costa De Assis, Sanderson José; Lopes, Johnnatas Mikael; Guedes, Marcello Barbosa Otoni Gonçalves; **Sanchis, Geronimo José Bouzas**; Araújo, Diego Neves; Roncalli, Ângelo Giuseppe. Primary health care and social isolation against COVID-19 in Northeastern Brazil: Ecological time-series study. *PLoS One*, v. 16, p. e0250493, 2021.

Costa De Assis, Sanderson José; Lopes, Johnnatas Mikael; De Lima Filho, Bartolomeu Fagundes; **Sanchis, Geronimo José Bouzas**; Sousa Rodrigues Guedes, Thais; Limeira Cavalcanti, Rafael; Araújo, Diego Neves; José Sarmiento Da Nóbrega, Antônio; Barbosa Otoni Gonçalves Guedes, Marcello; Giuseppe Roncalli Da Costa Oliveira, Ângelo. Dissemination of COVID-19 in inland cities of Northeastern Brazil. *PLoS One*, v. 16, p. e0253171, 2021.

Guedes, Marcello Barbosa Otoni Gonçalves; De Assis, Sanderson José Costa; **Sanchis, Geronimo José Bouzas**; Araújo, Diego Neves; Oliveira, Ângelo Giuseppe Roncalli da Costa; Lopes, Johnnatas Mikael. COVID-19 in Brazilian Cities: Impact of social determinants, coverage, and Quality of primary health care. *PLoS One*, v. 16, p. e0257347, 2021.

Lopes, Johnnatas Mikael; **Sanchis, Geronimo José Bouzas**; Medeiros, Jeovany Luiz Alves De; Dantas, Fábio Galvão. Hospitalização por acidente vascular encefálico isquêmico no Brasil: estudo ecológico sobre possível impacto do Hiperdia. *Revista Brasileira de Epidemiologia (Online)*, v. 19, p. 122-134, 2016.

Baroni; **Sanchis, Geronimo Jose Bouzas**; Assis, Sanderson José Costa;

Santos, R.G; Sousa, Klayton Galante; Pereira, S. A; Lopes, J, M. Factors Associated with Scoliosis in Schoolchildren: A Cross-Sectional Population-Based Study. *Journal of Epidemiology* , v. 25, p. www.jstage.jst, 2015.

3.2 Capítulos de livro publicados

Sanchis, Gerônimo José Bouzas; Lopes, Johnnatas Mikael. Atenção Fisioterapêutica no Manejo do Acidente Vascular Encefálico. *Fisioterapia E Atenção Primária: Manual De Prática Baseada Em Evidência*. 1ed.: Atheneu,2019, v.1.

3.3 Trabalhos publicados em congressos

Sanchis, Geronimo José Bouzas; Barreto, Bruna; Resende Renan; de Melo, Marco Tulio; Mohmara, Yasser; Silva, Andressa. Strength evaluation and differences in powerlifting and swimming para athletes during training season. In: 6th International Scientific Tendinopathy Symposium, 2023, Valencia, Espanha.

Sanchis, Geronimo José Bouzas; Barreto, Bruna; Resende Renan; de Melo, Marco Tulio; Mohmara, Yasser; Silva, Andressa. Muscle Strength and Shoulder Joint Mobility of Swimming Parathletes. In: 6th International Scientific Tendinopathy Symposium. 2023, Valencia, Espanha.

Brenda Katrovyevysky Costa Castro, **Geronimo José Bouzas Sanchis**, Renan Alves Resende, Marco Túlio de Mello, Andressa da Silva de Mello. Força Muscular, Mobilidade e Flexibilidade de Ombro em Atletas Paraolímpicos de Halterofilismo. XI Congresso Brasileiro de Fisioterapia Esportiva. 2023

Barreto, Bruna; Martins, Amanda; **Sanchis, Gerônimo;** Mello, Marco Túlio; Silva, Andressa. Avaliações Pré-temporada e a Prevenção de Lesões no Esporte Paralímpico De Alto Rendimento" de autoria de, foi apresentado no formato Vídeo-pôster no "1º Congresso Brasileiro de Pedagogia do Paradesporto.2022

Barreto, Bruna; **Sanchis, Gerônimo;** Guerreiro, Renato; Mello, Marco Túlio; Silva, Andressa. "Dor, Sono e Qualidade De Vida Dos Atletas Paralímpicos De Alto Rendimento" foi apresentado no formato ORAL de modo virtual no "1o

Congresso Brasileiro de Pedagogia do Paradesporto. 2022

LOPES, J, M; **Bouzas Sanchis, Geronimo Jose**. Tendência da Taxa de Mortalidade por Acidente Vascular Cerebral no Brasil: Análise de 15 anos de série temporal. In: IX Congresso Brasileiro de doenças Cerebrovasculares, 2013, Fortaleza. Anais do Evento, 2013. p. 42-42.

4. BANCAS

4.1. Participação em bancas de trabalho de conclusão

4.1.1. Monografias de cursos de aperfeiçoamento/especialização

Bouzas Sanchis, Geronimo José. Participação em banca de Paloma dos Reis Silva. Efeitos do Exercício Nórdico De Isquiossurais Em Atletas De Futebol Amador, Uma Revisão De Literatura. 2022. Monografia (Aperfeiçoamento/Especialização em Fisioterapia) - Escola de Educação Física, Fisioterapia e TO-UFMG.

Bouzas Sanchis, Geronimo Jose. Participação em banca de Paula de Faria Fernandes Martins. Definições De Lesão Utilizadas Nos Estudos Em Esportes Paralímpicos - Revisão De Literatura. 2022. Monografia (Aperfeiçoamento/Especialização em Fisioterapia) - Escola de Educação Física, Fisioterapia e TO-UFMG.

Bouzas Sanchis, Geronimo Jose. Participação em banca de Natalia Helen Ávila de Oliveira Lino. Análise das propriedades das raquetes nas lesões musculoesqueléticas em jogadores de tênis: revisão de literatura. 2022. Monografia (Aperfeiçoamento/Especialização em Fisioterapia) - Escola de Educação Física, Fisioterapia e TO-UFMG.

4.1.2 Trabalhos de conclusão de curso de graduação

Lopes, Johnnatas Mikael; **Bouzas Sanchis, Geronimo Jose**; Brito, C. C. Participação em banca de Justo Ferraz Neto Segundo. Internações Materna Por Hipertensão: Análise Situacional Do Brasil Entre 2008 A 2019. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina) - Universidade Federal do Vale

do São Francisco.

Barbosa Otoni Gonçalves Guedes, Marcello; Limeira Cavalcanti, Rafael; Assis, Sanderson José Costa De; **Sanchis, Gerônimo José Bouzas**. Participação em banca de Vagner Messias Dos Santos. Fatores Biomecânicos Associados À Síndrome Da Dor Patelofemoral Em Crianças E Adolescentes. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Guedes, Marcello Barbosa Otoni Gonçalves; Limeira Cavalcanti, Rafael; **Bouzas Sanchis, Geronimo Jose**. Participação em banca de Josiane Pereira Bezerra. Prevalência Da Síndrome Da Dor Patelofemoral E Sua Associação Com Nível De Atividade Física, Maturação Sexual E Faixa Etária - Um Estudo Transversal. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

LOPES, J, M; **Bouzas Sanchis, Geronimo Jose**; AMARAL, C. E. M. Participação em banca de Kathary Loory Soares Silveira. Condicionantes da depressão em pessoas com e sem ensino superior: estudo survey na população brasileira. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina) - Universidade Federal do Vale do São Francisco.

5. Orientações

5.1. Monografias de conclusão de curso de aperfeiçoamento/especialização

Carlos Pereira Couto. Prevalência e fatores associados à dor no joelho em escolares - um estudo transversal. 2022. Monografia. (Aperfeiçoamento/Especialização em Fisioterapia) - Escola de Educação Física, Fisioterapia e TO-UFMG. Orientador: Geronimo Jose Bouzas Sanchis.

ADRIANA SILVA GUIMARÃES. Efeitos do Treinamento Neuromuscular na prevenção de lesões em atletas de futebol do sexo masculino. 2022. Monografia. (Aperfeiçoamento/Especialização em Fisioterapia) - Escola de Educação Física,

Fisioterapia e TO-UFMG. Orientador: Geronimo Jose Bouzas Sanchis.

5.2. Trabalho de conclusão de curso graduação

Vagner Messias dos Santos. Fatores Biomecânicos Associados À Síndrome Da Dor Patelofemoral Em Crianças E Adolescentes. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Orientador: Geronimo Jose Bouzas Sanchis

Josiane Pereira Bezerra. Prevalência Da Síndrome Da Dor Patelofemoral E Sua Associação Com Nível De Atividade Física, Maturação Sexual E Faixa Etária - Um Estudo Transversal. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Orientador: Geronimo Jose Bouzas Sanchis.