

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

Fernanda Oliveira Madaleno

EPIDEMIOLOGIA DE LESÕES E DOENÇAS EM PARATLETAS:
relação com sono, fadiga, dor muscular e estresse em um estudo prospectivo
de um ano

Belo Horizonte

2025

Fernanda Oliveira Madaleno

**EPIDEMIOLOGIA DE LESÕES E DOENÇAS EM PARATLETAS:
relação com sono, fadiga, dor muscular e estresse em um estudo prospectivo
de um ano**

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

Linha de Pesquisa: Estudo do Desempenho Motor e Funcional Humano

Orientador: Prof. Dr. Renan Alves Resende

Coorientadoras: Prof. Dra. Andressa da Silva de Mello
Prof. Dra. Juliana de Melo Ocarino

Belo Horizonte

2025

M178e Madaleno, Fernanda Oliveira
2025 Epidemiologia de lesões e doenças em paratletas [recurso eletrônico] : relação com sono, fadiga, dor muscular e estresse em um estudo prospectivo de um ano / Fernanda Oliveira Madaleno. – 2025.
1 recurso online (90 f. : il.) : pdf.

Orientador: Renan Alves Resende
Coorientadora: Andressa da Silva de Mello
Coorientadora: Juliana de Melo Ocarino

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.
Inclui bibliografia.

1. Esportes para deficientes – Teses. 2. Atletas – Ferimentos e lesões – Teses. 3. Fisioterapia esportiva – Teses. I. Resende, Renan Alves. II. Mello, Andressa da Silva de. III. Ocarino, Juliana de Melo. IV. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. V. Título.

CDU: 615.8:796

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Sheila Margareth Teixeira Adão, CRB 6: n° 2106, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.



ATA DA DEFESA DE TESE DA ALUNA FERNANDA OLIVEIRA MADALENO

Realizou-se, no dia 13 de março de 2025, às 08:00 horas, no Auditório Maria Lúcia Paixão, da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa de tese, intitulada *EPIDEMIOLOGIA DE LESÕES E DOENÇAS EM PARATLETAS: RELAÇÃO COM SONO, FADIGA, DOR MUSCULAR E ESTRESSE EM UM ESTUDO PROSPECTIVO DE UM ANO*, apresentada por FERNANDA OLIVEIRA MADALENO, número de registro 2020738532, graduada no curso de FISIOTERAPIA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Renan Alves Resende - Orientador (UFMG), Prof(a). Fábio Viadanna Serrão (Universidade Federal de São Carlos), Prof(a). Cecília Ferreira de Aquino (UEMG - Unidade Divinópolis), Prof(a). Luciana de Michelis Mendonça (UFMG), Prof(a). Rafael Zambelli de Almeida Pinto (UFMG).

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, 13 de março de 2025.

Documento assinado digitalmente
RENAN ALVES RESENDE
Data: 13/03/2025 16:33:40 -0300
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Prof(a). Renan Alves Resende (Doutor)

Documento assinado digitalmente
FABIO VIADANNA SERRAO
Data: 13/03/2025 10:35:26 -0300
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Prof(a). Fábio Viadanna Serrão (Doutor)

Documento assinado digitalmente
CECILIA FERREIRA DE AQUINO
Data: 13/03/2025 17:37:59 -0300
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Prof(a). Cecília Ferreira de Aquino (Doutora)

Documento assinado digitalmente
LUCIANA DE MICHELIS MENDONÇA
Data: 13/03/2025 11:21:59 -0300
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Prof(a). Luciana de Michelis Mendonça (Doutor)

Documento assinado digitalmente
RAFAEL ZAMBELLI DE ALMEIDA PINTO
Data: 13/03/2025 06:54:19 -0300
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

Prof(a). Rafael Zambelli de Almeida Pinto (Doutor)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Nossa Senhora Aparecida e ao meu Deus. Todas as minhas vitórias, derrotas e resiliência para me levantar de cada queda são graças a vocês. Meu norte, minha força e a minha fé são baseados em todo amor que me transmitem.

Agradeço imensamente aos meus pais por nunca pouparem esforços para me auxiliar nos meus estudos, em especial à minha mãe. Obrigada mãe, por ser muito mais do que uma mãe. Você é meu porto seguro, minha melhor amiga e minha maior vitória é ver você se orgulhando de mim. Te amo!

Agradeço à minha avó Ziza. Nenhuma distância física é capaz de me fazer esquecer de te agradecer por ter me amado incondicionalmente. Se, há 15 anos, eu já amava você só por tê-la perto de mim, agora a amo ainda mais por tê-la dentro de mim, no meu coração. É incrível sentir sua energia me abençoando em todos os meus momentos desafiadores e grandiosos. Estamos ligadas por um fio inquebrável.

Agradeço ao apoio constante da minha irmã e ao melhor presente que ela poderia me dar, o Miguel. Mi, um dia você vai entender que tudo que eu faço tem um propósito para você também. Eu jamais vou parar se eu souber que todos os meus feitos serão motivo de orgulho para você. Titia te ama.

Agradeço aos meus irmãos de alma, Ana Clara, Duda, Léo, Nilsimara e Maria Paula. Eu sou uma pessoa muito melhor por ter vocês na minha vida. Vocês sempre serão a luz que me guiará em cada túnel escuro por onde eu passar. Nossos corações sempre estarão juntos.

Para a Larissa, Lu Gaia, Thiago, Augusto, Rick, Camila, Rê e todos os amigos que surgiram nos últimos anos na minha vida, eu só posso agradecer. Devo ter feito algo muito certo na vida para Deus me abençoar com vocês. Obrigada por tudo!

Gostaria de agradecer às minhas coorientadoras, profissionais maravilhosas e extremamente competentes. Ju, muito obrigada por toda confiança e acolhimento que sempre me ofereceu em meio às minhas dúvidas e nos nossos encontros. Te admiro desde minha graduação e agora ainda mais. Andressa, muito obrigada pelo carinho e por toda a ajuda para que meu estudo fosse o mais brilhante possível.

Renan, lembro-me do dia que fui até sua sala pedir para ser meu orientador do TCC da graduação, e você prontamente aceitou. Eu só não imaginava que, a partir daquele momento, encontraria além de um professor, um grande e querido amigo. Já se passaram cerca de oito anos de trabalho ininterrupto juntos, e você ainda não se cansou de mim. Agradeço por isso, pois não poderia ter escolhido pessoa melhor para caminhar comigo nessa jornada. A confiança, admiração e carinho que tenho por você, pela pessoa singular que é, talvez eu jamais consiga expressar da forma correta aqui. Quero sempre caminhar ao seu lado, seja como aluna, amiga, confidente ou família – porque é isso que você é para mim. Sei que meu agradecimento nunca será suficiente, mas, mesmo assim, muito obrigada! Sou grata a Deus por ter colocado você na minha vida.

Aos treinadores do CTE e CPB, o meu muito obrigada pela disponibilidade e confiança na pesquisa. Aos atletas paralímpicos, gostaria de deixar um agradecimento especial. Obrigada por aceitarem participar da pesquisa e pela paciência durante a coleta de dados.

Por fim, apresento a vocês os frutos de um trabalho realizado ao longo dos meus quatro anos de doutorado. Compartilho com vocês a minha vitória!

RESUMO

O Para esporte tem apresentado um crescimento exponencial, e, com o aumento do desempenho dos paratletas, surge um maior risco de problemas de saúde, incluindo lesões e doenças. Além das condições médicas pré-existentes, esses atletas enfrentam demandas fisiológicas e psicológicas específicas, que podem influenciar tanto a ocorrência de lesões quanto o processo de recuperação. Essa tese teve como objetivo geral estabelecer a epidemiologia e o impacto (*burden*) de lesões e doenças em paratletas e investigar a relação do estresse, fadiga, qualidade do sono e dor muscular com a prevalência e o tempo de afastamento (*time loss*) das lesões. O primeiro estudo descreveu a prevalência, incidência, gravidade e o *burden* dos problemas de saúde em paratletas das modalidades do atletismo, natação, halterofilismo e taekwondo do Centro de Referência Paralímpico Brasileiro em Belo Horizonte e do Centro Paralímpico Brasileiro em São Paulo, durante um ano e comparou a prevalência de problemas de saúde entre as modalidades. O questionário *OSTRC-HP* (*Oslo Sports Trauma Research Center Questionnaire on Health Problems*) foi aplicado semanalmente através de uma plataforma *online* para avaliar os problemas de saúde dos paratletas. Foram calculados a prevalência, incidência e gravidade de lesões de início súbito e gradual, além das doenças. Além disso, o *burden* dos problemas de saúde foi calculado e visualizado em um gráfico de matriz de risco. Um total de 102 paratletas participaram do estudo, onde a maioria das lesões ocorreram no ombro e tornozelo e a maioria das doenças causaram sintomas respiratórios. A prevalência semanal média e a incidência de lesões de início súbito foram de 39,8% e 9,9 lesões por 1000 atletas-horas, respectivamente. O taekwondo teve a maior prevalência de lesões e a menor de doenças, a natação teve a menor prevalência de lesões. O halterofilismo apresentou o maior *burden* das lesões. O segundo estudo investigou a relação entre estresse, fadiga, qualidade do sono e dor muscular, com a prevalência e o *time loss* de lesões em paratletas. Para isso, foi realizado um estudo prospectivo de um ano no qual o questionário *Hooper* foi aplicado pelos treinadores das modalidades do atletismo, natação, halterofilismo e taekwondo todos os dias antes da primeira sessão de treinamento e antes das competições esportivas. A prevalência e o *time loss* relacionado às lesões reportadas foram coletados semanalmente pelo questionário *OSTRC-HP* mencionado no estudo 1. O modelo multinível foi utilizado para avaliar a associação das variáveis do Índice de Hooper com a prevalência de lesões de início gradual, início súbito, início gradual substancial e início súbito substancial ao longo do período de acompanhamento. Os modelos foram ajustados para o status da lesão na semana anterior, incluindo-o como uma covariável, além de outras variáveis como sexo e horas de treinamento. O nível mais baixo ("baixo") das variáveis do Índice de Hooper foi utilizado como categoria de referência, e os coeficientes estimados representam comparações dos níveis "moderado" e "alto" em relação a essa referência. No total, 61 paratletas participaram do estudo. Os resultados mostraram que altos níveis de estresse na semana anterior estiveram associados a lesões de início gradual na semana seguinte. Da mesma forma, altos níveis de fadiga na semana anterior estiveram associados a lesões substanciais de início gradual na semana seguinte. Além disso, níveis moderados de fadiga e dor muscular na semana anterior estiveram associados a menor *time loss* na semana seguinte, enquanto uma qualidade moderada de sono na semana anterior esteve associada a maior *time loss* na semana seguinte. Os achados desta tese contribuem para o aprimoramento do monitoramento de lesões e doenças em paratletas, além da

compreensão das associações entre fatores fisiológicos e psicológicos e a ocorrência de lesões nessa população.

Palavras-chaves: epidemiologia; lesão; doença; estresse; fadiga; dor muscular; sono; paratletas.

ABSTRACT

Para sport has shown exponential growth, where with the increase in Para athletes performance, there can be a high risk of health problems (injuries and illnesses) in this population. In addition to pre-existing medical conditions, Para athletes face unique physiological and psychological demands that can influence both the occurrence of injuries and the recovery process. The main aim of this thesis was to establishing the epidemiology and burden of injuries and illnesses in Para athletes and investigate the relationship of stress, fatigue, sleep quality, and muscle soreness with the prevalence and time loss of injuries. The first study investigated the prevalence, incidence, severity, and burden of health problems in Para athletes from athletics, swimming, powerlifting, and taekwondo at the Brazilian Paralympic Reference Center, in Belo Horizonte, and the Brazilian Paralympic Center, in São Paulo, over one-year and compared the prevalence of health problems among modalities. The OSTRC-HP (Oslo Sports Trauma Research Center Questionnaire on Health Problems) was applied weekly through an online platform to assess the health problems of Para athletes. The prevalence, incidence, and severity of sudden- and gradual-onset injuries, as well as illnesses, were calculated. Additionally, the burden of health problems was calculated and visualized in a risk matrix graph. A total of 102 Para athletes participated in the study, where most injuries occurred in the shoulder and ankle, and most illnesses caused respiratory symptoms. The average weekly prevalence and incidence of sudden-onset injuries were 39.8% and 9.9 injuries per 1000 athlete-hours, respectively. Taekwondo had the highest prevalence of injuries and the lowest prevalence of illnesses, while swimming had the lowest prevalence of injuries. Powerlifting exhibited the highest burden of injuries. The second study investigated the relationship between stress, fatigue, sleep quality, and muscle soreness with the prevalence and time loss due to injuries in Para athletes. For this aim, a one-year prospective study was conducted in which the Hooper questionnaire was administered daily by the coaches of athletics, swimming, powerlifting, and taekwondo before the first training session and prior to competitions. The prevalence and time loss related to the reported injuries were collected weekly using the OSTRC-HP questionnaire described in Study 1. A multilevel approach was applied to assess the association of the variables from the Hooper Index with the prevalence of gradual-onset injuries, sudden-onset injuries, substantial gradual-onset injuries, and substantial sudden-onset injuries during the follow-up period. These models were adjusted for injury status in the preceding week by including it as a covariate. Additional covariates included sex and training hours. The lowest level ("low") of the hooper variables was used as the reference category, with estimated coefficients representing comparisons of the "moderate" and "high" levels relative to this reference. In total, 61 Para athletes participated. Stress was associated with gradual-onset injuries in the following week compared to those with low stress levels. In addition, fatigue was associated with substantial gradual-onset injuries in the previous week compared to those with low fatigue levels. Para athletes with moderate fatigue levels and muscle soreness experienced fewer time loss if compared to those with low fatigue levels. Moderate sleep quality was associated with a more time loss compared to high sleep quality levels. The findings of this thesis contribute to improving the monitoring of injuries and illnesses in para-athletes, in addition to understanding the associations between physiological and psychological factors and the occurrence of injuries in this population.

Keywords: epidemiology; injury; stress; fatigue; muscle soreness; sleep; para athletes.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	21
2.1 Objetivo geral	21
2.2 Objetivo principal do estudo 1	21
2.3 Objetivo secundário do estudo 1	21
2.4 Objetivo principal do estudo 2	21
3. ARTIGO 1	22
3.1 The Burden of Injuries and Illnesses in Para Athletes: A One-Year Prospective Study of 102 Para Athletes Across Four Sports	22
4. ARTIGO 2	47
4.1 Sports Injuries in Para Athletes: A Multilevel Investigation of Stress, Fatigue, Muscle Soreness, and Sleep Quality	47
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERÊNCIAS	70
APÊNDICES	74
ANEXOS	87

1 INTRODUÇÃO

O Para esporte tem apresentado um crescimento exponencial, tanto no número de competidores quanto em popularidade entre o público e os próprios atletas (Derman *et al.*, 2018a). Esse aumento reflete o papel crucial do Para esporte na promoção da capacidade funcional de pessoas com deficiência, permitindo que elas alcancem níveis elevados de desempenho físico e esportivo (Willick; Lexel, 2014). Paralelamente, o Para esporte evoluiu para uma prática de alto rendimento, caracterizada por treinos intensivos e desempenhos físicos de excelência, como evidenciado nas edições dos Jogos Paralímpicos (Vanlandewijck; Thompson 2011). Com esse desenvolvimento, cresce o interesse pela saúde e segurança dos paratletas, destacando a necessidade de estratégias eficazes para a prevenção de lesões e a otimização do desempenho esportivo (Webborn; Van de Vliet, 2012). Nesse contexto, compreender a epidemiologia e o perfil de lesões e doenças em paratletas é essencial para proteger sua saúde, permitindo a identificação de padrões e tendências a longo prazo.

Os sistemas de vigilância de lesões e doenças desempenham um papel crucial na formulação de medidas preventivas destinadas à proteção da saúde dos paratletas (Bahr *et al.*, 2020; Derman *et al.*, 2018a). O primeiro passo para a implementação de um programa de prevenção de lesões consiste em identificar a extensão do problema, através da vigilância e da epidemiologia das lesões esportivas. No entanto, no contexto do Para esporte, esse processo exige atenção a fatores específicos. Embora lesões e doenças sejam prejudiciais paratletas com ou sem deficiência (Weiler *et al.*, 2016), os paratletas enfrentam desafios adicionais, pois problemas de saúde podem impactar diretamente na sua capacidade de realizar atividades cotidianas, como as atividades de vida diária (Ahmed *et al.*, 2015). Dada essa realidade, estudos longitudinais são ferramentas essenciais para monitorar a saúde dessa população além do ambiente competitivo, especialmente porque a deficiência pré-existente pode influenciar o estado basal de saúde ao longo do tempo, aumentando o risco de lesões e doenças em diferentes níveis (Derman *et al.* 2021). Esse acompanhamento contínuo possibilita a compreensão de padrões de prevalência, incidência e gravidade, fornecendo uma base mais abrangente e fundamentada sobre as condições que afetam os paratletas.

Estudos longitudinais têm demonstrado que os paratletas apresentam altas taxas de lesões e doenças, atribuídas em parte a condições médicas pré-existentes e às exigências dos esportes de alto desempenho (Fagher *et al.*, 2020; Hirschmuller *et al.*, 2021; Lexell *et al.*, 2021; Luijten *et al.*, 2024; Pinheiro *et al.*, 2024). Por exemplo, Pinheiro *et al.* (2024) relataram uma prevalência de lesões de 33,4% (IC 95% 12,0-55,0), com predominância de lesões de início gradual. De forma semelhante, um estudo de Luijten *et al.* (2024) encontrou uma prevalência de lesões de 34,6% (IC 95% 30,3-38,9), sendo as lesões de início gradual mais prevalentes em comparação às de início súbito (18,6% *versus* 6,6%). Em contraste, estudos realizados em Jogos Paralímpicos revelam uma relação inversa, possivelmente devido à subnotificação de lesões de início gradual. Isso ocorre porque muitas definições de lesões baseiam-se em critérios como afastamento de treinos ou competições ou necessidade de atendimento médico (Derman *et al.*, 2013, 2018a; Weiler *et al.*, 2016). Tais critérios dificultam a detecção das lesões de início gradual ou daquelas com gravidade de leve a moderada (Weiler *et al.*, 2016).

Além das lesões, as doenças também são frequentemente relatadas, tanto em estudos longitudinais quanto em grandes competições (Derman *et al.*, 2013; Pinheiro *et al.*, 2024). Os principais sistemas afetados em paratletas são o respiratório, gastrointestinal e urogenital/ginecológico (Derman *et al.*, 2023a; Fagher *et al.*, 2020; Pinheiro *et al.*, 2024). Embora os estudos longitudinais ofereçam a vantagem de identificar padrões e tendências ao longo do tempo, os dados obtidos em grandes competições, como os Jogos Paralímpicos, fornecem *insights* valiosos sobre o impacto do ambiente competitivo na saúde dos atletas. Portanto, ambas as abordagens são complementares e contribuem para uma compreensão mais ampla e fundamentada dos problemas de saúde que afetam essa população.

O monitoramento dos problemas de saúde (lesões e/ou doenças) no esporte paralímpico teve início nos Jogos Paralímpicos de 2002 (Derman *et al.*, 2013, 2016, 2018a, 2019, 2020; Schwellnus *et al.*, 2013; Webborn, Willick, Reeser, 2006). Desde então, observou-se que a incidência e prevalência de problemas de saúde entre atletas paralímpicos são maiores em comparação aos atletas olímpicos (Derman *et al.*, 2013). Clarsen *et al.* (2021) relataram que a prevalência média semanal de problemas de saúde nos atletas paralímpicos foi de 37,1% (IC 95% 35,8-38,5), em comparação com 32,0% (IC 95% 31,1-32,9) nos olímpicos. Além disso, a

prevalência de doenças (18,9% [IC 95% 17,7-20,0] vs 9,3% [IC 95% 8,7-10,0]) e lesões de início gradual (15,6% [IC 95% 14,7-16,5] vs 14,4% [IC 95% 13,7-15,0]) foi maior nos paratletas. Em relação à incidência dos problemas de saúde, atletas paralímpicos apresentaram uma taxa de 7,5 casos por atleta por ano (IC 95% 7,0-8,0), em comparação com 6,1 casos por atleta por ano (IC 95% 5,9-6,3) nos atletas olímpicos. Nesse contexto, o monitoramento contínuo dos problemas de saúde nos paratletas é essencial, pois permite o direcionamento das equipes esportivas para prevenir ou manejar lesões e doenças que podem comprometer o desempenho e a participação esportiva desses atletas.

Além de serem mais prevalentes em atletas paralímpicos, lesões e doenças também podem ter um impacto maior na participação e desempenho esportivo desses atletas quando comparadas com atletas olímpicos (Clarsen *et al.*, 2021; Steffen *et al.*, 2022). Por exemplo, estudos prévios (Clarsen *et al.*, 2021; Steffen *et al.*, 2022) demonstraram que atletas de elite paralímpicos ficaram em média 32 dias afastados do esporte a cada ano em decorrência de um problema de saúde, enquanto atletas olímpicos permaneceram 27 dias afastados pelo mesmo motivo. Além disso, entre os problemas de saúde relatados (lesões ou doenças), as doenças foram responsáveis por maior impacto (*burden*) nos atletas paralímpicos, enquanto as lesões de início súbito foram as mais prejudiciais paratletas olímpicos (Steffen *et al.*, 2022). Essa diferença no *burden* reforça a necessidade de uma abordagem específica e direcionada para a gestão de saúde em paratletas, considerando não apenas a frequência de lesões e doenças, mas também o tempo de afastamento e o tipo de problema predominante em cada grupo.

A medida do *burden* tem se tornado uma ferramenta amplamente utilizada para reportar a gravidade do problema de saúde e seu impacto geral nos paratletas, sendo geralmente expressa em termos de dias de afastamento por 1000 horas de exposição (Bahr *et al.*, 2020). Além desse cálculo, o *burden* pode ser representado por matrizes de risco que incorporam a relação entre incidência ou prevalência e a gravidade dos problemas de saúde (Bahr *et al.*, 2018). Segundo Bahr *et al.* (2020), essa medida engloba não apenas a frequência dos problemas de saúde, mas também sua gravidade e o tempo de afastamento do paratleta das atividades esportivas. Focar exclusivamente nos problemas que resultam em afastamento, sem

considerar a gravidade, pode levar a uma compreensão incompleta da situação, já que tais dados frequentemente refletem apenas lesões e/ou doenças graves.

Paratletas com condições médicas pré-existent, as taxas de prevalência e incidência de lesões e/ou doenças podem subestimar o real impacto desses problemas de saúde. Nesse contexto, a análise do *burden* oferece uma abordagem mais abrangente, permitindo à equipe de saúde esportiva identificar prioridades no gerenciamento de riscos. Compreender as nuances do *burden*, além da prevalência e incidência de lesões e/ou doenças em diferentes modalidades esportivas, é fundamental para o desenvolvimento de estratégias preventivas mais eficazes. Essas estratégias são fundamentais para mitigar os efeitos negativos das condições de saúde nas carreiras e nos treinos dos paratletas.

Entre algumas modalidades paralímpicas, o taekwondo tem se destacado como um exemplo da importância de considerar o *burden* nas análises epidemiológicas. Reconhecido oficialmente pelo Comitê Paralímpico Internacional em 2015, o taekwondo estreou nos Jogos Paralímpicos em 2020 e apresentou a segunda maior incidência de lesões, com uma taxa de 16,0 lesões [IC 95% 9,9-25,7] por 1000 atletas-dias (Derman *et al.*, 2023b). Além disso, foi a modalidade com o maior *burden*, com 78,9 dias perdidos por 1000 atletas (IC 95% 52,1-84,1), evidenciando o impacto significativo das lesões nessa modalidade (Derman *et al.*, 2023b). No taekwondo, competem atletas com deficiências visual, intelectual e física, sendo a modalidade *Poonse* voltada para as deficiências visual e intelectual, enquanto a modalidade *Kiorugui* é voltada para as deficiências físicas, com destaque para a classe K44, que inclui atletas com amputação (IPC, 2024c). As exigentes demandas físicas do taekwondo, como os contatos explosivos, chutes e golpes rápidos, provavelmente contribuem para as altas taxas de lesões entre os paratletas (Derman *et al.*, 2023b). Embora os dados sobre as áreas anatômicas mais afetadas no taekwondo sejam escassos, em atletas sem deficiência, as lesões mais comuns ocorreram nos pés (16,1%), coxa (9,4%), joelhos (8,4%) e tornozelos (7,9%) (Kazemi *et al.*, 2009). É possível que resultados semelhantes sejam observados em atletas com deficiências, especialmente devido à maior demanda explosiva nos membros inferiores, particularmente em atletas com amputação unilateral do braço, o que poderia ajudar a explicar esses padrões.

Além do taekwondo, o atletismo também apresentou altas taxas de lesões durante as competições. Nos Jogos Paralímpicos de Paris (2024), essa modalidade teve o maior número de paratletas (*International Paralympic Committee, 2024*). Isso pode ser explicado, em parte, pela elegibilidade paratletas com diferentes tipos de deficiências, incluindo deficiências físicas (como deficiência de força muscular, limitação de amplitude de movimento passiva, ataxia, atetose, hipertonia, diferença de comprimento de membros, baixa estatura e deficiência em membros), visual e intelectual (IPC, 2025). As lesões no atletismo variam conforme o tipo de deficiência e a natureza da prova, seja de campo ou pista. Entre 2012 a 2020, o atletismo esteve entre as dez modalidades com maior incidência de lesões, com taxas que variaram de 7,8 a 15,8 lesões por 1000 atletas-dias (Derman *et al.*, 2018a; Derman *et al.*, 2023b; Willick *et al.*, 2013). Nos Jogos Paralímpicos de Londres (2012), observou-se uma maior incidência de lesões entre os paratletas das provas de campo, em comparação com os atletas das provas de pista (Blauwet *et al.*, 2016). Para os atletas que deambulavam, a região da coxa foi a mais acometida, especialmente nas provas de pista (Blauwet *et al.*, 2016). Por outro lado, para os paratletas que utilizavam cadeira de rodas, as lesões foram mais prevalentes na região do ombro, com maior incidência nas provas de campo (Blauwet *et al.*, 2016). Essas variações no padrão de lesões refletem as demandas específicas do atletismo, e abrem espaço para análises mais aprofundadas em outras modalidades paralímpicas.

Nos Jogos Paralímpicos de 2016, o halterofilismo esteve entre as dez modalidades com maior incidência de lesões (11,1 lesões por 1000 atletas-dias) (Derman *et al.*, 2018a) e também com menor incidência de doenças (8,1 doenças por 1000 atletas-dias) (Derman *et al.*, 2018b). Na mesma competição, o ombro foi a região mais acometida por lesões, com uma incidência de 7,0 lesões por 1000 atletas-dias (Ona Ayala *et al.*, 2019). O movimento do supino, característico do halterofilismo, exige força e potência dos membros superiores (IPC, 2024a), o que contribui para a sobrecarga nos ombros. Um estudo longitudinal revelou que o halterofilismo apresentou altas pontuações de gravidade para lesões de início súbito e gradual, resultando em reduções moderadas a severas no volume de treinamento, no desempenho e, em alguns casos, incapacidade completa de participar do esporte (Pinheiro *et al.*, 2024). A modalidade possui oito tipos de deficiências elegíveis:

deficiência de força muscular, deficiência de amplitude de movimento passiva, ataxia, atetose, hipertonia, diferença de comprimento de membros, baixa estatura e deficiência em membros (IPC, 2024a). Muitos paratletas dessa modalidade utilizam dispositivos de auxílio, como cadeiras de rodas, bengalas ou muletas, durante as atividades diárias, o que pode aumentar a predisposição para doenças, especialmente aquelas relacionadas à pele, ao sistema subcutâneo e ao trato geniturinário (Schwellnus *et al.*, 2013).

Ao contrário das modalidades mencionadas, a natação se destaca como uma das modalidades com menor incidência de lesões, com uma taxa de 7,1 por 1000 atletas-dias (IC 95% 5,4-9,4) (Derman *et al.*, 2018a), mas com maior incidência de doenças, alcançando 12,6 doenças por 1000 atletas-dias (IC 95% 10,2-15,6) (Derman *et al.*, 2018b). Nos Jogos Paralímpicos de Tóquio 2020, a incidência de lesões foi ainda menor (3,1 lesões por 1000 atleta-dias), assim como as doenças (4,4 doenças por 1000 atletas-dias) (Derman *et al.*, 2022). A natação contempla atletas com deficiências físicas, intelectuais e visuais (IPC, 2024b). Estudos anteriores (Klich *et al.*, 2019; Magno e Silva *et al.*, 2013) indicam que as regiões afetadas por lesões são o ombro e tronco. As lesões na natação frequentemente acometem o ombro e o tronco devido à predominância do uso dos membros superiores na propulsão, além de limitações antropométricas, como amputações unilaterais (Fletcher *et al.*, 2021; Hogarth *et al.*, 2020). Por outro lado, as doenças mais prevalentes afetam os sistemas respiratório e gastrointestinal, muitas vezes influenciadas por fatores ambientais. Aspectos extrínsecos e intrínsecos, como a higiene inadequada nas piscinas e vestiários, o contato frequente entre os atletas e a qualidade da água, contribuem para a prevalência de doenças respiratórias e gastrointestinais (Pyne *et al.*, 2014). Esses fatores evidenciam a complexidade da saúde dos paratletas, destacando a importância de entender como as condições físicas podem impactar seu desempenho em treinos e competições.

Com o crescimento dos Jogos Paralímpicos, a influência de diferentes variáveis no desempenho dos paratletas durante treinos e competições tem sido cada vez mais investigada. Essas variáveis podem envolver aspectos técnicos, táticos, físicos, fisiológicos e psicológicos (Silva *et al.*, 2012). Distúrbios do sono, por exemplo, estão associados a uma maior gravidade de problemas de saúde em paratletas (Dattilo *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2022). Especificamente, Silva *et al.* (2022) demonstraram que

uma pior qualidade do sono e uma maior frequência de despertares noturnos estão relacionados a problemas de saúde mais graves. Essa relação pode ser explicada pelo fato de o déficit de sono prejudicar a secreção de hormônios anabólicos, como a testosterona e o hormônio do crescimento, enquanto favorece a secreção de hormônios catabólicos, como o cortisol e a miostatina (Dattilo *et al.*, 2011; de Sousa *et al.*, 2020). Embora haja poucos estudos que investiguem a relação entre o sono e lesões ou doenças em paratletas, evidências em atletas sem deficiência sugerem uma possível associação entre essas variáveis. Estudos prévios (Milewski *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2019) indicam que o sono não apenas aumenta o risco de lesões e doenças, mas também pode prolongar o tempo de recuperação e, conseqüentemente, o tempo de afastamento do atleta. Como o sono dos paratletas pode ser comprometido por fatores como deficiência visual, intelectual e dor crônica, essa população pode ter um risco ainda maior de lesões e doenças (Silva *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2022.). Esses achados reforçam a importância de considerar o sono como um fator crítico na saúde e no desempenho dos paratletas, especialmente diante dos desafios específicos que essa população enfrenta.

Além dos possíveis impactos dos distúrbios do sono, altos níveis de estresse têm sido sugeridos como fatores que podem influenciar a ocorrência e gravidade de lesões e doenças, bem como afetar o desempenho dos paratletas durante treinos e competições. Embora existam poucos estudos específicos para essa população, pesquisas com atletas sem deficiência sugerem que estressores psicossociais, como níveis elevados de ansiedade, podem precipitar novas lesões e impactar negativamente a reabilitação, bem como o desempenho esportivo no retorno às atividades (Nippert, Smith, 2008; van Winden *et al.*, 2021). Nos paratletas, essa relação pode ser ainda mais significativa devido à presença de deficiências não modificáveis. Fagher *et al.* (2016) destacaram que lesões relacionadas ao Para esporte estão associadas a fatores psicológicos, como ansiedade e estresse. Essa associação se intensifica quando a lesão acomete o membro não deficiente, o que amplifica os níveis de ansiedade e prejudica tanto as atividades diárias quanto o treinamento esportivo. Além disso, o impacto do estresse pode se refletir no tempo de afastamento dos paratletas, dificultando a recuperação e o retorno ao esporte de forma segura e eficaz (Haraldsdottir *et al.*, 2021). Portanto, esses achados reforçam a necessidade de um acompanhamento multidisciplinar, que integre tanto os

aspectos físicos quanto psicológicos, promovendo a saúde e o desempenho dessa população. Eles também ressaltam a importância de investigações futuras para explorar as inter-relações entre estresse, tempo de afastamento e lesões, com o objetivo de desenvolver estratégias eficazes de prevenção e manejo.

Outro componente dentro do contexto esportivo que pode estar associado à ocorrência de lesões é a fadiga. O acúmulo de fadiga pode levar ao *overtraining*, o que impacta negativamente o desempenho esportivo (Jones, Griffiths, Mellalieu, 2017; Meeusen *et al.*, 2013). Embora ainda não haja estudos específicos sobre o tema no esporte paralímpico, Johnston *et al.* (2013) observaram, durante uma temporada de competições, que jogadores de rugby sem deficiências apresentaram fadiga acumulada, o que comprometeu a corrida de alta intensidade, acelerações máximas e o desempenho defensivo no jogo final. Esse acúmulo de fadiga está frequentemente associado à dor muscular tardia, que ocorre devido a microlesões nas fibras musculares provocadas por esforços intensos e repetidos (Cheung *et al.*, 2003). Quando a recuperação muscular é insuficiente entre os treinamentos e as competições, a combinação de fadiga e dor muscular pode não apenas comprometer o desempenho, mas também aumentar o risco de lesões (Johnston, Gabbett, Jenkins, 2013; Jones, Griffiths, Mellalieu, 2017). Além disso, a fadiga acumulada pode estar associada a um tempo de afastamento esportivo prolongado, uma vez que elevados níveis de fadiga podem potencialmente impactar a recuperação e influenciar o risco de reincidência de lesões (Johnston, Gabbett, Jenkins, 2013). No entanto, ainda não está claro como esses fatores afetam especificamente os paratletas, tornando essencial a investigação sobre a relação entre fadiga, tempo de afastamento e o risco de lesão entre paratletas.

Portanto, considerando a crescente relevância do esporte paralímpico e a complexidade das demandas enfrentadas pelos paratletas, o objetivo central deste estudo é investigar a epidemiologia de lesões e doenças em diferentes modalidades, além dos fatores associados, como sono, estresse, fadiga e dor muscular. Por meio de uma abordagem longitudinal e abrangente, espera-se identificar padrões e tendências que possam fundamentar estratégias preventivas eficazes, contribuindo para a proteção da saúde, a mitigação de riscos e a otimização do desempenho dos paratletas. Este trabalho visa preencher lacunas importantes no conhecimento atual, oferecendo *insights* valiosos para equipes multidisciplinares e instituições esportivas,

com o objetivo de promover uma gestão mais integrada e específica da saúde no contexto paralímpico.

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Estabelecer e comparar a prevalência, incidência e gravidade de problemas de saúde em paratletas brasileiros, além de investigar se existe associação entre sono, estresse, fadiga e dor muscular com a prevalência e gravidade das lesões e doenças ao longo de um ano.

2.2. Objetivo principal do estudo 1

Estabelecer e comparar a prevalência, incidência e gravidade de problemas de saúde (lesões e doenças) em paratletas brasileiros em uma coorte de um ano.

2.3. Objetivo secundário estudo 1

Estabelecer o *burden* de problemas de saúde nos paratletas ao longo de um ano.

2.4. Objetivo principal do estudo 2

Investigar a relação entre sono, estresse, dor e fadiga muscular e a prevalência de lesões e o tempo de afastamento associado de paratletas durante um ano.

3 ARTIGO 1

3.1 The Burden of Injuries and Illnesses in Para Athletes: A One-Year Prospective Study of 102 Para Athletes Across Four Sports

Autores: Fernanda Oliveira Madaleno, Andressa Silva, Evert Verhagen, Larissa Santos Pinto Pinheiro, Erik Witvrouw, Evi Wezenbeek, Thiago Fernando Lourenço, Marco Tulio de Mello, Juliana Melo Ocarino, Renan Alves Resende.

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

Data de submissão: 27 de Novembro de 2024

Data da primeira revisão: 12 de Março de 2025

ABSTRACT

Background: Para athletes experience high prevalence, incidence and burden of health problems related to sport.

Objectives: To assess the prevalence, incidence, severity, and burden of injuries and illnesses in Para athletes throughout one-year and to compare the prevalence these health conditions across four sports.

Methods: Data were collected from January to December 2022 at two Brazilian Paralympic Reference Centers. Para athletes from swimming, athletics, powerlifting, and taekwondo were included. The OSTRC-H2 Questionnaire was used to record injuries and illnesses weekly for one-year. Injury and illness prevalence, incidence, severity scores, and burden were calculated. A one-way ANOVA compared the prevalence of health problems among the four sports.

Results: In total, 102 Para athletes participated in this study (77 males, 25 females). Six hundred and twelve health problems (453 injuries and 159 illnesses) were reported. The prevalence of injuries was 31.8% (95% CI 28.2-35.3), and the prevalence of illnesses was 7.9% (95% CI 7.0-8.9). Taekwondo had the highest prevalence of injuries (44.9%). The mean incidence rate of sudden-onset injuries was 9.9 per 1000 athlete hours, with taekwondo also exhibiting the highest rates. Injuries to the shoulder complex, followed by the ankle and knee, had the greatest burdens. Powerlifting exhibited the highest burden of injuries.

Conclusion: During the one-year season, Para athletes experienced high injury rates and burdens, with severe impacts observed especially in taekwondo and powerlifting. Para athletics had the higher prevalence of illnesses. These findings emphasize the need to develop injury prevention strategies tailored the specific characteristics of each sport.

Keywords: Injury; Illness; Para swimming; Para athletics; Para Powerlifting; Para Taekwondo

INTRODUCTION

Longitudinal studies show that Para athletes experience high rates of injury and illness, partly due to pre-existing medical conditions and the demands of high-performance sports.¹⁻⁵ Most longitudinal studies^{1,2,4,5} have been conducted in high-income countries with well-established social support systems. In contrast, emerging economies with high levels of inequality, such as Brazil, lack adequate sports, infrastructure, and health support.^{6,7} A systematic review⁸ demonstrated that resource limitations and limited access to quality medical services contribute to the high rates of health problems among Para athletes. Therefore, national epidemiological data are crucial to inform effective prevention strategies tailored to the unique challenges of emerging economies with limited resources.

Injuries and illnesses significantly impact Para athletes, affecting not just sports participation but also daily activities, such as mobility and self-care.^{1,2,9} These burdens are often measured by time-loss, with estimates ranging from 21 to 131 days lost per 1000 hours of exposure.^{3,4} However, even without full time-loss, health problems can impair performance by reducing the volume or intensity of training and competitions.^{3,4} The Oslo Sports Trauma Research Center Questionnaire on Health Problems (OSTRC-H2)¹⁰ provides a more comprehensive assessment of these impacts, capturing burdens beyond time-loss.^{11,12} Given that Para athletes often contend with pre-existing impairments, additional challenges from sport-related injuries and illnesses can further increase their burden,¹³ potentially affecting sporting performance - particularly in emerging economies such as Brazil.

Health problems and epidemiological rates vary significantly among Paralympic sports. A pilot longitudinal study suggested that swimming had a higher injury incidence than athletics and powerlifting.³ However, during the Tokyo 2020 Paralympic Games,¹⁴ athletics and taekwondo were among the ten sports with the highest injury rates, while swimming and powerlifting had the lowest. Moreover, swimming showed a high illness incidence, primarily affecting the respiratory and gastrointestinal systems.¹⁵ Recognising these variations can support tailored preventive strategies for each sport. This study investigated the prevalence, incidence, severity, and burden of injuries and illness for one consecutive year in para swimming, para athletics, para taekwondo and para powerlifting athletes. In addition, we assessed whether there were differences in the prevalence of health problems across the four sports. Notably, this study is among the largest longitudinal follow-ups

conducted with Para athletes, providing valuable insights into injury and illness patterns in this population.

METHODS

Study design and ethics approval

We conducted this prospective cohort study over one sport season, typically lasting 50 weeks (January 2022 – December 2022) in Brazil. This longitudinal study was conducted at the Paralympic Reference Centers in Belo Horizonte and São Paulo. The study followed Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) guideline and was approved by the Ethical Research Committee of the Universidade Federal de Minas Gerais (number 27518619.4.0000.5149).

Recruitment and participants

The sample was selected for convenience, and all Para athletes from both Paralympic Centers voluntarily agreed to participate in the study. While convenience sampling was necessary due to the limited population of elite Para athletes, the sample size in this study represents a considerable expansion compared to the previous pilot study,³ which included a smaller and less diverse cohort. Para athletes from Para swimming, athletics, powerlifting, and taekwondo of both sexes, without age restriction, who participated in at least one regional, national, or international competition in the last six months were included in this study. Before the beginning of the study, an oral presentation about the purpose of the study was conducted to encourage athletes with visual and intellectual impairments to participate. All athletes signed an informed consent form, and legal guardians provided consent for underage athletes.

Main outcome measurements

Prevalence, incidence, and severity of injuries and illnesses were registered for 1 consecutive year during the sports season using the OSTRC-H2.^{10,16} The OSTRC-H2 was distributed electronically to all Para athletes every Monday using the Typeform platform, starting in the first week of preseason. A link to access the questionnaire was distributed to the Para athletes by text message weekly. Reminders were sent to non-responders after three days.¹⁷ After five days without a response, the main researcher contacted the Para athletes by phone or administered the questionnaire in person. A

smartphone voice assistance app was used for visually impaired athletes, while the Physiotherapy team administered it verbally to those with intellectual impairments. Based on the para athletes' answers, extra information was recorded, such as the type of health problems, injury location, illness symptoms and time loss from sport. As the OSTRC-H2 allows Para athletes to report multiple health problems within the same week, each injury and illness was recorded independently. Time loss days due to health problems were classified based on the primary reported condition, ensuring that no days were counted more than once. In addition, Para athletes also reported training exposure in hours every week.

Definition of health problem, injury, and illness

Following the recommendations of Derman et al. (2021),¹² the present study addressed a broader concept of health problems for Para athletes. Health problems resulting directly or indirectly from participation in activities, such as using assistive devices for locomotion (e.g., crutches and wheelchairs) or common illnesses in Para athletes with spinal cord injuries (e.g., pressure ulcers), were also considered.¹² These conditions can affect a Para athlete's health, regardless of the consequences on sports participation or performance or whether the Para athlete sought medical attention.¹² Health problems were categorised as substantial if they resulted in moderate or severe reductions in training volume, performance, or complete inability to participate in Para sports.¹⁰ Moderate or severe reductions were defined as responses of 3, 4 or 5 to questions 2 or 3 of the OSTRC-H2 (where 3 indicates moderate reduction, 4 severe reduction, and 5 complete inability to participate).¹⁰

Injury was defined as 'tissue damage or other derangements of normal physical function due to participation in sports, resulting from a rapid or repetitive transfer of kinetic energy'.¹¹ For this study, injuries were classified based on onset (sudden-onset or gradual-onset), and no distinction was made between new, ongoing, or recurring injuries, as such classification would require additional methodological considerations beyond the scope of our analysis. In this classification, a sudden-onset injury results from a single, clearly acute mechanism (e.g., fall or collision). In contrast, gradual-onset injury is caused by a repetitive mechanism without a single identifiable event responsible for the injury.¹² Illness was defined as a 'complaint or disorder experienced by the Para athlete, unrelated to

injury, that involved other body systems (e.g. physical and/or mental well-being)^{1,12}. To assure data quality, the main researcher contacted Para athletes within five days if they registered ambiguous responses.

In case of injury or illness reported by a Para athlete, the sports healthcare team was contacted to monitor and properly assess the health problem. The main researcher, a member of the interdisciplinary research group of the Brazilian Paralympic Center with experience in the application of the OSTRC-H2 application, also directly contacted the athletes when they reported a health problem. This ensured accurate classification of the type, nature, and onset mode of each reported health problem.

For burden assessment, we employed two methods to report the data. Bahr et al. (2018)¹⁸ argued that focusing solely on time-loss, while disregarding severity, provides an incomplete understanding as time-loss reflects only severe injuries.^{11,12} In other words, it does not effectively measure injuries that allow Para athletes to continue participating in the sport but still impact their training volume and performance.^{11,12} Therefore, we initially presented burden as the total number of days lost per 1,000 hours of exposure (i.e., Time-loss burden). Additionally, to capture the overall burden of health problems, we developed a risk matrix that incorporates both severity and prevalence (i.e., Severity burden). All definitions and outcome measures are provided in Supplementary material 1.

Data analysis

Each week, we calculated the prevalence of injuries (sudden- or gradual-onset) and illnesses by dividing the number of Para athletes who reported any health problem by the number of questionnaire respondents in that same week.¹⁰ In addition, the prevalence of health problems and substantial ones was calculated for each outcome. At the end of the study, the average weekly prevalence and the corresponding 95% Confidence Interval (95% CI) were calculated over the entire follow-up period.¹⁰

Incidence rate and the corresponding 95% CI were calculated for sudden-onset injuries as the number of new cases divided by the time at risk in hours for each health problem. The result was

multiplied by 1,000 to obtain the rate per 1,000 hours of sports participation.^{19,20} The severity score was calculated weekly for each health problem and each time it was reported.^{19,21} Average weekly severity score was calculated by dividing the cumulative severity score by the number of weeks the problem was reported.²¹ A cumulative severity score was calculated for injuries (sudden- or gradual-onset) and illnesses by summing the severity score for each health problem reported weekly.²¹ A risk matrix graph was plotted for all sports and each specific sport to illustrate the burden of all, sudden- and gradual-onset injuries, with average cumulative severity scores on the y-axis and the average weekly prevalence of injuries on the x-axis.¹⁸ We calculated a thousand bootstrapped average due to the non-normal distribution of cumulative severity scores.

Analyses were performed in SPSS version 29.0 (IBM, Windows, USA). Descriptive data were expressed using each sport's means and 95% CI. Data normality was assessed using the Shapiro-Wilk test. Given the non-normal distribution of some variables, the Kruskal-Wallis test was used to compare the prevalence of injuries and illnesses across different sports. Weekly prevalence was used as the sample measure to ensure comparability among sports. Tukey's post hoc tests were used to identify pairwise differences between sports. The alpha level was established at 0.05.

RESULTS

Participants

A total of 102 Para athletes (77 males and 25 females) participated in this study, with no dropouts. Table 1 presents their demographic characteristics and functional classifications.

Insert_Table_1_here_near

Response rate and reported cases

The overall response rate to the weekly questionnaires was approximately 92%, reflecting occasional missed reports but maintaining a robust dataset for analysis. Para athletes self-reported a total of 612 health problems. Eighty-three percent of Para athletes reported three or more health problems, 9% reported one or two health problems, and 8% did not report health problems during the one-year duration of this study. Of all the reported health problems, 453 were injuries (215 sudden-

onset and 238 gradual-onset), and 159 were illnesses. Figure 1 presents the prevalence of health problems for each sport during the 50-week follow-up period. The relationship between time-loss, injuries, and illnesses was analyzed, and the results are presented in Supplementary file 2. In addition, the number of health problems, all injuries, sudden- and gradual-onset injuries and illnesses for each sport is provided in Supplementary material 3.

Insert_Figure_1_here_near

Weekly prevalence of health problems and sports comparisons

During each week of the follow-up period, 39.8% (95% CI 35.7-43.8) of the Para athletes reported having at least one health problem and 12.7% (95% CI 11.3-14.2) reported at least one substantial health problem. The prevalence of health problems and the results of the comparisons between sports are presented in Table 2. There were significant differences between sports in the prevalence of health problems [$F(3,196)=4,701$; $p=0.014$]; $\eta^2=0.067$ (medium effect)], with taekwondo showing a higher prevalence of health problems than swimming ($p<0.001$). Regarding injuries [$F(3,196)=7,860$; $p<0.001$]; $\eta^2=0.107$ (medium effect)], swimming presented lower injury prevalence than athletics ($p=0.019$), taekwondo ($p<0.001$) and powerlifting ($p=0.019$). For illnesses [$F(3,196)=14,994$; $p<0.001$]; $\eta^2=0.187$ (large effect)], taekwondo presented a lower prevalence than athletics ($p=0.043$).

The effect sizes for the comparisons for gradual-onset injuries were $\eta^2=0.121$ (medium effect), and for sudden-onset injuries were $\eta^2=0.034$ (small effect).

Insert_Table_2_here_near

Injury location and illnesses symptoms

The anatomical areas most frequently affected by injuries in Para athletes were shoulder complex ($n=97$ injuries; 21.4%), followed by ankle ($n=84$; 18.5%), knee ($n=46$; 10.2%), and thigh ($n=38$; 8.4%). For illnesses, a blocked nose, runny nose, and sneezing ($n=23$ symptoms; 14.5%) were the most common symptoms. In addition, 20 cases were diagnosed as COVID-19, with a prevalence of

12.6%. The prevalence of injury location and illness symptoms for each sport is provided in Supplementary material 4.

Incidence of sudden-onset injuries and burden of health problems

The incidence of sudden-onset injuries was 9.9 injuries per 1000 athlete hours (95% CI 9.4-10.4). The incidence of sudden-onset injuries for each sport is provided in Table 2. Of the 612 health problems reported, 143 injuries (23.4%) and 90 illnesses (14.7%) resulted in a time loss from training or competition of ≥ 1 day. In total, 298 days were lost due to injuries and 203 days due to illnesses during the follow-up period. Conversely, 313 injuries (51.1%) and 66 illnesses (10.8%) did not result in time loss.

Figure 2 presents the risk matrices for all sports. Injuries to the shoulder complex, followed by the ankle and knee, had the greatest severity burdens (Figure 2A). Sudden-onset injuries at the shoulder and ankle (Figure 2B), as well as gradual-onset injuries to the shoulder, followed by the knee and ankle (Figure 2C), had the greatest burden.

Insert_Figure_2_near_here

Figure 3 presents the risk matrices for each sport. In swimming, shoulder injuries had the greatest burden (Figure 3A), while in athletics (Figure 3B) and taekwondo (Figure 3C), ankle injuries had the highest burdens. In powerlifting, injuries to the neck and wrist, followed by the shoulder complex, imposed the greatest burden (Figure 3D).

Insert_Figure_3_near_here

Table 2 presents the severity scores and time loss for each type of health problem and sport. Taekwondo had the highest cumulative severity score for injuries, while athletics had the highest weekly severity score. Powerlifting, however, exhibited the highest burden.

DISCUSSION

This study is one of the largest longitudinal follow-ups investigating health problems in Para athletes, providing valuable insights into their occurrence and burden. During the one-year follow-up

period, Para athletes showed a high prevalence of health problems. Injuries to the shoulder and knee led to the highest burden among all recorded health problems.

High prevalence of injuries, especially in taekwondo

Throughout the sports season, Para athletes exhibited a high injury prevalence, with para swimming showing lower prevalence of injuries compared to the other sports. This aligns with previous findings from a longitudinal pilot study³ and the Rio 2016 Summer Paralympic Games,¹⁵ where swimming also demonstrated the lowest injury prevalence. This is likely due to swimming's low-impact nature, performed in water, with no lifting like in powerlifting,²² and no direct contact like in taekwondo.¹⁴

In this first longitudinal study on health problems in Para taekwondo, Para taekwondo athletes exhibited a higher injury prevalence than powerlifting athletes. Consistent with these findings, taekwondo had one of the highest injury rates at the Tokyo 2022 Paralympic Games, whereas powerlifting had one of the lowest.¹⁴ The physical demands of taekwondo, including explosive contacts, kicks, and rapid strikes, likely contribute to the high prevalence rate.¹⁴ The most frequently injured areas were the ankle (40.9%), knee (28.2%), and feet/fingers (20.1%). The greater explosive demands on the lower limbs, particularly in athletes with unilateral arm amputation, help to explain these patterns.

Respiratory illnesses are the most common in athletics

Para athletics athletes exhibited a prevalence of illnesses nearly five times higher than that observed in para taekwondo. Most Para athletes in athletics had neurological impairments, which have been associated with higher illness prevalence in previous studies.^{2,23} These illnesses can severely impact sporting performance and training quality.²³ Therefore, it is crucial for sports teams to quickly recognise the primary symptoms to enable a proactive and immediate response in managing athletes' health.

Respiratory symptoms were the most common in athletics, with a prevalence of 18.8% for symptoms like blocked nose, runny nose, and sneezing, followed by COVID-19 at 12.5%. This

prevalence is likely influenced by close contact during training, in locker rooms, and shared equipment.²⁴ Similarly, at the Tokyo 2020 Paralympic Games, both athletics and swimming were among the top ten sports with the highest incidence of illnesses, with respiratory symptoms being the most prevalent in both.²⁵ This aligns with previous literature suggesting that swimmers may have an increased susceptibility to respiratory illnesses due to prolonged exposure to chlorinated environments and humid conditions, which can contribute to airway irritation and inflammation. Therefore, athletes must promptly notify the sports team of any respiratory symptoms to ensure prompt preventive and curative measures.

High incidence of sudden-onset injuries

With an incidence rate of sudden-onset injuries of 9.9 injuries per 1,000 athlete hours, the present study observed a higher rate than previous longitudinal Paralympic studies.^{2,3,5} Pinheiro et al. (2023)³ found a slightly lower incidence in a pilot study with athletes from one of our Brazilian Paralympic Reference Centers, reporting 7.1 injuries per 1,000 athlete hours. The higher rate in our study may be attributed to the inclusion of taekwondo, which exhibited the highest incidence among the included sports. Previous studies showed a much lower incidence of 0.5 injury per 1,000 exposure hours⁵ and 2.8 injuries per 1,000 athletes days.² First, in a study,⁵ only concussion was investigated. Variations in follow-up duration, number of Para athletes, age groups, gender proportions, competitive level, types of impairments, sport types, and socioeconomical level could explain this disparity. Future longitudinal studies should explore the impact of these factors on sudden-onset injury incidence to create targeted preventive measures aimed at reducing the high rates of sudden-onset injuries found in this study.

Injuries with the greatest burden

Injuries to the shoulder complex had the greatest burden, especially in swimming. This is particularly problematic for athletes who are wheelchair-dependent. A shoulder complex injury not only affects training performance but also significantly impacts essential daily activities, such as wheelchair maneuvering.^{3,23,26} We used the cumulative and weekly severity scores in addition to the time loss variables because time loss alone might underestimate the true burden of gradual-onset

injuries.^{12,18,27} In fact, although powerlifting showed the highest burden of injuries (i.e. days lost per 1,000 hours of exposure), athletics had the highest weekly severity score. This finding may be explained by para athletics athletes training and competing despite the presence of substantial gradual-onset injuries, but with impaired performance, intensity and/or volume.¹⁸

Strengths and Limitations

The main strengths of this study are its large sample size, the 50-week longitudinal follow-up, and the inclusion of four different sports, including taekwondo. In addition, the OSTRC-H2 questionnaire was used to monitor the participants' health problems, and the International Olympic Committee¹¹ recommends using this questionnaire for para-sports as it avoids under-reporting gradual-onset injuries through severity scores. The pilot study³ provided initial insights that informed the design and scope of the present analysis, particularly in refining data collection methods and risk assessment models. Although a formal hypothesis-testing approach was not explicitly derived from the pilot study, its findings guided key methodological decisions. Additionally, given the inherent constraints in Para Sport research, the current sample size was determined to be sufficiently robust to detect meaningful differences in injury epidemiology. However, we acknowledge that the ability to detect smaller effect sizes may still be limited, and this should be considered when interpreting the findings.

A limitation of this study is the lack of comparison between competition and training periods regarding the severity and burden of health problems. Additionally, this study lacks documentation on the subsequent and sudden-onset injuries with repetitive mechanisms. The inability to distinguish between subsequent and sudden-onset injuries with repetitive mechanisms of previous conditions may have introduced bias in the reported injury incidence and prevalence. This limitation may have resulted in an overestimation if recurrent injuries were counted as new cases, or an underestimation if athletes underreported injuries they perceived as continuations of prior conditions. This issue may be particularly relevant in sports with repetitive or high-impact demands. However, the continuous weekly monitoring approach helped ensure a comprehensive assessment of all health problems over time. To improve the classification of injury mechanisms, future studies should integrate imaging

tests, which can help differentiate between acute structural damage and gradual-onset conditions, particularly in Para athletes exposed to repetitive stress. For example, MRI and ultrasound can detect early tissue changes that may contribute to injury development. Additionally, questionnaires remain essential for capturing subjective aspects of injury burden, such as pain perception, functional limitations, and symptoms that may not be detectable through imaging alone. The combination of these tools would provide a more comprehensive understanding of injury patterns in Para athletes. While ongoing monitoring remains valuable for tracking health problems in this population, future research should progress towards targeted intervention strategies to mitigate injury risk and improve athlete well-being.

CONCLUSION

This one-year prospective cohort study investigated the prevalence, incidence, severity, and burden of health problems in Para athletes across four sports. A high prevalence of health problems was observed in all sports. Injuries to the shoulder complex, followed by the ankle and knee, had the greatest burdens. Taekwondo had the highest prevalence of injuries, while athletics had the highest prevalence of illnesses. Health teams working with Para athletes should be aware of the high injury rates and the body regions frequently affected in specific sports, particularly the burden of those injuries in taekwondo.

Acknowledgments

The authors thank the support given by Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - code 001, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – protocol number 444769/2023-4 and 405140/2021-5, Secretaria Especial do Esporte do Ministério da Cidadania (Governo Federal, Brazil - protocol number 58000.008978/2018-37 and 71000.056251/2020-49), Comitê Paralímpico Brasileiro (CPB), Centro de Treinamento Esportivo (CTE/UFMG), Pró-Reitoria de Pesquisa (PRPq/UFMG), and Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) – protocol number APQ-00414-24.

References

1. Fagher K, Dahlstrom O, Jacobsson J, Timpka T, Lexell J. Injuries and illnesses in Swedish Paralympic athletes-A 52-week prospective study of incidence and risk factors. *Scand J Med Sci Sports*. 2020;30(8):1457-70. <https://doi.org/10.1111/sms.13687>
2. Hirschmuller A, Fassbender K, Kubosch J, Leonhart R, Steffen K. Injury and Illness Surveillance in Elite Para Athletes: An Urgent Need for Suitable Illness Prevention Strategies. *Am J Phys Med Rehabil*. 2021;100(2):173-80. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001501>
3. Pinheiro LSP, Silva A, Madaleno FO, *et al*. Prevalence and incidence of health problems and their characteristics in Brazilian para athletes: A one-season single-centre prospective pilot study. *Disabil Health J*. 2024;17:101511. <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2023.101511>
4. Luijten SCM, Nauta J, Janssen TWJ, *et al*. Occurrence of injuries and illnesses in athletes with a physical impairment; a forty-week prospective cohort study. *J Sci Med Sport*. 2024;27:160-5. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2023.11.013>
5. Lexell J, Lovén G, Fagher K. Incidence of sports-related concussion in elite para athletes - a 52-week prospective study. *Brain Inj*. 2021;35(8):971-977. <https://doi.org/10.1080/02699052.2021.1942551>
6. Beacom, Aaron. Sport and International Development. In: Roger Leavermore, Aaron Beacom, eds. *Disability sport and the politics of development*. 1th ed. New York, NY: Palgrave MacMillan; 2009:98-123.
7. Sharma S, Pathak A, Parker R, *et al*. How Low Back Pain is Managed-A Mixed-Methods Study in 32 Countries. Part 2 of Low Back Pain in Low- and Middle-Income Countries Series. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2024;54(8):560-572. <https://doi.org/10.2519/jospt.2024.12406>
8. Bright T, Wallace S, Kuper H. A Systematic Review of Access to Rehabilitation for People with Disabilities in Low- and Middle-Income Countries. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;2:15(10):2165. <https://doi.org/10.3390/ijerph15102165>

9. Pinheiro LSP, Ocarino JM, Madaleno FO, *et al.* Prevalence and incidence of injuries in para athletes: a systematic review with meta-analysis and GRADE recommendations. *Br J Sports Med.* 2021;55(23):1357-1365. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102823>
10. Clarsen B, Ronsen O, Myklebust G, Florenes TW, Bahr R. The Oslo Sports Trauma Research Center questionnaire on health problems: a new approach to prospective monitoring of illness and injury in elite athletes. *Br J Sports Med.* 2014;48:754-60. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-092087>
11. Bahr R, Clarsen B, Derman W, Dvorak J, Emery CA, Finch CF, *et al.* International Olympic Committee consensus statement: methods for recording and reporting of epidemiological data on injury and illness in sport 2020 (including STROBE Extension for Sport Injury and Illness Surveillance (STROBE-SIIS)). *Br J Sports Med.* 2020;54(7):372-89. <https://doi.org/10.1177/2325967120902908>
12. Derman W, Badenhorst M, Blauwet C, *et al.* Para sport translation of the IOC consensus on recording and reporting of data for injury and illness in sport. *Br J Sports Med.* 2021;55:1068-76. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-103464>
13. Ahmed OH, Hussain AW, Beasley I, Dvorak I, Weiler R. Enhancing performance and sports injury prevention in disability sport: moving forwards in football. *Br J Sports Med.* 2015;49:566-7. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093058>
14. Derman W, Runciman P, Eken M, *et al.* Incidence and burden of injury at the Tokyo 2020 Paralympic Games held during the COVID-19 pandemic: a prospective cohort study of 66 045 athlete days. *Br J Sports Med.* 2023;57:63-70. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106234>
15. Derman W, Schwellnus MP, Jordaan E, *et al.* Sport, sex and age increase risk of illness at the Rio 2016 Summer Paralympic Games: a prospective cohort study of 51 198 athlete days. *Br J Sports Med.* 2018;52:17-23. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097962>
16. Pimenta RM, Hespanhol L, Lopes AD. Brazilian version of the OSTRC Questionnaire on health problems (OSTRC-BR): translation, cross-cultural adaptation and measurement properties. *Braz J Phys Ther.* 2021;25:785-93. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2021.06.010>

17. Madaleno FO, Verhagen E, Ferreira TV, *et al.* Comparison of incidence, prevalence, severity and profile of health problems between male and female elite youth judokas: A 30-week prospective cohort study of 154 athletes. *J Sci Med Sport.* 2022;25(1):15-9.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2021.07.004>
18. Bahr R, Clarsen B, Ekstrand J. Why we should focus on the burden of injuries and illnesses, not just their incidence. *Br J Sports Med* 2018;52:1018-21. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098160>
19. Phillips LH. Sports injury incidence. *Br J Sports Med.* 2000;34:133-6.
<https://doi.org/10.1136/bjism.34.2.133>
20. Knowles SB, Marshall SW, Guskiewicz KM. Issues in estimating risks and rates in sports injury research. *J Athl Train.* 2006;41:207-15.
21. Clarsen B, Myklebust G, Bahr R. Development and validation of a new method for the registration of overuse injuries in sports injury epidemiology: the Oslo Sports Trauma Research Centre (OSTRC) overuse injury questionnaire. *Br J Sports Med.* 2013;47:495-502. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091524>
22. Ona Ayala KE, Li X, Huang P, *et al.* Injury epidemiology and preparedness in powerlifting at the Rio 2016 Paralympic Games: an analysis of 1410 athlete-days. *Transl Sport Med.* 2019;2:358e369.
<https://doi.org/10.1002/tsm2.107>
23. Steffen K, Clarsen B, Gjelsvik H, *et al.* Illness and injury among Norwegian Para athletes over five consecutive Paralympic Summer and Winter Games cycles: prevailing high illness burden on the road from 2012 to 2020. *Br J Sports Med.* 2022;56:204-12. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-104489>
24. Vincent HK, Patel S, Zaremski JL. Impact of COVID on Sports Injury Patterns, Changes in Mental Well-Being, and Strategies to Prepare for Future Pandemics in Sport. *Curr Sports Med Rep.* 2022;21:196-204. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000966>
25. Derman W, Runciman P, Eken M, *et al.* Incidence and burden of illness at the Tokyo 2020 Paralympic Games held during the COVID-19 pandemic: a prospective cohort study of 66 045 athlete days. *Br J Sports Med.* 2022;13:bjsports-2022-106312. doi: 10.1136/bjsports-2022-106312.

26. Pinheiro LSP, Verhagen E, Ocarino J, *et al.* Periodic health evaluation in Para athletes: a position statement based on expert consensus. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*. 2024;10:e001946. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2024-001946>
27. Clarsen B, Bahr R, Myklebust G, *et al.* Improved reporting of overuse injuries and health problems in sport: an update of the Oslo Sport Trauma Research Center questionnaires. *Br J Sports Med*. 2020;54:390-6. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101337>

TABLE 1. Demographics characteristics (mean [95% CI]) and the results of the comparisons between sports. Sexes are reported as male:female frequency.

	All sports	Swimming	Athletics	Powerlifting	Taekwondo	p-value
Sex	77:25	27:10	31:10	11:3	8:2	
Age (years)**	24.1 (22.0-26.2)	20.2 (17.9-22.5) ^b	24.0 (20.4-27.7) ^b	32.5 (26.6-38.3) ^a	27.8 (18.5-37.0) ^b	<0.005
Body Mass (kg)	58.1 (54.9-61.3)	58.4 (53.8-62.9)	54.7 (48.6-60.7)	63.9 (56.3-71.6)	62.8 (51.5-74.1)	0.221
Height (cm)	158.8 (152.4-165.3)	155.4 (143.1-167.7)	161.2 (153.2-169.3)	163.2 (151.4-176.3)	155.3 (116.3-194.3)	0.794
BMI (kg/m²)	21.4 (20.6-22.2)	21.5 (20.3-22.7)	20.5 (19.2-21.9)	23.8 (20.3-27.2)	21.2 (18.8-23.6)	0.104
Experience in the sports (months)	29.8 (26.5-33.1)	32.6 (26.9-38.3)	28.1 (23.3-33.0)	25.0 (14.3-35.6)	32.6 (19.7-45.4)	0.412
Impairments	Physical (72), Visual (13), and Intellectual (17)	Physical (28), Visual (6), and Intellectual (3)	Physical (20), Visual (7), and Intellectual (14)	Physical (14)	Physical (10)	
Functional Classification		S4, S5, S6, S8, S9, S10, S11, S12, S14, S19, SB8 and SM9	B1, F11, F37, F57, T11, T20, T36, T37, T46, T47, T54	Under 50 Kg to over 107 Kg weight	K44	

* The number in parenthesis indicates the number of Para athletes with that specific type of impairment.

** The effect size indicated a moderate effect of sport type on age ($\eta^2=0.136$).

Kg, kilogram; Cm, centimetre; BMI, body mass index. Data followed by different letters indicate significant differences in age among sports ($p < 0.05$). Fisher's Exact Test for sex distribution across sports: $p=0.801$.

TABLE 2. Absolute numbers, mean weekly prevalence (%), incidence rates, cumulative and weekly cumulative severity score, weekly time loss (days) and time loss burden of all and substantial health problems, injuries (sudden- and gradual-onset) and illnesses for each sport. The results of the ANOVAs comparing the prevalence between sports are presented in the last column (p-value).

	Total number	All	Swimming	Athletics	Powerlifting	Taekwondo	p-value
All health problems	612						
Weekly prevalence		39.8 (35.7-43.8)	31.4 (27.2-35.5) ^b	46.7 (41.7-51.7) ^a	44.8 (36.7-52.9) ^a	46.8 (37.7-55.7) ^a	<0.001
Weekly prevalence of substantial Incidence		12.7 (11.3-14.2)	11.2 (8.8-13.6) ^a	15.7 (13.5-17.9) ^a	12.1 (8.7-15.5) ^a	9.9 (6.4-13.4) ^a	0.097
Incidence of substantial		-	-	-	-	-	
Cumulative severity score		46.5 (25.0-92.0)	44.0 (22.5-92.0)	41.0 (22.5-92.0)	53.0 (28.0-102.5)	55.5 (25.0-85.7)	
Weekly cumulative severity score		28.0 (21.0-51.0)	29.5 (21.0-51.0)	28.0 (17.0-48.0)	33.0 (22.7-51.2)	26.5 (25.0-44.2)	
Time loss Burden		26.3 (25.1-27.5)	21.2 (20.8-21.7)	26.6 (26.1-27.1)	37.8 (37.0-38.5)	17.7 (17.3-18.1)	
Weekly time loss		9.5 (5.0-14.0)	4.0 (1.0-5.0)	2.0 (1.0-4.0)	0.0 (0.0-4.2)	0.0 (0.0-1.0)	
Total days of time loss		501	188	141	134	38	
All injuries	453						
Weekly prevalence		31.8 (28.2-35.3)	23.8 (20.2-27.4) ^c	36.8 (32.3-41.3) ^b	36.7 (30.1-43.3) ^b	44.9 (36.0-53.9) ^a	<0.001
Weekly prevalence of substantial Incidence		7.8 (6.8-8.9)	6.8 (4.9-8.6) ^a	9.7 (8.0-11.4) ^a	6.6 (3.8-9.4) ^a	8.6 (5.1-12.1) ^a	0.469
Incidence of substantial		-	-	-	-	-	
Cumulative severity score		37.0 (22.0-81.0)	37.0 (22.0-81.0)	31.0 (22.0-72.0)	46.0 (28.0-84.0)	60.0 (25.0-91.0)	
Weekly cumulative severity score		28.0 (22.0-42.0)	29.3 (22.0-44.0)	46.0 (28.0-84.0)	33.0 (28.0-42.1)	28.0 (25.0-42.0)	
Time loss Burden		15.6 (14.9-16.4)	14.3 (14.0-14.6)	15.4 (15.2-15.7)	22.5 (22.0-23.0)	9.8 (9.4-10.1)	
Weekly time loss		5.0 (3.0-8.2)	2.0 (1.0-4.0)	1.0 (0.0-2.0)	0.0 (0.0-2.0)	0.0 (0.0-0.0)	
Total days of time loss		298	115	82	80	21	
Sudden-onset injuries	215						
Weekly prevalence		6.2 (5.0-7.4)	7.0 (4.9-9.2) ^a	6.2 (4.8-7.6) ^a	4.0 (2.2-5.8) ^a	8.0 (4.7-11.2) ^a	0.240
Weekly prevalence of substantial Incidence		1.9 (1.3-2.5)	2.5 (1.0-4.0) ^{ab}	1.8 (1.0-2.7) ^{ab}	0.8 (-0.1-1.9) ^b	2.8 (0.7-4.8) ^a	0.014
Incidence of substantial		9.9 (9.4-10.4)	8.9 (8.7-9.2)	12.8 (12.4-13.3)	4.8 (4.5-5.0)	14.5 (14.0-14.9)	
Cumulative severity score		3.5 (3.2-3.8)	3.8 (3.7-4.0)	4.1 (4.0-4.3)	1.4 (1.1-1.7)	4.2 (3.6-4.7)	
Weekly cumulative severity score		28.0 (21.2-42.0)	29.0 (16.0-44.0)	28.0 (17.0-37.0)	33.0 (28.0-39.0)	32.0 (25.0-63.7)	
Time loss Burden		28.0 (20.2-38.0)	29.0 (16.0-44.0)	28.0 (17.0-35.0)	33.0 (28.0-39.0)	28.0 (25.0-51.0)	
Weekly time loss		6.4 (6.1-6.8)	6.4 (6.2-6.7)	5.8 (5.6-6.0)	8.7 (8.5-8.9)	4.2 (3.9-4.4)	
Total days of time loss		2.0 (1.0-4.0)	0.0 (0.0-2.0)	0.0 (0.0-1.0)	0.0 (0.0-0.2)	0.0 (0.0-0.0)	
Gradual-onset injuries	238						
Weekly prevalence		123	52	31	31	9	
Weekly prevalence of substantial Incidence		25.5 (22.5-28.6)	16.7 (14.4-19.0) ^c	30.5 (26.5-34.5) ^b	32.7 (26.8-38.6) ^b	36.9 (27.9-46.0) ^a	<0.001
Incidence of substantial		5.9 (5.0-6.8)	4.2 (3.0-5.4) ^b	7.8 (6.3-9.3) ^a	5.8 (3.3-8.2) ^a	5.8 (2.8-8.7) ^b	0.001
Cumulative severity score		-	-	-	-	-	
Weekly cumulative severity score		81.5 (51.0-140.0)	80.0 (41.0-128.0)	81.0 (51.0-140.0)	107.0 (68.7-258.0)	84.0 (51.0-133.7)	
Time loss Burden		29.9 (22.0-46.0)	31.0 (24.4-45.1)	28.0 (19.1-46.0)	32.5 (26.2-47.5)	31.0 (25.0-49.2)	
Weekly time loss		9.2 (8.6-9.7)	7.8 (7.6-8.0)	9.6 (9.3-9.8)	13.8 (13.4-14.2)	5.6 (5.3-5.8)	
Total days of time loss		2.5 (1.0-5.2)	1.0 (0.0-2.0)	1.0 (0.0-2.0)	0.0 (0.0-0.5)	0.0 (0.0-0.0)	
Illnesses	159						
Weekly prevalence		175	63	51	49	12	
Weekly prevalence of substantial Incidence		7.9 (7.0-8.9)	7.5 (6.2-8.8) ^{ab}	9.9 (8.3-11.5) ^a	8.0 (5.6-10.4) ^{ab}	1.8 (0.0-3.5) ^b	<0.001
Incidence of substantial		4.9 (4.1-5.6)	4.4 (3.4-5.4) ^a	6.0 (4.8-7.2) ^a	5.4 (3.3-7.6) ^a	1.3 (-0.1-2.7) ^b	<0.001
Cumulative severity score		-	-	-	-	-	
Weekly cumulative severity score		84.0 (37.7-133.2)	83.0 (31.7-114.0)	84.0 (50.0-163.2)	90.0 (30.7-116.0)	64.0 (50.0-85.0)	
Time loss Burden		35.0 (16.0-83.8)	30.5 (16.0-83.0)	37.0 (16.0-85.5)	51.0 (18.6-92.0)	32.0 (25.0-85.0)	
Weekly time loss		10.6 (9.9-11.3)	9.0 (8.8-9.3)	11.1 (10.7-11.5)	15.2 (14.7-15.6)	7.9 (7.6-8.2)	
Total days of time loss		3.0 (1.0-6.0)	1.0 (0.0-2.0)	0.0 (0.0-2.0)	0.0 (0.0-0.5)	0.0 (0.0-0.0)	

Prevalence data are mean values in percentage with the 95% confidence interval in parenthesis. Data followed different letters indicate significant differences among sports in the prevalence of each health problem ($p < 0.05$).

Incidence data are presented per 1,000 athlete hours with the 95% confidence interval in parenthesis.

Cumulative, weekly cumulative severity scores, and weekly time loss (days) are median and interquartile range 25-75% in parenthesis.

Time loss Burden data are days lost per 1,000 athlete hours with the 95% confidence interval in parenthesis.

FIGURE 1. All health problems, injury, and illness prevalence for each and all sports over 50 weeks.

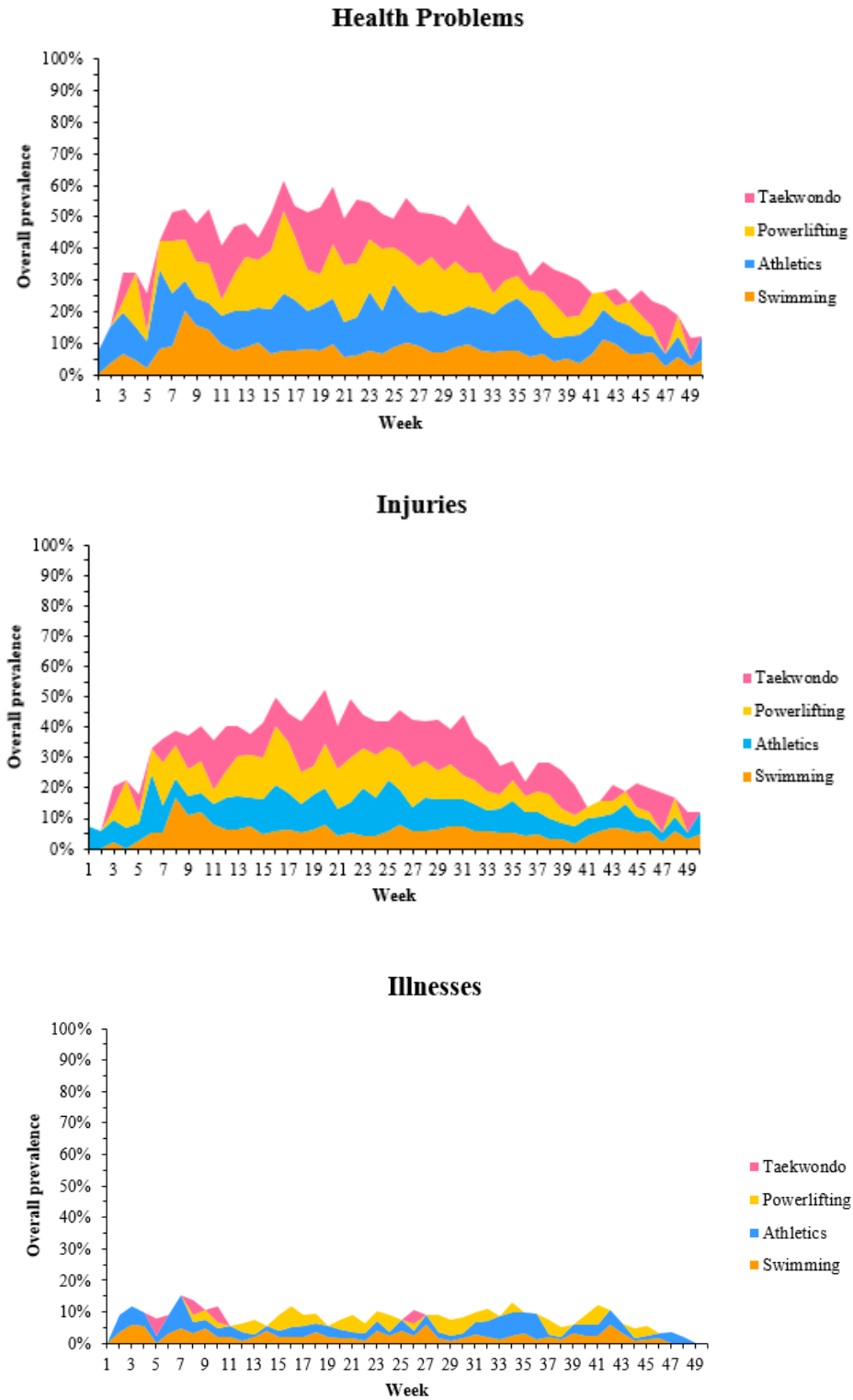


FIGURE 2. Risk matrices for average weekly prevalence versus mean cumulative severity of all (2A), sudden- (2B) and gradual-onset injuries (2C) in the 102 para athletes. Different burden levels indicated by color gradient from green to red.

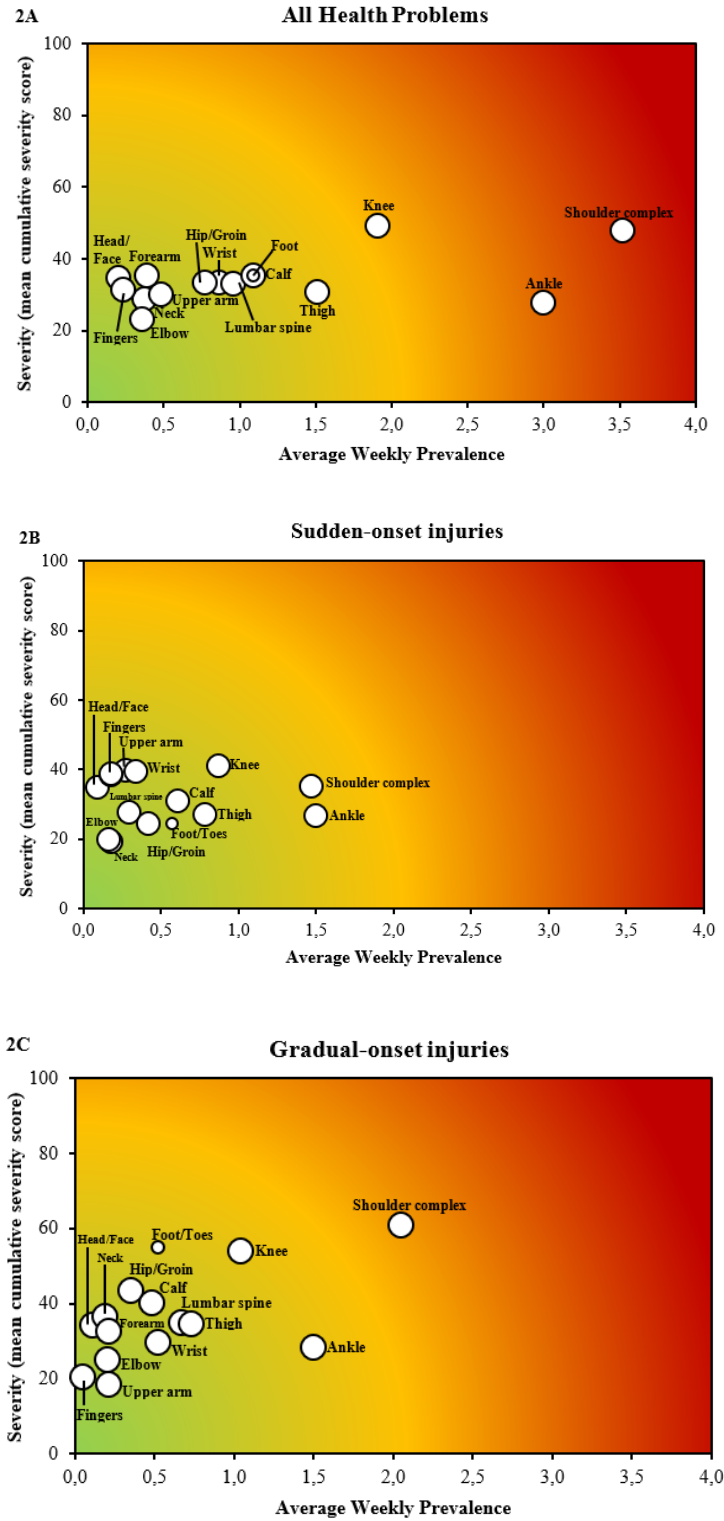
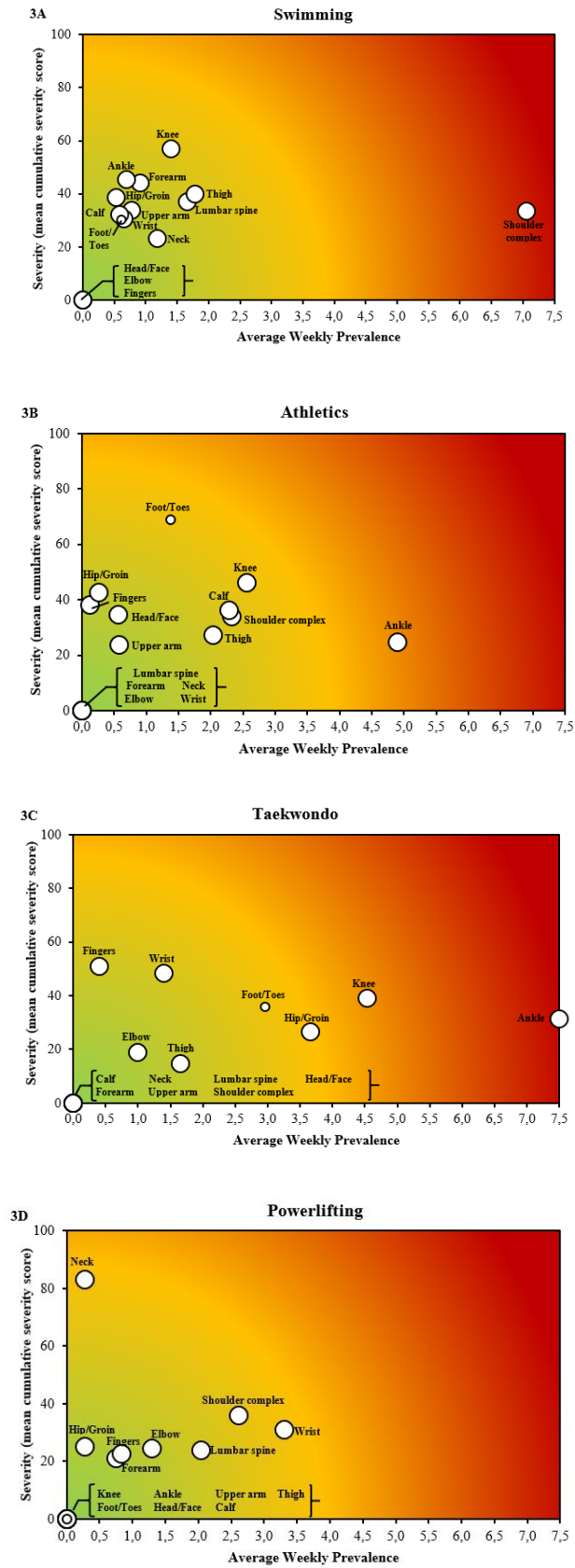


FIGURE 3. Risk matrices for average weekly prevalence versus mean cumulative severity of all injuries in swimming (3A), athletics (3B), taekwondo (3C) and powerlifting (3D). Different burden levels indicated by color gradient from green to red.



Supplementary material 1. Health problems definitions and outcomes measures.

Definitions

- *Injury* - Tissue damage or other derangements of normal physical function due to participation in sports, resulting from a rapid or repetitive transfer of kinetic energy.²
- *Sudden-onset injuries* - Result from a single, clearly acute mechanism (e.g., fall or collision).¹⁰
- *Gradual-onset injuries* - Caused by a repetitive mechanism without a single identifiable event responsible for the injury.¹⁰
- *Illnesses* - Complaint or disorder experienced by the Para athlete, unrelated to injury, that involved other body systems (e.g. physical and/or mental well-bein).¹⁰

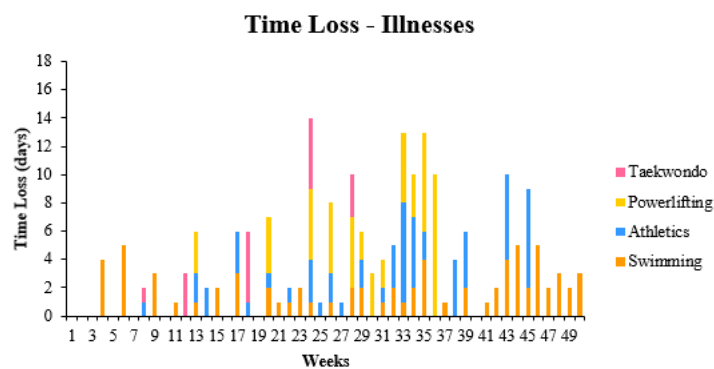
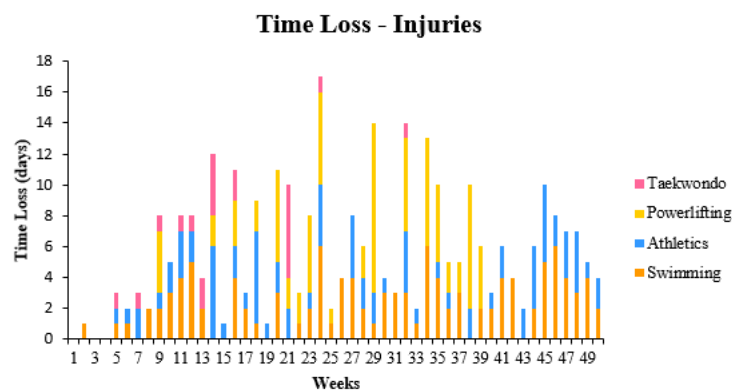
Primary outcomes

- *Weekly prevalence* - Number of Para athletes reporting any health problem, divided by the number of questionnaire respondents each week.⁸
- *Incidence* - Calculated for sudden-onset injuries as the number of new cases divided by the time at risk in hours for each health problem, multiplied by 1,000.^{15,20}
- *Cumulative severity* – Sum of severity scores for each health problem reported weekly.⁷
- *Weekly cumulative severity* - Cumulative severity score divided by the number of weeks the problem was reported.⁷

Secondary outcomes

- *Time-loss burden* - Total number of days lost per 1,000 hours of exposure.²
- *Severity Burden* – A risk matrix combining severity and prevalence to account for the overall burden of health problems.
- *Weekly time loss (days)* – Median and quartiles of days lost.
- *Total time loss (days)* – Total number of days lost from sport.

Supplementary material 2. Longitudinal analysis of time loss due to injuries and illnesses in different Paralympic Sports.



Supplementary material 3. Number of all health problems, all injuries, sudden- and gradual-onset injuries and illnesses for each modality.

Modalities	All health problems	All injuries	Sudden onset injuries	Gradual onset injuries	Illnesses
Swimming	236	172	84	88	64
Athletics	250	186	86	100	64
Powerlifting	71	45	20	25	26
Taekwondo	55	50	25	25	5

	Swimming	Athletics	Powerlifting	Taekwondo
Injuries				
Abdomen	3	0	0	0
Ankle	6	60	0	18
Calf	6	23	0	0
Elbow	0	0	6	2
Fingers	0	1	3	1
Foot/toes	6	14	0	6
Forearm	5	0	3	0
Head/Face	0	5	0	0
Hip and groin	6	3	1	7
Knee	12	29	0	10
Lumbar spine	18	0	8	0
Neck	10	0	1	0
Others	4	0	0	0
Pelvis	2	0	0	0
Shoulder complex	58	24	10	0
Thigh	14	21	0	3
Thoracic spine	10	0	0	0
Torax	0	1	0	0
Upper arm	8	5	0	0
Wrist	4	0	13	3
Total	172	186	45	50
Illnesses				
Abdominal pain	0	1	0	0
Anxiety	3	1	0	0
Blocked nose/runny nose/sneezing	6	12	5	0
Cough	3	5	1	0
Covid diagnosed	10	8	2	0
Fever	3	7	3	1
Headache	8	4	1	0
Itching/rash	0	1	0	0
Nausea	0	3	1	0
Numbness/tingling	1	1	0	0
Others	1	6	7	0
Shortness of breathe	10	4	0	0
Sore throat	9	2	1	0
Symptoms in the urinary tract or genitals	1	1	3	2
Weakness/tiredness				
Total	9	8	2	2
	64	64	26	5

Supplementary material 4. Number of injuries based on location and illnesses symptoms for each modality.

4 ARTIGO 2

4.1 Sports Injuries in Para Athletes: A Multilevel Investigation of Stress, Fatigue, Muscle Soreness, and Sleep Quality

Autores: Fernanda Oliveira Madaleno, Juliana Melo Ocarino, Evert Verhagen, Larissa Santos Pinto Pinheiro, Dawit Albieiro Pinheiro Gonçalves, Marco Tulio de Mello, Andressa Silva, Renan Alves Resende.

Periódico no qual o artigo foi submetido: O artigo será submetido após as considerações da banca.

ABSTRACT

Background: Para athletes face unique physiological and psychological demands that can influence their injury risk and recovery process. A multilevel approach offers a deeper understanding of the multifaceted nature of injury, psychophysiological variables and time loss in this population. This study investigated the relationship between stress, fatigue, sleep quality and muscle soreness, with the prevalence and time loss of injuries in Para athletes.

Methods: Data were collected from January to December 2022 at two Brazilian Paralympic Reference Centers, including Para athletes from swimming, athletics, powerlifting, and taekwondo. The OSTRC-H2 Questionnaire was administered weekly to record injuries. Multilevel logistic regression models were applied to assess the association between Hooper Index variables and the prevalence of injuries, and time loss. Odds ratios (OR) were calculated.

Results: Sixty-one Para athletes participated. Stress was associated with gradual-onset injuries (OR=1.73) in the following week compared to those with low stress levels. In addition, fatigue was associated with substantial gradual-onset injuries (OR=1.99) in the previous week compared to those with low fatigue levels. Athletes with moderate fatigue (OR = 0.69) and moderate muscle soreness (OR = 0.24) experienced fewer time loss compared to those with low levels of fatigue and muscle soreness. Moderate sleep quality was associated with a more time loss compared to high sleep quality levels (OR = 1.50).

Conclusion: Careful monitoring stress, fatigue, muscle soreness, and sleep quality may be crucial for optimizing injury prevention and training management in Para athletes. Implementing targeted recovery strategies could help mitigate injury occurrence and prevent time loss.

Keywords: Para athletes; Injury; Stress; Fatigue; Sleep quality; Muscle Soreness

1. Introduction

Epidemiological studies conducted during major events, such as the Paralympic Games, have highlighted the high prevalence and incidence of injuries among Para athletes.¹⁻⁶ These findings are partly attributed to pre-existing medical conditions and the physical demands of high-performance sports,^{7,8} which often lead to significant time loss from training and competition. For example, wheelchair-using Para athletes participating in throwing events face an elevated risk of shoulder injuries.⁹ Derman et al. (2022)³ reported that approximately 35% of all injuries in Para athletes, including shoulder-related injuries, result in time loss from training and competition. Moreover, ambulant Para athletes exhibit varying injury risks depending on their impairments.⁹ Amputee athletes are particularly susceptible to lower extremity injuries due to compensatory biomechanical stresses,⁹ whereas increased muscle tone in athletes with cerebral palsy may provide some protection by reducing eccentric muscle strain during running competitions.⁹ These distinctions underscore the importance of investigating how physical and impairment-specific factors influence injury outcomes in Para athletes.

In addition to the physical risks associated with sports participation, psychosocial factors can significantly influence the health outcomes of Para athletes. For example, sleep is crucial for adequate recovery from exercise,¹⁰ and insufficient sleep has been suggested as a potential contributor to injury risk. Previous studies^{10,11} involving athletes with disabilities have identified an association between sleep deficits and an increased risk of injuries. Fagher et al. (2023)¹¹ reported that approximately 60% of Para athletes sleep less than seven hours per night, and poor sleep quality has been linked to greater injury severity.¹⁰ Stress is another factor that may play a role in injury onset in this population. While studies on able-bodied athletes have demonstrated a relationship between stress and injury risk,^{12,13} this link remains underexplored in Para athletes. Furthermore, stress measurements are often conducted on a weekly or even monthly basis,^{1,12} which may fail to capture daily fluctuations that could play a crucial role in injury risk. Therefore, implementing daily monitoring of psychosocial factors in Para athletes, along with analyzing their interaction with injury occurrence, could support sports team in developing effective preventive strategies.

Fatigue and muscle pain are additional intrinsic factors that can influence the health and performance of Para athletes. The accumulation of fatigue may lead to overtraining, which has been shown to negatively affect athletic performance.^{14,15} Although specific studies on this issue in Paralympic sports are lacking, Johnston et al. (2013)¹⁶ observed that, during a competitive season, able-bodied rugby players experienced accumulated fatigue that compromised high-intensity running, maximal accelerations, and defensive performance in their final match. This accumulation of fatigue is often linked with delayed onset muscle soreness, resulting from microtrauma to muscle fibers caused by repeated intense efforts.¹⁷ Without adequate recovery between training sessions and competitions, the combined effects of fatigue and muscle soreness may not only impair sports performance but also increase the risk of injury.^{14,16} Consequently, improved management of training loads by the sports teams may facilitate faster recovery and potentially mitigate the risk of injuries in Para athletes.

Given the unique physical and psychological demands faced by Para athletes, understanding how these factors influence health outcomes throughout a competitive season is essential for developing effective preventive strategies. Therefore, this study aims to investigate the relationship between stress, sleep quality, muscle soreness, and fatigue with the prevalence and time loss of injuries in Para athletes. The findings are expected to provide a foundation for strategies that enhance recovery and reduce the risk of injuries.

2. Methods

2.1 Study design and participants

This study used a prospective cohort design spanning one-year (January to December of 2022) and included Para athletes from the Brazilian Paralympic Reference Center in Belo Horizonte and Para swimming athletes from the Brazilian Paralympic Center in São Paulo. Athletes from Para swimming, Para athletics, Para powerlifting, and Para taekwondo of both sexes, with no age restrictions, were invited to participate if they had competed in at least one regional, national, or international competition in the last 6 months. This study was approved by the Ethical Research Committee of the Universidade Federal de Minas Gerais (number 27518619.4.0000.5149). All participants signed

informed consent forms, and for underage athletes, parental consent was obtained through their legal guardians.

2.2. Outcome measurements

Stress, sleep quality, muscle soreness, and fatigue were assessed using the Hooper psychometric questionnaire.¹⁸ This tool was administered 30 minutes before the first training session of the day to capture the athletes' responses to the preceding training day. Para athletes rated these four categories based on their experiences during the night prior to the evaluation.¹⁸ The Hooper Index scale ranges from 1 to 7, where 1 indicates very, very low and 7 indicates very, very high levels of stress, fatigue, and muscle soreness. For sleep quality, 1 represents very, very good, whereas 7 indicates very, very bad.^{18,19}

The prevalence of injuries were recorded during the follow-up period using the 'Oslo Sports Trauma Research Center Questionnaire on Health Problems' (OSTRC-H2).^{20,21} The OSTRC-H2 was distributed electronically to all para athletes every Monday via the Typeform platform, starting in the first week of preseason. A link to the questionnaire was sent via text message, with reminders issued to non-responders after three days. If no response was received within five days, the main researcher (FOM) contacted the athletes by phone or administered the questionnaire in person. Additional information was collected based on the athletes' responses, including the type of health problem (sudden/gradual-onset injury), injury location, and time lost from sports. Furthermore, Para athletes reported their weekly training exposure in hours.

2.3 Definition and classification of reported injuries

Injury was defined as 'tissue damage or other derangements of normal physical function due to participation in sports, resulting from a rapid or repetitive transfer of kinetic energy'.²² Sudden-onset injury results from a single, clearly acute mechanism, while gradual-onset injury come from repetitive mechanisms without a clear event.⁷ To assure data quality, the main researcher contacted para athletes within five days if their responses were ambiguous.

If Para athlete reported injury, the Physiotherapy or Medical team was contacted to monitor and properly treat the health problem. As part of the interdisciplinary research group at the Brazilian

Paralympic Reference Center, the main researcher (FOM) used their expertise in the OSTRC-H2 application to collect weekly information. The researcher contacted Para athletes who reported health problems to determine the nature, type, and mode of onset for each reported issue.

2.4 Data analysis

Descriptive data were presented using means and 95% Confidence Interval (CI). Injury status and time loss data from the OSTRC-H2 were dichotomized weekly for each Para athlete as “yes” or “no”. To enable multilevel analysis incorporating daily variations in independent variables, such as those measured by the Hooper questionnaire, the weekly injury data were replicated for each day of the corresponding week. This procedure ensured temporal alignment between the injury data and the daily predictors, facilitating appropriate modeling of associations between variables over time.

To investigate the association between the Hooper Index variables (stress, sleep quality, muscle soreness, and fatigue) from the previous week and the occurrence of injury in the following week, lagged variables were created. First, the Hooper Index variables were categorized into three levels (low, moderate, and high) based on their distribution. Lagged variables were then generated to represent the levels of the Hooper variables one week prior to the injury and time loss data.

Multilevel logistic regression models were applied to assess the association between Hooper Index variables and the prevalence of gradual-onset, sudden-onset, substantial gradual-onset, substantial sudden-onset injuries, and time loss during the follow-up period. These models were adjusted for injury status in the preceding week by including it as a covariate. A random intercept for each Para athlete was included to account for repeated measures. Day of data collection, representing the sequential day within the season (from day 1 to the final day of follow-up), was included as a covariate to account for temporal trends across the season, such as cumulative fatigue or recovery effects. Additional covariates included sex and training hours (exposure). The lowest level (“low”) of the hooper variables was used as the reference category, with estimated coefficients representing comparisons of the “moderate” and “high” levels relative to this reference.

The alpha level was set at 0.05, and model quality was assessed using residual plots, along with Akaike Information Criterion (AIC) and Bayesian Information Criterion (BIC) values. Log-transformed estimates from the multilevel models were reported as odds ratios (OR) for injuries and time loss. Analysis was performed in RStudio version 2023.12.1 using the glmmTMB and DHARMA packages.

3. Results

3.1 Participants demographics and response rate

A total of 61 Para athletes (46 males and 15 females) participated in this study. Table 1 presents their demographic characteristics, months of sports experience, impairments and functional classifications. The overall response rate to the weekly questionnaires was approximately 92%.

Insert_Table_1_near_here

3.2 Stress

The median stress values for low, moderate, and high levels were 1, 3, and 4, respectively. Table 2 shows the results for gradual- and sudden-onset injuries. Stress in the previous week was significantly associated with gradual-onset injuries in the following week. Para athletes with high stress levels in the previous week had 73% higher odds of experiencing gradual-onset injuries in the following week compared to those with low stress levels (OR = 1.73).

Insert_Table_2_near_here

3.3 Fatigue

The median fatigue values for low, moderate, and high levels were 2, 3, and 4, respectively. Table 3 presents the results for substantial gradual- and sudden-onset injuries. Fatigue in the previous week was significantly associated with substantial gradual-onset injuries in the following week (Table 3). Para athletes with high fatigue levels in the previous week had 99% higher odds of experiencing substantial gradual-onset injuries in the following week compared to those with low fatigue levels (OR = 1.99).

Table 4 shows the results for time loss. Fatigue in the previous week was significantly associated with time loss in the following week. Para athletes with moderate fatigue levels in the previous week had 31% lower odds of experiencing time loss from sports in the following week compared to those with low fatigue levels (OR = 0.69).

Insert_Table_3_and_Table_4_near_here

3.4 Sleep quality

The median sleep quality values for low, moderate, and high levels were 1, 3, and 4, respectively. Sleep quality in the previous week was significantly associated with time loss in the following week (Table 4). Para athletes with moderate sleep quality in the previous week had 50% higher odds of experiencing time loss from sports in the following week compared to those with high sleep quality levels (OR = 1.50).

3.5 Muscle Soreness

The median muscle soreness values for low, moderate, and high levels were 1, 3, and 4, respectively. Muscle soreness levels in the previous week were not significantly associated with gradual- and sudden-onset injuries in the following week (Table 2). Similarly, no significant associations were found between muscle soreness and substantial gradual- or sudden-onset injuries (Table 3). Para athletes with moderate muscle soreness in the previous week had 24% lower odds of experiencing time loss from sports in the following week compared to those with low muscle soreness levels.

4. Discussion

The main findings of this study demonstrate that stress, fatigue, and sleep quality are significantly associated with injury occurrence and time loss in Para athletes. Higher stress and fatigue levels in the previous week were associated with increased odds of gradual- and substantial gradual-onset injuries, respectively. Additionally, moderate levels of fatigue and muscle soreness were

associated with lower odds of time loss, whereas moderate sleep quality was linked to higher odds of time loss from sports.

4.1 Stress

The strong association between stress and increased odds of gradual-onset injuries in Para athletes underscores the complex interplay between mental and physical health. While research on stress and injuries in Paralympic sports remain limited, a meta-analysis of able-bodied athletes across various sports has shown a strong relationship between the past stressors, stress response variables, and injury rates.²³ One possible explanation for this association is the physiological impact of chronic stress, which includes increased muscle tension, distractibility, and perceptual narrowing.^{24,25} Given the unique demands of Para sport, certain stressors may disproportionately affect these athletes, such as chronic pain, overtraining, and limited access to adaptive sport facilities.²⁶ Additional factors, including malfunctioning sports equipment and misclassification into an inappropriate disability category for competition, may further contribute to stress,²⁶ negatively influencing performance and increasing the risk of gradual-onset injuries. To mitigate the impact of stress on injury risk, preventive strategies should incorporate regular psychological monitoring and a multidisciplinary approach within the sports team, ensuring comprehensive support from coaches, medical staff, and sports psychologists to enhance Para athlete well-being and performance.

4.2 Fatigue

The findings of this study showed the association between fatigue and the occurrence of substantial gradual-onset injuries in Para athletes. This relationship suggests that fatigue may impair adaptation to training, increasing susceptibility to progressive overload and injury. Gradual-onset injuries are often linked to fatigue,²⁷ which can negatively affect biomechanics and neuromuscular control in Para athletes. Brenner et al. (2024)²⁸ observed that able-bodied young athletes with poor technique or improper biomechanics under high training loads experienced increased muscle fatigue, predisposing them to gradual-onset injuries. Although this relationship has not been fully explored in Para athletes, their risks may be further amplified due to sport-specific adaptations, asymmetrical

movement patterns, and compensatory biomechanical strategies related to their impairment.^{9,29} Given these findings, monitoring fatigue levels and implementing recovery strategies should be a priority in Paralympic sports. Individualized load management, adequate recovery periods, and neuromuscular training may help mitigate the risks associated with fatigue. Future research should investigate intervention protocols aimed at reducing fatigue-related injuries, ensuring safer and more sustainable athletic performance.

A possible explanation for the association between fatigue and time loss in Para athletes is that moderate fatigue levels may indicate a well-balanced training stimulus, promoting neurophysiological and musculoskeletal adaptations that enhance endurance and reduce time loss. Additionally, research suggests that self-regulated training loads, based on subjective fatigue monitoring, can optimize sports continuity by preventing undertraining or excessive overload.³⁰⁻³² Conversely, when fatigue levels are too low, athletes may not be exposed to a sufficient training stimulus for proper adaptations, potentially leading to reduced physical readiness and an increased risk of performance declines or injuries. Therefore, careful fatigue management is essential to maximizing performance and minimizing time loss, reinforcing the need for individualized recovery strategies in Para athletes.

4.3 Sleep quality

The results of this study highlight the importance of monitoring sleep quality in Paralympic athletes, even when it is not severely impaired. In able-bodied athletes, the literature suggests a clear linear relationship – poorer sleep quality is associated with a higher risk of injuries and time loss.³³⁻³⁵ However, our findings indicate that, in Para athletes, moderate sleep quality, when compared to good sleep quality, was associated with increased time loss, whereas poor sleep quality did not show the same association. This highlights a nonlinear relationship between sleep quality and time loss, suggesting that moderate sleep disruptions may have a more critical impact than severe disturbances in this population.

A possible explanation for this finding is the adaptive mechanism developed by Para athletes over time. Those who frequently experience high sleep disturbances may have already adjusted their

training and recovery strategies to mitigate the negative effects of poor sleep - potentially by modifying training intensity or optimizing active recovery. This adaptation could mask the expected association between poor sleep and time loss. Conversely, athletes with moderate sleep quality may be in a transitional state, where small fluctuations in sleep recovery significantly impact performance and time loss. While able-bodied athletes may recover efficiently from subtle sleep variations,^{39,40} Para athletes could experience a disproportionate impact due to their unique physiological and biomechanical demands.

4.4 Muscle soreness

The association between moderate muscle soreness and lower odds of time loss suggests that a certain level of soreness may act as a protective factor rather than a risk indicator for sports participation. One possible explanation is that moderate soreness reflects an optimal training stimulus, where muscle tissue is sufficiently challenged to promote adaptation without causing excessive damage or functional impairment.⁴¹ In this context, Para athletes experiencing moderate soreness may maintain training consistency, benefiting from progressive load adaptation and neuromuscular resilience. Conversely, Para athletes with minimal soreness may be underloaded, lacking adequate mechanical stimulus for adaptation. This finding underscores the importance of balancing training load and recovery, ensuring that soreness remains within an adaptive range that supports continued participation, minimizes injury occurrence, and reduces unnecessary time loss from sports.

4.5 Limitations

This study has some limitations. The sample consisted of athletes from four Paralympic sports recruited from two training centers in Brazil, which may limit the generalizability of the findings to other sports or sporting contexts. Additionally, muscle soreness, sleep quality, fatigue, and stress were classified into low, moderate, and high levels based on sample distribution rather than using their original continuous scales. This approach was adopted to improve statistical power and facilitate interpretation, particularly given the sample size constraints. However, this categorization may have led to a loss of granularity in the data. Moreover, the left-skewed distribution of the Hooper Index

suggests that even the highest level included relatively low scores, which may have attenuated potential associations. Furthermore, although variables such as weekly training time and sex were included in the statistical analyses, other factors—such as individual recovery strategies, nutritional support, and psychological monitoring—may also play a role in the relationship between fatigue, sleep, stress, muscle soreness, and injuries. Future research should incorporate measurements of these factors to enhance our understanding of the psychophysiological mechanisms underlying injury occurrence in Para athletes.

5. Conclusion

This study provides new insights into the relationship between stress, fatigue, sleep quality, muscle soreness, and injury occurrence in Para athletes over a one-year. The findings highlight that higher levels of stress and fatigue are significantly associated with an increased occurrence of gradual-onset and substantial gradual-onset injuries, reinforcing the importance of monitoring these variables in Paralympic sports. Interestingly, moderate levels of fatigue and muscle soreness were linked to reduced time loss, suggesting a potential adaptive response to training loads. Additionally, the association between sleep quality and time loss suggests that individualized recovery strategies might be beneficial. While muscle soreness was not significantly associated with injury occurrence, its role in training adaptation warrants further investigation. These findings emphasize the need for multidisciplinary approaches to optimize performance and minimize injury occurrence, ultimately enhancing the longevity and well-being of Paralympic athletes.

References

1. Fagher K, Dahlstrom O, Jacobsson J, Timpka T, Lexell J. Injuries and illnesses in Swedish Paralympic athletes-A 52-week prospective study of incidence and risk factors. *Scand J Med Sci Sports* 2020;30(8):1457-70. doi: 10.1111/sms.13687
2. Fagher K, Hassan Ahmed O, Pernheim N, Varkey E. Prevalence of sports-related injuries in paralympic judo: An exploratory study. *J Sci Med Sport* 2019;22(8):902-6. doi: 10.1016/j.jsams.2019.03.005
3. Derman W, Runciman P, Eken M, et al. Incidence and burden of injury at the Tokyo 2020 Paralympic Games held during the COVID-19 pandemic: a prospective cohort study of 66 045 athlete days. *Br J Sports Med* 2022;13:bjssports-2022-106234. doi: 10.1136/bjssports-2022-106234.
4. Derman W, Schwellnus MP, Jordaan E, et al. High incidence of injury at the Sochi 2014 Winter Paralympic Games: a prospective cohort study of 6564 athlete days. *Br J Sports Med* 2016;50(17):1069-74. doi: 10.1136/bjssports-2016-096214
5. Pinheiro LSP, Silva A, Madaleno FO, et al. Prevalence and incidence of health problems and their characteristics in Brazilian para athletes: A one-season single-center prospective pilot study. *Disabil Health J* 2024;17(1):101511. doi: 10.1016/j.dhjo.2023.101511
6. Luijten SCM, Nauta J, Janssen TWJ, et al. Occurrence of injuries and illnesses in athletes with a physical impairment; a forty-week prospective cohort study. *J Sci Med Sport* 2024;27(3):160-5. doi: 10.1016/j.jsams.2023.11.013
7. Derman W, Badenhorst M, Blauwet C, et al. Para sport translation of the IOC consensus on recording and reporting of data for injury and illness in sport. *Br J Sports Med* 2021;55(19):1068-76. doi: 10.1136/bjssports-2020-103464
8. Janse Van Rensburg DC, Schwellnus M, Derman W, Webborn N. Illness Among Paralympic Athletes: Epidemiology, Risk Markers, and Preventative Strategies. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2018;29(2):185-203. doi: 10.1016/j.pmr.2018.01.003

9. Blauwet CA, Cushman D, Emery C, 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. *Am J Sports Med* 2016;44(6):1455-62. doi: 10.1177/0363546516629949
10. Silva A, Pinto Pinheiro LS, Silva S, et al. Sleep in Paralympic athletes and its relationship with injuries and illnesses. *Phys Ther Sport* 2022;56:24-31. doi: 10.1016/j.ptsp.2022.06.001
11. Fagher K, Dahlstrom O, Lexell J. Mental health, sleep, and pain in elite Para athletes and the association with injury and illness-A prospective study. *PM R* 2023;15(9):1130-1139. doi: 10.1002/pmrj.12917.
12. van Winden D, van Rijn RM, Savelsbergh GJP, Oudejans RRD, Stubbe JH. The Association Between Stress and Injury: A Prospective Cohort Study Among 186 First-Year Contemporary Dance Students. *Front Psychol* 2021;5:12:770494. doi: 10.3389/fpsyg.2021.770494
13. Patterson EL, Smith RE, Everett JJ, Ptacek JT. (1998). Psychosocial factors as predictors of ballet injuries: interactive effects of life stress and social support. *J. Sport Behav* 1998;21:101–112.
14. Meeusen R, Duclos M, Foster C, et al. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc* 2013;45(1):186-205. doi: 10.1249/MSS.0b013e318279a10a
15. Jones CM, Griffiths PC, Mellalieu SD. Training Load and Fatigue Marker Associations with Injury and Illness: A Systematic Review of Longitudinal Studies. *Sports Med* 2017;47(5):943-74. doi: 10.1007/s40279-016-0619-5
16. Johnston RD, Gabbett TJ, Jenkins DG. Influence of an intensified competition on fatigue and match performance in junior rugby league players. *J Sci Med Sport* 2013;16(5):460-5. doi: 10.1016/j.jsams.2012.10.009
17. Cheung K, Hume P, Maxwell L. Delayed onset muscle soreness : treatment strategies and performance factors. *Sports Med* 2003;33(2):145-64. doi: 10.2165/00007256-200333020-00005
18. Hooper SL, Mackinnon LT. Monitoring overtraining in athletes. Recommendations. *Sports Med* 1995;20(5):321-7. doi: 10.2165/00007256-199520050-00003

19. Moalla W, Fessi MS, Farhat F, Nouira S, Wong DP, Dupont G. Relationship between daily training load and psychometric status of professional soccer players. *Res Sports Med* 2016;24(4):387-94. doi: 10.1080/15438627.2016.1239579
20. Pimenta RM, Hespanhol L, Lopes AD. Brazilian version of the OSTRC Questionnaire on health problems (OSTRC-BR): translation, cross-cultural adaptation and measurement properties. *Braz J Phys Ther* 2021;25(6):785-93. doi: 10.1016/j.bjpt.2021.06.010
21. Clarsen B, Ronsen O, Myklebust G, Florenes TW, Bahr R. The Oslo Sports Trauma Research Center questionnaire on health problems: a new approach to prospective monitoring of illness and injury in elite athletes. *Br J Sports Med* 2014;48(9):754-60. doi: 10.1136/bjsports-2012-092087
22. Bahr R, Clarsen B, Derman W, et al. International Olympic Committee consensus statement: methods for recording and reporting of epidemiological data on injury and illness in sport 2020 (including STROBE Extension for Sport Injury and Illness Surveillance (STROBE-SIIS)). *Br J Sports Med* 2020;54(7):372-89. doi: 10.1177/2325967120902908
23. Ivarsson A, Johnson U, Andersen MB, Tranaeus U, Stenling A, Lindwall M. Psychosocial Factors and Sport Injuries: Meta-analyses for Prediction and Prevention. *Sports Med* 2017;47(2):353-65. doi: 10.1007/s40279-016-0578-x
24. Andersen MB, Williams JM. Athletic injury, psychosocial factors and perceptual changes during stress. *J Sports Sci* 1999;17(9):735-41. doi: 10.1080/026404199365597
25. Johnson U. Psychosocial antecedents of sport injury, prevention, and intervention: an overview of theoretical approaches and empirical findings. *Int J Sport Exerc Psychol* 2007;5(4):352-69. doi: 10.1080/1612197x.2007.9671841
26. Swartz L, Hunt X, Bantjes J, Hainline B, Reardon CL. Mental health symptoms and disorders in Paralympic athletes: a narrative review. *Br J Sports Med* 2019;53(12):737-40. doi: 10.1136/bjsports-2019-100731
27. Edwards WB. Modeling Overuse Injuries in Sport as a Mechanical Fatigue Phenomenon. *Exerc Sport Sci Rev* 2018;46(4):224-231. doi: 10.1249/JES.0000000000000163
28. Brenner JS, Watson A, Council On Sports M, Fitness. Overuse Injuries, Overtraining, and Burnout in Young Athletes. *Pediatrics* 2024;1;153(2):e2023065129. doi: 10.1542/peds.2023-065129.

29. Bezodis IN, Cowburn J, Brazil A, et al. A biomechanical comparison of initial sprint acceleration performance and technique in an elite athlete with cerebral palsy and able-bodied sprinters. *Sports Biomech* 2020;19(2):189-200. doi: 10.1080/14763141.2018.1459819
30. Coyne JOC, Gregory Haff G, Coutts AJ, Newton RU, Nimphius S. The Current State of Subjective Training Load Monitoring-a Practical Perspective and Call to Action. *Sports Med Open* 2018;4(1):58. doi: 10.1186/s40798-018-0172-x
31. Lourenco J, Gouveia ER, Sarmento H, et al. Relationship between Objective and Subjective Fatigue Monitoring Tests in Professional Soccer. *Int J Environ Res Public Health* 2023;20(2). doi: 10.3390/ijerph20021539
32. Saw AE, Main LC, Gustin PB. Monitoring the athlete training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review. *Br J Sports Med* 2016;50(5):281-91. doi: 10.1136/bjsports-2015-094758
33. Milewski MD, Skaggs DL, Bishop GA, et al. Chronic lack of sleep is associated with increased sports injuries in adolescent athletes. *J Pediatr Orthop* 2014;34(2):129-33. doi: 10.1097/BPO.0000000000000151
34. Silva A, Narciso FV, Soalheiro I, et al. Poor Sleep Quality's Association With Soccer Injuries: Preliminary Data. *Int J Sports Physiol Perform* 2020;15(5):671-676. doi: 10.1123/ijsp.2019-0185.
35. Jones CM, Griffiths PC, Towers C, Claxton J, Mellalieu SD. Preseason injury and illness associations with perceptual wellness, neuromuscular fatigue, sleep and training load in elite Rugby Union. *J Aust Strength Cond* 2018;26:6–16.
36. Giannoccaro MP, Moghadam KK, Pizza F, et al. Sleep disorders in patients with spinal cord injury. *Sleep Med Rev* 2013;17(6):399-409. doi: 10.1016/j.smr.2012.12.005
37. Shanahan PJ, Palod S, Smith KJ, Fife-Schaw C, Mirza N. Interventions for sleep difficulties in adults with an intellectual disability: a systematic review. *J Intellect Disabil Res* 2019;63(5):372-385. doi: 10.1111/jir.12587. Epub 2019 Jan 9
38. Lockley SW, Arendt J, Skene DJ. Visual impairment and circadian rhythm disorders. *Dialogues Clin Neurosci* 2007;9(3):301-14. doi: 10.31887/DCNS.2007.9.3/slockley

39. Doherty R, Madigan SM, Nevill A, Warrington G, Ellis JG. The Sleep and Recovery Practices of Athletes. *Nutrients* 2021;17;13(4):1330. doi: 10.3390/nu13041330
40. Bird SP. Sleep, Recovery, and Athletic Performance: A Brief Review and Recommendations. *Strength Cond J* 2013;35:43–7. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3182a62e2f>
41. Proske U, Morgan DL. Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *J Physiol* 2001;1;537(Pt 2):333-45. doi: 10.1111/j.1469-7793.2001.00333.x.

Table 1. Demographics characteristics (mean [95% CI]) and the results of the comparisons between

	All sports	Swimming	Athletics	Powerlifting	Taekwondo
Sex	46 (15)	11 (3)	20 (7)	10 (3)	5 (2)
Age (years)	27.0 (24.4-29.6)	24.7 (20.3-29.1)	25.0 (21.1-28.8)	31.5 (25.5-37.5)	30.8 (17.6-44.0)
Body Mass (kg)	61.9 (58.2-65.6)	62.7 (53.6-71.7)	60.2 (54.9-65.6)	63.5 (55.2-71.8)	64.0 (46.9-81.1)
Height (cm)	164.5 (158.0-171.0)	166.0 (158.2-173.8)	168.7 (164.8-172.6)	162.6 (149.4-175.9)	149.0 (88.4-209.7)
BMI (kg/m²)	22.0 (20.9-23.2)	22.5 (20.4-24.6)	21.0 (19.4-22.6)	24.0 (20.2-27.7)	21.4 (17.8-25.0)
Experience in the sports (months)	52.4 (39.1-65.8)	79.3 (30.1-128.5)	58.4 (43.2-73.6)	25.5 (15.5-35.4)	25.4 (11.9-38.9)
Impairments	Physical (47), Visual (4), and Intellectual (10)	Physical (11), Visual (1), and Intellectual (2)	Physical (16), Visual (3), and Intellectual (8)	Physical (13)	Physical (7)
Functional Classification		S4, S5, S6, S8, S9, S10, S11, S12, S14, S19, SB8 and SM9	B1, F11, F37, F57, T11, T20, T36, T37, T46, T47, T54	Under 50 Kg to over 107 Kg weight	K44

sports. Sexes are reported as male (female) frequency.

* The number in parenthesis indicates the number of Para athletes with that specific type of impairment.

Kg, kilogram; Cm, centimetre; BMI, body mass index.

Table 2. Log estimates (β), standard errors (SE β), Z, and p values of the multilevel logistic regression models for the occurrence of gradual- and sudden-onset injuries during the one year of follow-up. Odds ratios (OR) are also provided.

Gradual-onset injuries	β	SE β	Z value	p-value	Exp (β) (OR) (95% CI)
(Intercept)*	-3.737	0.627	-5.960	<0.001	-
Stress^a					
<i>Moderate</i>	0.100	0.187	0.537	0.590	1.10 (0.76-1.59)
<i>High*</i>	0.548	0.229	2.388	0.016	1.73 (1.10-2.72)
Sleep quality^b					
<i>Moderate</i>	0.077	0.190	0.408	0.682	1.08 (0.74-1.56)
<i>High</i>	-0.206	0.207	-0.997	0.318	0.81 (0.54-1.22)
Muscle Soreness^c					
<i>Moderate</i>	-0.006	0.198	-0.031	0.975	0.99 (0.67-1.46)
<i>High</i>	-0.021	0.199	-0.108	0.913	0.97 (0.66-1.44)
Fatigue^d					
<i>Moderate</i>	0.117	0.190	0.616	0.689	1.12 (0.77-1.63)
<i>High</i>	0.086	0.215	0.399	0.975	1.08 (0.71-1.66)
Sudden-onset injuries	β	SE β	Z value	p-value	Exp (β) (OR) (95% CI)
(Intercept)*	-3.414	0.521	-6.547	<0.001	-
Stress^a					
<i>Moderate</i>	0.073	0.170	0.428	0.668	1.07 (0.76-1.50)
<i>High</i>	-0.052	0.199	-0.261	0.794	0.94 (0.63-1.39)
Sleep Quality^b					
<i>Moderate</i>	-0.087	0.171	-0.514	0.607	0.91 (0.65-1.27)
<i>High</i>	0.013	0.186	0.071	0.943	1.01 (0.69-1.45)
Muscle Soreness^c					
<i>Moderate</i>	-0.065	0.175	-0.375	0.707	0.93 (0.66-1.31)
<i>High</i>	-0.266	0.185	-1.438	0.150	0.76 (0.53-1.09)
Fatigue^d					
<i>Moderate</i>	0.021	0.174	0.125	0.900	1.02 (0.72-1.43)
<i>High</i>	0.214	0.198	1.080	0.279	1.23 (0.83-1.82)

*Statistically significant predictors at $\alpha = 0.05$; Exp = Exponential; CI: Confidence Interval.

^aCompared to 'low' stress, ^bCompared to 'low' sleep quality, ^cCompared to 'low' muscle soreness,

^dCompared to 'low' fatigue. Models were controlled for the day of data collection, the occurrence of injuries in the preceding week, training hours and sex.

Table 3: Log estimates (β), standard errors (SE β), Z, and p values of the multilevel logistic regression models for the occurrence of substantial gradual- and sudden-onset injuries during the one year of follow-up. Odds ratios (OR) are also provided.

Substantial gradual-onset injuries	β	SE β	Z value	p-value	Exp (β) (OR) (95% CI)
(Intercept)*	-10.848	1.522	-7.126	<0.001	-
Stress^a					
<i>Moderate</i>	-0.105	0.228	-0.459	0.645	0.90 (0.57-1.40)
<i>High</i>	0.065	0.278	0.234	0.814	1.06 (0.61-1.83)
Sleep quality^b					
<i>Moderate</i>	0.203	0.240	0.845	0.397	1.22 (0.76-1.96)
<i>High</i>	0.116	0.269	0.431	0.666	1.12 (0.66-1.90)
Muscle Soreness^c					
<i>Moderate</i>	-0.248	0.257	-0.965	0.334	0.78 (0.46-1.28)
<i>High</i>	-0.048	0.256	-0.188	0.850	0.95 (0.57-1.57)
Fatigue^d					
<i>Moderate</i>	0.377	0.239	1.577	0.114	1.45 (0.91-2.33)
<i>High*</i>	0.692	0.276	2.503	0.012	1.99 (1.16-3.45)
Substantial sudden-onset injuries	β	SE β	Z value	p-value	Exp (β) (OR) (95% CI)
(Intercept)*	-7.097	1.372	-5.170	<0.001	-
Stress^a					
<i>Moderate</i>	0.125	0.374	0.335	0.737	1.13 (0.53-2.34)
<i>High</i>	0.398	0.410	0.971	0.331	1.49 (0.65-3.30)
Sleep quality^b					
<i>Moderate</i>	0.112	0.388	0.289	0.772	1.11 (0.51-2.41)
<i>High</i>	0.575	0.396	1.451	0.146	1.77 (0.81-3.88)
Muscle Soreness^c					
<i>Moderate</i>	0.087	0.373	0.234	0.814	1.09 (0.51-2.24)
<i>High</i>	0.086	0.388	0.222	0.824	1.09 (0.50-2.32)
Fatigue^d					
<i>Moderate</i>	0.112	0.355	0.318	0.750	1.11 (0.55-2.26)
<i>High</i>	-0.409	0.446	-0.918	0.358	0.66 (0.27-1.57)

*Statistically significant predictors at $\alpha = 0.05$; Exp = Exponential; CI: Confidence Interval.

^aCompared to 'low' stress, ^bCompared to 'low' sleep quality, ^cCompared to 'low' muscle soreness,

^dCompared to 'low' fatigue. Models were controlled for the day of data collection, the occurrence of injuries in the preceding week, training hours and sex.

Table 4: Log estimates (β), standard errors (SE β), Z, and p values of the multilevel logistic regression models for the occurrence of time loss during the one year of follow-up. Odds ratios (OR) are also provided.

Time loss	β	SE β	Z value	p-value	Exp (β) (OR) (95% CI)
(Intercept)*	-2.391	0.876	-2.729	<0.001	-
Stress^a					
<i>Moderate</i>	0.118	0.128	0.917	0.358	1.12 (0.87-1.44)
<i>High</i>	0.095	0.151	0.628	0.529	1.09 (0.81-1.47)
Sleep quality^b					
<i>Moderate*</i>	0.409	0.128	3.177	0.001	1.50 (1.16-1.93)
<i>High</i>	0.259	0.147	1.755	0.079	1.29 (0.96-1.73)
Muscle Soreness^c					
<i>Moderate*</i>	-0.271	0.138	-1.958	0.050	0.76 (0.57-0.99)
<i>High</i>	-0.225	0.138	-1.630	0.102	0.79 (0.60-1.04)
Fatigue^d					
<i>Moderate*</i>	-0.362	0.130	-2.786	0.005	0.69 (0.53-0.89)
<i>High</i>	-0.145	0.151	-0.960	0.336	0.86 (0.64-1.16)

*Statistically significant predictors at $\alpha = 0.05$; Exp = Exponential; CI: Confidence Interval.

^aCompared to 'low' stress, ^bCompared to 'low' sleep quality, ^cCompared to 'low' muscle soreness,

^dCompared to 'low' fatigue. Model were controlled for the day of data collection, the occurrence of injuries in the preceding week, training hours and sex.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados dessa tese descrevem o perfil epidemiológico de lesões e doenças em paratletas de quatro modalidades esportivas, além da relação de lesões e do *time loss* com fatores psicológicos e fisiológicos. Com isso, foi observado ao investigar a relação das variáveis de sono, fadiga, estresse e dor muscular com lesões, que algumas dessas tiveram relações significativas com as lesões de início gradual e *time loss*. O estudo 1 caracterizou-se por um estudo prospectivo, longitudinal com o objetivo de caracterizar e estabelecer a prevalência, incidência, gravidade e o *burden* dos problemas de saúde dos paratletas das modalidades natação, atletismo, halterofilismo e taekwondo do Centro de Referência Paralímpico Brasileiro situado em Belo Horizonte (CRPB) e do Centro Paralímpico Brasileiro (CPB), localizado em São Paulo. A condução desse estudo da presente tese seguiu as recomendações do consenso do Comitê Olímpico Internacional (Bahr *et al.*, 2020) no registro e vigilância dos dados de lesões e doenças de todos os paratletas da amostra. Com a publicação do consenso adaptado aos paratletas, foi possível realizar a interpretação dos dados considerando a complexidade do esporte paraolímpico (Derman *et al.*, 2021).

O estudo 1 realizou o acompanhamento dos paratletas ao longo de 50 semanas e demonstrou que a prevalência semanal média de problemas de saúde foi de 39,8%, onde as lesões de início gradual apresentaram maior prevalência semanal média (25,5%) se comparado as lesões de início súbito (6,2%). A incidência das lesões de início súbito foi de 9,9 por 1000 atletas-horas. As regiões corporais mais acometidas por lesões foram complexo do ombro, tornozelo, joelho e coxa e os sintomas mais comuns das doenças foram nariz entupido, coriza e espirros, o que corrobora com os dados presentes na literatura científica. Além disso, 20 casos foram diagnosticados como COVID-19. As lesões no complexo do ombro, seguidas pelo tornozelo e joelho, tiveram os maiores *burden*. As lesões de início súbito no ombro e tornozelo bem como lesões de início gradual no ombro, seguidas pelo joelho e tornozelo, tiveram o maior *burden*. Ao se comparar as modalidades, observou-se que o taekwondo teve a maior prevalência de problemas de saúde, incluindo os problemas de saúde de maior escore cumulativo de gravidade, enquanto a natação teve a menor prevalência de lesões e o taekwondo a menor prevalência de doenças. Assim, com as especificidades de cada modalidade

esportiva e deficiências relacionadas, se faz necessário um olhar complexo sobre as reais necessidades de cada paratleta e a adoção de abordagens preventivas e interdisciplinares adaptadas às especificidades de cada modalidade. A implementação de estratégias personalizadas pode favorecer a manutenção da saúde e do desempenho dos paratletas. Portanto, a integração de medidas de prevenção, reabilitação e monitoramento se mostra um caminho viável e seguro para garantir a continuidade da prática esportiva e a preservação da qualidade de vida dos paratletas.

Por fim, as considerações propostas no estudo 2 foram que altos níveis de estresse foram associados a lesões de início gradual, enquanto altos níveis de fadiga foram associados a lesões substanciais de início gradual em comparação com níveis mais baixos dessas variáveis na semana anterior. Além disso, em relação ao *time loss*, paratletas com níveis moderados de fadiga e dor muscular experimentaram menor *time loss* se comparados com aqueles com baixos níveis de fadiga e dor muscular. A qualidade moderada do sono foi associada a maior *time loss* em comparação com baixos níveis de qualidade do sono. Métodos estatísticos, como a abordagem multinível, oferecem uma compreensão mais profunda da natureza multifatorial das lesões, variáveis psicofisiológicas e tempo de afastamento nos paratletas. Dessa forma, esses achados reforçam a importância do monitoramento contínuo das variáveis psicofisiológicas, uma vez que altos níveis de estresse e fadiga estão diretamente relacionados ao desenvolvimento de lesões de início gradual e ao impacto no tempo de afastamento esportivo. A associação entre qualidade do sono e *time loss* também evidencia a necessidade de estratégias voltadas para a otimização do sono dos atletas, como higiene do sono, manejo da carga de treinamento e acompanhamento psicológico. Assim, equipes esportivas e multidisciplinares devem considerar a implementação de protocolos de triagem regulares para identificar precocemente paratletas em risco, permitindo intervenções personalizadas para minimizar a ocorrência de lesões e maximizar a longevidade esportiva. Portanto, espera-se que os achados da presente tese contribuam para a atuação mais eficiente das equipes de saúde no esporte paralímpico, promovendo não apenas a redução de lesões e afastamentos, mas também o bem-estar e a qualidade de vida dos paratletas ao longo de suas carreiras esportivas.

REFERÊNCIAS

- AHMED, O. *et al.* Enhancing performance and sport injury prevention in disability sport: moving forwards in the field of football. **British Journal of Sports Medicine**, v. 49, n. 9, p. 566-567, 2015.
- BAHR, R. *et al.* International Olympic Committee consensus statement: Methods for recording and reporting of epidemiological data on injury and illness in sport 2020 (including STROBE Extension for Sport Injury and Illness Surveillance (STROBE-SIIS)). **British Journal of Sports Medicine**, v. 54, n. 7, p. 372–389, 2020.
- BAHR, R., CLARSEN B., EKSTRAND J. Why we should focus on the burden of injuries and illnesses, not just their incidence. **British Journal of Sports Medicine**, v. 52, n. 16, p. 1018–1021, 2018.
- 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.
- CHEUNG, K., HUME, P., MAXWELL, L. Delayed onset muscle soreness : treatment strategies and performance factors. **Sports Medicine**, v. 33, n. 2, p. 145-64, 2003.
- CLARSEN, B. *et al.* Methods, challenges and benefits of a health monitoring programme for Norwegian Olympic and Paralympic athletes: the road from London 2012 to Tokyo 2020. **British Journal of Sports Medicine**, v. 55, n. 23, p. 1342-1349, 2021.
- DATTILO, M. *et al.* Sleep and muscle recovery: endocrinological and molecular basis for a new and promising hypothesis. **Medical Hypotheses**, v. 77, n. 2, p. 220-222, 2011.
- de SOUSA, N. F. L. *et al.* Sleep debt induces skeletal muscle injuries in athletes: A promising hypothesis. **Medical Hypotheses**, v. 142, n. 109836, 2020.
- DERMAN, W. *et al.* High incidence of injuries at the Pyeongchang 2018 Paralympic winter games: a prospective cohort study of 6804 athlete days. **British Journal of Sports Medicine**, v. 54, n.1, p. 38–43, 2020.
- DERMAN, W. *et al.* High incidence of injury at the Sochi 2014 winter Paralympic games: a prospective cohort study of 6564 athlete days. **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 17, p. 1069–74, 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, 2018a.
- DERMAN, W. *et al.* Illness and injury in athletes during the competition period at the London 2012 Paralympic Games: Development and implementation of a web-based surveillance system (WEB-IISS) for team medical staff. **British Journal of Sports Medicine**, v. 47, n. 7, p. 420–425, 2013.

DERMAN, W. *et al.* Incidence and burden of illness at the Tokyo 2020 Paralympic Games held during the COVID-19 pandemic: a prospective cohort study of 66 045 athlete days. **British Journal of Sports Medicine**, v. 57, p. 55-62, 2023a.

DERMAN, W. *et al.* Incidence and burden of injury at the Tokyo 2020 Paralympic Games held during the COVID-19 pandemic: a prospective cohort study of 66 045 athlete days. **British Journal of Sports Medicine**, v.57, p. 63-70, 2023b.

DERMAN, W. *et al.* Incidence rate and burden of illness at the Pyeongchang 2018 Paralympic winter games. **British Journal of Sports Medicine**, v. 53, n. 17, p. 1099–104, 2019.

DERMAN, W. *et al.* Para sport translation of the IOC consensus on recording and reporting of data for injury and illness in sport. **British Journal of Sports Medicine**, v. 55, n. 19, p. 1–9, 2021.

DERMAN, W. *et al.* Sport, sex and age increase risk of illness 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. 17–23, 2018b.

FAGHER, K. *et al.* Injuries and illnesses in Swedish Paralympic athletes – a 52-week prospective study of incidence and risk factors. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 30, n. 8, p. 1457–1470, 2020.

FAGHER, K. *et al.* Paralympic athletes' perceptions of their experiences of sports-related injuries, risk factors and preventive possibilities. **European Journal of Sport Science**, v. 16, n. 8, p. 1240-1249, 2016.

FLETCHER, J.R, GALLINGER, T., PRINCE, F. How Can Biomechanics Improve Physical Preparation and Performance in Paralympic Athletes? A Narrative Review. **Sports**, n. 9, v. 7, p. 89, 2021.

HARALDSDOTTIR, K., *et al.* Decreased Sleep and Subjective Well-Being as Independent Predictors of Injury in Female Collegiate Volleyball Players. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, n. 9, v., 9, p. 23259671211029285, 2021.

HIRSCHMÜLLER, A. *et al.* Injury and illness surveillance in elite Paralympians - urgent need for suitable illness prevention strategies in para athletes. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 100, n. 2, p. 173–180, 2021.

HOGARTH, L. *et al.* The impact of limb deficiency impairment on Para swimming performance. **Journal of Sports Sciences**, v. 38, n. 8, p. 839–847, 2020.

INTERNATIONAL PARALYMPIC COMMITTEE. **Para Athletics – Paris 2024**. Disponível em: <<https://www.paralympic.org/paris-2024/sports#para-athletics>>. Acesso em: 5 de Janeiro de 2025.

INTERNATIONAL PARALYMPIC COMMITTEE. **About the sport. | International Paralympic Committee**. Disponível em: <http://www.paralympic.org/powerlifting/about>. Acesso em: 11 outubro, 2024a.

INTERNATIONAL PARALYMPIC COMMITTEE. **World Para Athletics - Classification Rules and Regulations.** Disponível em: <https://www.paralympic.org/sites/default/files/document/180305152713114_2017_12_20++WPA+Classification+Rules+and+Regulations_Edition+2018+online+version+.pdf>. Acesso em: 10 de Janeiro, de 2025.

INTERNATIONAL PARALYMPIC COMMITTEE. **World Para Swimming Classification Rules and Regulations.** Disponível em: <www.WorldParaSwimming.org>. Acesso em: 11 outubro, 2024b.

INTERNATIONAL PARALYMPIC COMMITTEE. **World Para Taekwondo Classification Rules and Regulations.** Disponível em: <https://www.paralympic.org/taekwondo/classification>. Acesso em: 11 outubro, 2024c.

JOHNSTON, R. D., GABBETT, T. J., JENKINS, D. G. Influence of and intensified competition on fatigue and match performance in junior rugby league players. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 16, n. 5, p. 460-465, 2013.

JONES, C. M., GRIFFITHS, P. C., MELLALIEU, S. D. Training Load and Fatigue Marker Associations with Injury and Illness: A Systematic Review of Longitudinal Studies. **Sports Medicine**, v. 47, n. 5, p. 943-974, 2017.

KAZEMI, M., *et al.* Nine year longitudinal retrospective study of Taekwondo injuries. **Journal of the Canadian Chiropractic Association**, v. 53, n; 4, p. 272-81, 2009.

KLICH, S. *et al.* Shoulder tendon characteristics in disabled swimmers in high functional classes - Preliminary report. **Physical Therapy in Sport**, v. 35, p. 23-28.

LEXELL, J., LOVÉN, G., FAGHER, K. Incidence of sports-related concussion in elite para athletes - a 52-week prospective study. **Brain Injury**, v. 35, n. 8, p. 971-977, 2021.

LUIJTEN, S.C.M., *et al.* Occurrence of injuries and illnesses in athletes with a physical impairment: a forty-week prospective cohort study. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 27, n. 3, p. 160-165, 2024.

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

MEEUSEN, R. *et al.* Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 45, n. 1, p. 186-205, 2013.

MILEWSKI, M.D., *et al.* Chronic lack of sleep is associated with increased sports injuries in adolescent athletes. **Journal of Pediatric Orthopaedics**, v. 34, n. 2, p. 129-33, 2014.

NIPPERT, A.H., SMITH, A.M. Psychologic stress related to injury and impact on sport performance. **Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America**, v. 19, n. 2, p. 399-418, 2008.

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

PINHEIRO, *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, p.101511, 2024.

PYNE, D.B., VERHAGEN, E.A., MOUNTJOY, M. Nutrition, illness, and injury in aquatic sports. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 24, n. 4, p.460-69, 2014.

SCHWELLNUS, M. *et al.* Factors associated with illness in athletes participating in the London 2012 Paralympic games: a prospective cohort study involving 49,910 athlete-days. **British Journal of Sports Medicine**, v. 47, n. 7, p. 433-440, 2013.

SILVA, A. *et al.* Sleep in Paralympic athletes and its relationship with injuries and illnesses. **Physical Therapy in Sport**, v. 56, p-24-31, 2022.

SILVA, A. *et al.* Sleep quality evaluation, chronotype, sleepiness and anxiety of Paralympic Brazilian athletes: Beijing 2008 Paralympic Games. **British Journal of Sports Medicine**, n. 46, v. 2, p. 150-154, 2012.

SILVA, A., *et al.* Poor Sleep Quality's Association With Soccer Injuries: Preliminary Data. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, n. 15, v. 5, p. 671-76.34, 2019.

STEFFEN, K. *et al.* Illness and injury among Norwegian Para athletes over five consecutive Paralympic Summer and Winter Games cycles: prevailing high illness burden on the road from 2012 to 2020. **British Journal of Sports Medicine**, v. 56, n.4, p. 204-212, 2022.

VANLANDEWIJCK, Y. C.; THOMPSON, W. R. The Paralympic athlete. Handbook of sports medicine and science. Oxford: Wiley-Blackwell, 2011. Cap. 1.

WEBBORN, N., VAN DE VLIET, P. Paralympic medicine. **Lancet**, v. 380, n. 9836, p. 65–71, 2012.

WEBBORN, N., WILLICK, S., REESER, J. C. Injuries among disabled athletes during the 2002 winter Paralympic Games. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 38, n. 5, p. 811-815, 2006.

WEILER, R. *et al.* Sport Injuries Sustained by Athletes with Disability: A Systematic Review. **Sports Medicine**, v. 46, n. 8, p. 1141-1153, 2016.

WILLICK, S.E. *et al.* The epidemiology of injuries at the London 2012 Paralympic Games. **British Journal of Sports Medicine**, v. 47, n. 7, p. 426–432, 2013.

APÊNDICES

Apêndice 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

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

Pesquisador: Marco Tulio de Mello

Área Temática:

Versão: 2

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: 3.990.279

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto que pretende avaliar os parâmetros físicos, fisiológicos e comportamentais de atletas paralímpicos que treinam no Centro de Referência Paralímpico Brasileiro (CRPB/CTE-UFMG) 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. Após a realização das avaliações, os atletas e treinadores receberão relatórios com os resultados e sugestões para melhorar o rendimento. O projeto está bem escrito e fundamentado e apresenta os elementos necessários para o parecer deste Comitê.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo geral é avaliar e monitorar parâmetros físicos, fisiológicos e comportamentais de atletas paralímpicos do Centro de Treinamento Esportivo da UFMG até 2024 nas modalidades de atletismo, natação e halterofilismo. Os objetivos específicos são: 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

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: 3.990.279

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; avaliar e monitorar 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.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

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 rendimento esportivo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto é factível, pertinente e está bem fundamentado. Apresenta justificativa para sua realização e possíveis benefícios.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta projeto completo com a metodologia, TCLE e TALE bem redigidos, com todos os elementos necessários para garantir ao participante segurança ética. Apresenta carta de anuência dos locais coparticipantes.

Algumas sentenças do TALE e do TCLE ainda não deixam claro quais procedimentos serão com os atletas e quais com os responsáveis.

Recomendações:

Sou a favor, S.M.J., da aprovação do projeto.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

1- Favor revisar o TALE para menores e TCLE para responsáveis pois algumas frases ainda não deixam claro se os procedimentos serão com os menores ou com os responsáveis.

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

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: 3.990.279

notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 08 (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
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1471457.pdf	15/03/2020 22:33:35		Aceito
Outros	CartaRespostaPendencia.pdf	15/03/2020 22:32:34	Marco Tulio de Mello	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEParalimpicoCTE.docx	15/03/2020 22:31:01	Marco Tulio de Mello	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLERespLegaisParalimpicoCTE.docx	15/03/2020 22:30:50	Marco Tulio de Mello	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALEparalimpicoCTE.docx	15/03/2020 22:29:14	Marco Tulio de Mello	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	parecerconstanciado.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
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	16/12/2019 14:25:35	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:

Não

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

Apêndice 2



São Paulo, 26 de novembro de 2019

Prezados Professores

Dr. Marco Túlio de Mello

Dra. Andressa da Silva de Mello

Venho por meio desta, manifestar o apoio do Coordenação de Alta Performance do Comitê Paralímpico Brasileiro, para a realização e desenvolvimento do Projeto de Pesquisa "**Avaliações e Monitoramento de Aspectos Físicos, Fisiológicos e Comportamentais em Atletas Paralímpicos**" o qual faz parte do Projeto de Esporte Paralímpico de Alto Rendimento: Formação de Atletas, de Recursos Humanos e Desenvolvimento de Pesquisa que está sendo desenvolvido no CTE/UFMG e conta com apoio do Ministério da Cidadania. Garantindo desse modo a troca de informações e garantindo acesso a banco de dados de avaliações realizadas por esse setor do CPB.

Sem mais ponho-me a disposição para esclarecer quaisquer dúvidas.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Ciro Winckler de Oliveira Filho
Coordenador de Alta Performance



Centro Paralímpico Brasileiro
Rodovia dos Imigrantes Km 11,5, Vila Guarani | São Paulo | SP | Brasil | CEP: 04329-000



Apêndice 3

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE Maiores

Avaliações e Monitoramento de Aspectos Físicos, Fisiológicos e Comportamentais em Atletas Paralímpicos

Pesquisador: 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 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.

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.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

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.

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 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, 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.

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.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

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@cpmq.ufmg.br. Tel: 34094592.

Apêndice 4

Avaliações e Monitoramento de Aspectos Físicos, Fisiológicos e Comportamentais em Atletas Paralímpicos

Pesquisador: 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 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 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, 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 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 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 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, 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.

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

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

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.

Apêndice 5

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE

Avaliações e Monitoramento de Aspectos Físicos, Fisiológicos e Comportamentais em Atletas Paralímpicos

Pesquisador: 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 Paris 2024. 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 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)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.

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.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

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.

ANEXOS

Anexo 1 - Versão Brasileira do Questionário para Problemas de Saúde no Esporte (OSTRC-Br)

<p>1- PARTICIPAÇÃO NOS TREINAMENTOS E COMPETIÇÕES Na semana passada, você teve alguma dificuldade em participar no seu esporte por causa de algum incômodo, doença ou outros problemas de saúde?</p> <p>() Participação total, sem dificuldade/incômodo () Participação total, mas com dificuldade/incômodo () Participação reduzida, por causa da dificuldade/incômodo () Não pude participar, devido à dificuldade/incômodo</p>	<p>2- REDUÇÃO NO VOLUME TREINAMENTO Na semana passada, quanto que você reduziu o volume de treinamento por causa de algum incômodo, doença ou outros problemas de saúde?</p> <p>() Nenhuma redução () Pequena redução () Moderada redução () Grande redução () Não pude treinar por causa de incômodo, doença ou problema de saúde</p>
<p>3- DIMINUIÇÃO DO DESEMPENHO Na semana passada, quanto que o incômodo, doença ou problema de saúde reduziu o seu desempenho?</p> <p>() Nenhuma redução () Pequena redução () Moderada redução () Grande redução () Não pude treinar ou competir por causa de incômodo, doença ou problema de saúde</p>	<p>4- SINTOMAS DA LESÃO OU DOENÇA Na semana passada, qual foi a intensidade do seu incômodo ou problema de saúde?</p> <p>() Nenhum incômodo/Nenhum problema de saúde () Pequena intensidade () Moderada intensidade () Grande intensidade</p>
<p>5- RESUMO O incômodo ou problema de saúde relatado nas quatro perguntas acima se refere a uma lesão ou doença? () Lesão () Doença</p>	
<p>6- ÁREA DA LESÃO SE O SEU PRINCIPAL PROBLEMA NA SEMANA PASSADA FOI UMA LESÃO, POR FAVOR, PREENCHA ESTE ESPAÇO. Marque/assinale a área lesionada ou que você teve queixa. Se você teve mais que uma lesão, marque a que foi mais grave.</p> <p>() Cabeça/face () Nuca/pescoço () Ombro, incluindo a clavícula () Parte superior do braço () Cotovelo () Antebraço () Punho () Dedos da mão () Tórax, incluindo órgãos internos () Abdômen, incluindo órgãos internos</p> <p>() Parte superior da coluna (região torácica) () Parte inferior da coluna (região lombar) () Pelve () Quadril/virilha () Coxa () Joelho () Panturrilha/perna () Tornozelo () Pés/dedos () Outra parte do corpo: _____</p>	<p>7- SINTOMAS DA DOENÇA SE O SEU PRINCIPAL PROBLEMA NA SEMANA PASSADA FOI UMA DOENÇA OU OUTROS PROBLEMAS RELACIONADOS À SAÚDE, POR FAVOR RESPONDA ESTE ESPAÇO. Por favor, marque todos os sintomas que você teve no decorrer da semana passada.</p> <p>() Febre () Fraqueza/cansaço () Inchaço/edema dos gânglios linfáticos () Dor de garganta/garganta inflamada () Nariz entupido/coriza/espirros () Tosse () Dificuldade respiratória/falta de ar () Dores de cabeça () Enjojo/sensação de mal-estar () Diarreia () Constipação () Desmaio</p> <p>() Coceira/erupção cutânea () Pulso irregular/taquicardia () Dormência/formigamento () Ansiedade () Depressão () Irritação () Sintomas nos olhos () Sintomas nos ouvidos () Sintomas nas vias urinárias ou órgão genitais () Dores no peito () Dor abdominal () Dor em outras regiões. Por favor, especifique: _____ () Outros. Especifique: _____</p>
<p>8- COMENTÁRIOS/OUTRAS INFORMAÇÕES Use este espaço se você deseja nos enviar algum comentário ou informações adicionais sobre esta lesão, doença ou problema de saúde.</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
<p>9- TEMPO DE AFASTAMENTO Por favor, informe o número de dias da semana passada que você ficou completamente incapaz de treinar ou competir devido à lesão ou problema de saúde.</p> <p>() 0 dia () 1 dia () 2 dias () 3 dias () 4 dias () 5 dias () 6 dias () 7 dias</p>	<p>10- REGISTRO/NOTIFICAÇÃO Esta é a primeira vez que você registra/relata esta lesão ou doença através deste questionário?</p> <p>() Sim, esta é a primeira vez () Não, eu já registrei/relatei esse mesmo problema em uma das últimas quatro semanas () Não, eu já registrei/relatei antes, porém foi há mais de quatro semanas</p>
<p>11- CONTATO COM A EQUIPE MÉDICA Eu relatei o problema para o:</p> <p>() Médico do _____ () Outro médico () Fisioterapeuta do _____ () Outro fisioterapeuta () Outro profissional: Por favor, especifique quem e onde ele trabalha: _____ () Outra pessoa: Por favor, especifique quem: _____</p>	
<p>12- VOCÊ TEVE ALGUM OUTRO INCÔMODO, DOENÇA OU OUTRO PROBLEMA DE SAÚDE NA SEMANA PASSADA? () Sim () Não</p>	

Anexo 2 – Escala de Hooper

Sono

Muito bom

Muito ruim



Estresse

Muito baixo

Muito alto



Fadiga

Muito baixo

Muito alto



Dor muscular

Muito baixo

Muito alto

