

Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Universidade Federal de Uberlândia

Programa de Pós Graduação em Fisioterapia

Thiago Moisés Queiroz

Manifestações biomecânicas e funcionais em futebolistas com Síndrome de Osgood Schlatter

Uberaba
2024

Thiago Moisés Queiroz

Manifestações biomecânicas e funcionais em futebolistas com Síndrome de Osgood Schlatter

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Fisioterapia, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro em associação com a Universidade Federal de Uberlândia, como requisito para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Ferreira Moreira Lobato

Uberaba

2024



Ministério da Educação

Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia
Uberaba - MG

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Programa de Pós-Graduação:	em Fisioterapia - Mestrado em Fisioterapia				
Evento:	Defesa de Dissertação				
Data:	22 de março de 2024	Início em:	07h35	Término em:	10h31
Número de matrícula aluno:	2021.1020.8				
Nome do(a) discente:	Thiago Moisés Queiroz				
Título do trabalho:	Manifestações biomecânicas e funcionais em futebolistas com Síndrome de Osgood Schlatter.				
Área de concentração:	Avaliação e Intervenção Fisioterapêutica				
Linha de Pesquisa:	Processo de Avaliação e Intervenção Fisioterapêutica do Sistema Musculoesquelético				
Projeto de pesquisa vinculado:	Uso da Biomecânica Clínica como ferramenta de avaliação e intervenção em saúde e desempenho funcional humano				

Reuniu-se, presencialmente, na sala 208 do Centro Educacional da Universidade Federal do Triângulo Mineiro - Avenida Getúlio Guaritá, 159 - Nossa Sra. da Abadia, Uberaba - MG, 38025-440, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, assim composta dos(as) Professores(as) Doutores(as): Daniel Ferreira Moreira Lobato - UFTM, orientador do mestrando, Luciane Fernanda Rodrigues Martinho Fernandes - UFTM e Gilmar Moraes Santos - UDESC. Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Dr. Daniel Ferreira Moreira Lobato apresentou a Comissão Examinadora e o mestrando Thiago Moisés Queiroz, agradeceu a presença do público, e concedeu ao discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do discente e o tempo de arguição e resposta ocorreram conforme as normas do Programa. A seguir, o senhor presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir o discente. Concluída a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca se reuniu e

atribuiu o resultado final, considerando o discente:

APROVADO

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFTM.

Nada mais havendo a tratar, a sessão foi encerrada, dela sendo lavrada a presente ata, que foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **DANIEL FERREIRA MOREIRA LOBATO, Professor do Magistério Superior**, em 22/03/2024, às 11:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) e no art. 34 da [Portaria Reitoria/UFTM nº 165, de 16 de junho de 2023](#).



Documento assinado eletronicamente por **GILMAR MORAES SANTOS, Usuário Externo**, em 22/03/2024, às 14:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) e no art. 34 da [Portaria Reitoria/UFTM nº 165, de 16 de junho de 2023](#).



Documento assinado eletronicamente por **LUCIANE FERNANDA RODRIGUES MARTINHO FERNANDES, Professor do Magistério Superior**, em 22/03/2024, às 15:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) e no art. 34 da [Portaria Reitoria/UFTM nº 165, de 16 de junho de 2023](#).



Documento assinado eletronicamente por **Thiago Moisés Queiroz, Usuário Externo**, em 27/03/2024, às 16:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) e no art. 34 da [Portaria Reitoria/UFTM nº 165, de 16 de junho de 2023](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.uftm.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1218985** e o código CRC **8F145C0C**.

**MANIFESTAÇÕES BIOMECÂNICAS E FUNCIONAIS EM FUTEBOLISTAS COM
SÍNDROME DE OSGOOD SCHLATTER**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, área de concentração “Avaliação e Intervenção Fisioterapêutica” (Linha de Pesquisa: Processo de Avaliação e Intervenção Fisioterapêutica do Sistema Musculoesquelético), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

Uberaba, MG, 22 de março de 2024.

Banca Examinadora:

Dr. Daniel Ferreira Moreira Lobato – Orientador
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Dra. Luciane Fernanda Rodrigues Martinho Fernandes
Universidade Federal do Triângulo Mineiro



Documento assinado eletronicamente por **DANIEL FERREIRA MOREIRA LOBATO, Professor do Magistério Superior**, em 22/03/2024, às 11:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) e no art. 34 da [Portaria Reitoria/UFTM nº 165, de 16 de junho de 2023](#).



Documento assinado eletronicamente por **GILMAR MORAES SANTOS, Usuário Externo**, em 22/03/2024, às 14:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) e no art. 34 da [Portaria Reitoria/UFTM nº 165, de 16 de junho de 2023](#).



Documento assinado eletronicamente por **LUCIANE FERNANDA RODRIGUES MARTINHO FERNANDES, Professor do Magistério Superior**, em 22/03/2024, às 15:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) e no art. 34 da [Portaria Reitoria/UFTM nº 165, de 16 de junho de 2023](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1218987** e o código CRC **81E0ED05**.

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do
Triângulo Mineiro**

Q48m Queiroz, Thiago Moisés
 Manifestações biomecânicas e funcionais em futebolistas com Síndrome
de Osgood Schlatter / Thiago Moisés Queiroz. -- 2024.
95 f. : il., fig., tab.

Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) -- Universidade Federal do
Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2024
Orientador: Dr. Daniel Ferreira Moreira Lobato

1. Futebol. 2. Fenômenos biomecânicos. 3. Osteocondrose. 4. Torque.
5. Cinética. 6. Desempenho físico funcional. I. Lobato, Daniel Ferreira
Moreira. II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. III. Título.

CDU 796.332

RESUMO

A Síndrome de Osgood Schlatter (SOS) é mais prevalente em atletas jovens e, no futebol, as ações requeridas de corridas, saltos, chutes e mudanças rápidas na direção expõem os atletas a maiores riscos de lesão. Estudos indicam a importância de avaliar os fatores de risco biomecânicos relacionados à SOS para reduzir os riscos de agravamento, o que inclui o uso de equipamentos como dinamômetro isométrico manual e a plataforma de força, além dos testes funcionais e o estudo da cinética do salto. Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi verificar as manifestações biomecânicas e funcionais de futebolistas com SOS. Para tanto, foram recrutados vinte e quatro futebolistas, do sexo masculino, com idade entre 11 e 17 anos, vinculados a categorias de base do futebol amador, alocados (por conveniência) em um dos seguintes grupos: 1) com diagnóstico de Síndrome de Osgood Schlatter (GS, n=05); 2) sem qualquer disfunção no membro inferior (GC, n=19). A avaliação do torque isométrico máximo dos músculos flexores, extensores, rotadores laterais e mediais, adutores e abdutores de quadril, e dos músculos flexores e extensores de joelho foi realizada por meio do dinamômetro manual Lafayette. A avaliação do desempenho funcional foi realizada por meio dos testes funcionais: *shuttle run*, salto horizontal (*broad jump*), *triple hop test* e *six-meter timed hop test*. A avaliação da cinética do salto foi avaliada no *drop landing*, no salto vertical máximo e no *tuck jump*. Cada teste foi devidamente familiarizado e registrado para análise em 3 tentativas válidas. Nossos principais achados foram a redução do torque extensor, abdutor e adutor de quadril e flexor de joelho nos participantes com SOS em relação ao grupo controle, além do aumento da relação agonista/antagonista entre os músculos flexores e extensores de quadril no GS. Houve pior desempenho dos participantes com SOS nos testes funcionais *shuttle run* e *six-meter timed hop test*. Foi identificado um maior pico de aterrissagem durante o *drop landing* e uma menor taxa de desenvolvimento de força no desempenho cinético no teste *tuck jump* no grupo com a síndrome. A SOS pode levar à redução do torque extensor, abdutor e adutor de quadril, e, flexor de joelho, bem como menor desempenho funcional em agilidade, comparativamente a participantes controle. Também pode levar ao aumento da relação agonista/antagonista entre os músculos flexores e extensores de quadril, e a alterações cinéticas durante saltos.

Palavras-chave: Futebol, Biomecânica, Osteocondrose, Torque, Cinética, Desempenho Físico e Funcional.

ABSTRACT

The Osgood Schlatter Disease (OSD) is more prevalent in young athletes, in addition, the actions required in soccer such as running, jumping, kicking and rapid change in the direction of movement expose athletes to higher incidences and impact the evolution of OSD. Studies indicate the importance of evaluating the biomechanical risk factors related to OSD to reduce the risk of aggravation, which includes the use of equipment such as a manual isometric dynamometer and a force platform, in addition to functional tests and study of the kinematics of the jump. Given the above, the objective of the present study was to verify the biomechanical and functional manifestations of soccer players with OSD. For this purpose, twenty four male soccer players, aged between 11 and 17 years, was recruited, linked to the basic categories of amateur soccer, allocated (by convenience) in one of the following groups: 1) diagnosed with OSD (SG, n=05); 2) without any dysfunction in the lower limb (CG, n=19). The assessment of muscle torque was performed using the Lafayette manual dynamometer, which measures the maximum isometric torque of the flexor, extensor, lateral and medial rotators, hip adductor and abductor muscles, and of the knee flexor and extensor muscles. The evaluation of functional performance was carried out through functional tests: shuttle run, horizontal jump (broad jump), triple hop test and six-meter timed hop test. Participants were evaluated for balance and jump kinetics in the drop landing and in the maximum vertical jump using a force platform, simultaneously with the kinematic evaluation of the trunk and lower limb, including here the tuck jump test. Each test was properly familiarized and recorded for analysis in 3 valid attempts. Our main findings were the reduction in hip extensor, abductor and adductor and knee flexor torque in participants with SOS compared to the control group, in addition to the increase in the agonist/antagonist ratio between the hip flexor and extensor muscles in the GS. There was worse performance by participants with SOS in the functional shuttle run and six-meter timed hop test, and, finally, a greater landing peak during the drop landing and a lower rate of force development in the kinetic performance in the tuck jump test were identified from this group. In conclusion, SOS can lead to a reduction in hip extensor, abductor and adductor, and knee flexor torque, as well as functional performance in agility, compared to control group. It can also lead to an increase in the agonist/antagonist relationship between the hip flexor and extensor muscles in the GS. The gluteus maximus, hip extensor muscle, is a focus for strengthening and rebalancing this increased relationship. Ultimately, muscular imbalances can lead to kinetic changes during jumps.

Keywords: Soccer, Biomechanics, Osgood Schlatter Disease, Kinematics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Manuscrito 1

Figura 1. Fluxograma.....	16
Figura 2. Dinamômetro isométrico manual <i>Lafayette Manual Muscle Test System</i> , modelo 01165.....	18
Figura 3. Avaliação isométrica da força de extensores de quadril.....	19
Figura 4. Avaliação isométrica da força de flexores de quadril.....	19
Figura 5. Avaliação isométrica da força de abdutores de quadril.....	20
Figura 6. Avaliação isométrica da força de adutores de quadril.....	20
Figura 7. Avaliação isométrica da força de rotadores laterais de quadril.....	21
Figura 8. Avaliação isométrica da força de rotadores mediais de quadril.....	21
Figura 9. Avaliação isométrica da força de extensores de joelho.....	22
Figura 10. Avaliação isométrica da força de flexores de joelho.....	22
Figura 11. Teste de agilidade <i>Shuttle Run</i>	23
Figura 12. Teste <i>Broad Jump</i>	24
Figura 13. <i>Triple Hop Test</i>	25
Figura 14. <i>Six-Meter Timed Hop Test</i>	25

Manuscrito 2

Figura 1. Fluxograma.....	42
Figura 2. Dinamômetro isométrico manual <i>Lafayette Manual Muscle Test System</i> , modelo 01165.....	44
Figura 3. Avaliação isométrica da força de extensores de quadril.....	45
Figura 4. Avaliação isométrica da força de flexores de quadril.....	45
Figura 5. Avaliação isométrica da força de abdutores de quadril.....	46
Figura 6. Avaliação isométrica da força de adutores de quadril.....	46

Figura 7. Avaliação isométrica da força de rotadores laterais de quadril.....	47
Figura 8. Avaliação isométrica da força de rotadores mediais de quadril.....	47
Figura 9. Avaliação isométrica da força de extensores de joelho.....	48
Figura 10. Avaliação isométrica da força de flexores de joelho.....	48

Manuscrito 3

Figura 1. Fluxograma.....	61
Figura 2. Plataforma de força BIOMECH 400.....	63
Figura 3. <i>Drop Landing</i>	64
Figura 4. Salto horizontal.....	64
Figura 5. <i>Tuck Jump</i>	65

LISTA DE TABELAS

Manuscrito 1

Tabela 1. Média(DP) dos dados demográficos, antropométricos dos grupos amostrais do estudo.....	17
Tabela 2. Média(DP) do pico de torque, média do pico de torque (normalizados pela massa corporal) e do tempo para atingir o pico de torque flexor e extensor do quadril.....	27
Tabela 3. Média(DP) do pico de torque, média do pico de torque (normalizados pela massa corporal) e do tempo para atingir o pico de torque abdutor e adutor do quadril.....	28
Tabela 4. Média(DP) do pico de torque, média do pico de torque (normalizados pela massa corporal) e do tempo para atingir o pico de torque rotador medial e rotador lateral do quadril	29
Tabela 5. Média(DP) do pico de torque, média do pico de torque (normalizados pela massa corporal) e do tempo para atingir o pico de torque extensor e flexor do joelho.....	30
Tabela 6. Média(DP) do desempenho funcional nos testes <i>shuttle run</i> (segundos), <i>broad jump</i> (metros), <i>triple hop test</i> (metros) e <i>six meter timed hop test</i> (segundos).....	31

Manuscrito 2

Tabela 1. Média(DP) dos dados demográficos, antropométricos dos grupos amostrais do estudo.....	43
Tabela 2. Média(DP) da relação pico de torque flexor/torque extensor do quadril e da média do pico de torque flexor/torque extensor do quadril.....	50
Tabela 3. Média(DP) da relação pico de torque abdutor/torque adutor do quadril e da média do pico de torque abdutor/torque adutor do quadril.....	50
Tabela 4. Média(DP) da relação pico de torque rotador medial/torque rotador lateral do quadril e da média do pico de torque rotador medial/torque rotador lateral do quadril.....	51

Tabela 5. Média(DP) da relação pico de torque extensor/torque flexor do joelho e da média do pico de torque extensor/torque flexor do joelho.....	51
--	----

Manuscrito 3

Tabela 1. Média(DP) dos dados demográficos, antropométricos dos grupos amostrais do estudo.....	62
--	----

Tabela 2. Média(DP) do desempenho cinético nos testes drop landing e salto horizontal.....	66
---	----

Tabela 3. Média(DP) do desempenho cinético no teste tuck jump.....	66
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

D – Dominante

DL – *Drop landing*

DPF – Disfunção patelofemoral

GC – Grupo Controle

GS – Grupo com Síndrome de Osgood-Schlatter

LCA– Ligamento cruzado anterior

MT – Média de torque

ND – Não Dominante

PA – Pico de aterrissagem

PT – Pico de torque extensor

SH – Salto horizontal

SOS – Síndrome de Osgood-Schlatter

SV – Salto vertical

TALE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TCLE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TDF – Taxa de desenvolvimento de força

TPT – Tempo para atingir o pico de torque

TJ – *Tuck Jump*

SUMÁRIO

1 Introdução	7
2 Organização da Dissertação	8
3 Manuscrito 1	10
4 Resumo	11
5 Abstract	11
6 Introdução	12
7 Materiais e Métodos	12
7.1 Participantes	12
7.2 Desenho do estudo	15
7.3 Procedimentos	15
7.4 Análises Estatísticas	18
8 Resultados	19
9 Discussão	23
10 Aplicações Práticas	25
11 Conclusão	25
12 Declaração de Interesse	25
13 Referências	26
14 Manuscrito 2	29
15 Resumo	30
16 Abstract	31
17 Introdução	32
18 Materiais e Métodos	33
18.1 Participantes	33
18.2 Desenho do estudo	35
18.3 Procedimentos	35
18.4 Análises Estatísticas	37
19 Resultados	37
20 Discussão	39
21 Aplicações Práticas	40
22 Conclusão	41
23 Referências	41
24 Manuscrito 3	45
25 Resumo	46
26 Abstract	47
27 Introdução	48
28 Materiais e Métodos	49
28.1 Participantes	49
28.2 Desenho do estudo	51

28.3 Procedimentos	51
28.4 Análises Estatísticas	52
29 Resultados	53
30 Discussão	54
31 Aplicações Práticas	55
32 Conclusão	56
33 Referências	56
34 Considerações Finais	58
35 Referências	59
36 Apêndices	64
37 Anexos	71

1 Introdução

A Síndrome de Osgood Schlatter (SOS), também conhecida como osteocondrose ou necrose estéril da tuberosidade tibial, é uma condição inflamatória do tecido ósseo que se desenvolve no local de fixação do tendão patelar à tuberosidade da tíbia (Gawel & Zwierzchowska, 2021). Sua manifestação coincide com o desenvolvimento do centro de ossificação secundário da tuberosidade anterior da tíbia (fase apofisária), que geralmente ocorre por volta dos 9 anos nas meninas e por volta dos 11 anos nos meninos (Corbi et al., 2022). A Síndrome ocorre principalmente em meninos que participam de atividade física intensa, na forma de treinamento esportivo especializado (Halilbasic et al., 2012; Holden & Rathleff, 2019; Gawel & Zwierzchowska, 2021; Smith & Vacallo, 2021).

A prática de esportes que apresentam predomínio de saltos (basquete, salto em distância), corrida (atletismo), ou que envolvem contrações repetidas em extensão do joelho (futebol, kickbox, dança e esqui) é considerada um importante fator de risco extrínseco à ocorrência da SOS (Halilbasic et al., 2012). Este cenário é agravado pelo crescimento das competições de alto rendimento envolvendo atletas mais jovens, principalmente em esportes como basquete, futebol e voleibol (Lucena, Santos & Guerra, 2011).

Neste sentido, crianças e adolescentes podem estar particularmente em elevado risco de lesões por uso excessivo relacionadas ao esporte, como resultado de técnica inadequada, equipamento de proteção mal ajustado, erros de treinamento, fraqueza e desequilíbrio muscular (Halilbasic et al., 2012). Além disso, a progressão da SOS reduz a força e a potência muscular dos membros inferiores e impossibilita a continuidade do processo de treinamento, o que pode afetar o desenvolvimento da carreira esportiva dos atletas (Gawel & Zwierzchowska, 2021). Assim, se faz necessária a avaliação da força muscular dos membros inferiores e a avaliação do desempenho funcional. Dentre as musculaturas importantes do membro inferior, as musculaturas de quadril e joelho se destacam pela relação com a SOS e as variáveis de agilidade e potência são características típicas para um bom desempenho no futebol.

Atividades esportivas que são marcadas por repetidas cargas de desaceleração excêntrica do joelho oferecem maior risco para a SOS (Gaulrapp & Nuhrenborger, 2022), justamente por intensificar o estresse tensivo sobre a inserção do tendão patelar na tuberosidade tibial. Neste sentido, crianças e adolescentes podem estar em elevado risco de lesões por uso excessivo relacionadas ao esporte, especialmente quando apresentarem

quadros de fraqueza e desequilíbrio muscular (Halilbasic et al., 2012). Deste modo, é importante explorar se o equilíbrio de força muscular agonista/antagonista está preservado nessa população, não apenas para os músculos que atuam no joelho, mas também em outros complexos articulares do membro inferior, como o quadril, considerando as conexões existentes entre os complexos articulares em cadeia cinética fechada (Baldon et al., 2014).

Todavia, o futebol possui vários momentos em que o salto e a aterrissagem estão presentes, sendo fatores de risco para os atletas, ainda mais para atletas que desempenham técnica inadequada, devido a encurtamentos musculares (Nakase et al., 2015) ou déficits de força muscular (Rathleff et al., 2020), como no caso de atletas com a Síndrome de Osgood Schlatter. Para tanto, uma análise biomecânica do salto com o uso de testes para avaliar o equilíbrio dinâmico, habilidades de salto e padrões de aterrissagem (Wilczynski et al., 2021) podem servir como prevenção de lesões em atletas (Wilczynski et al., 2021; Kember et al., 2023).

Desse modo, este estudo visa identificar possíveis manifestações biomecânicas e funcionais nos futebolistas com SOS, a partir da avaliação do torque isométrico dos músculos do quadril e joelho e da avaliação do desempenho funcional, bem como da análise cinética da aterrissagem após um salto. Acredita-se que os atletas com SOS apresentam reduções de força muscular e de desempenho funcional que poderiam ser identificadas através da dinamometria e testes funcionais, além de maiores oscilações do centro de pressão e maiores forças de reação do solo do que atletas sem a síndrome, sendo identificadas pelo uso de plataforma de força.

2 Organização da Dissertação

Esta dissertação contém três manuscritos que foram desenvolvidos durante o mestrado. O manuscrito 1, a ser submetido à revista *Journal of Applied Biomechanics* (percentil Scopus 83%, Webqualis A3, JCR= 1.606), intitulado “Atletas futebolistas com Síndrome de Osgood Schlatter apresentam redução do torque e do desempenho funcional do membro inferior”. Um estudo biomecânico, do tipo experimental e transversal, teve como objetivo avaliar as medidas de torque isométrico de oito grupos musculares relacionados ao joelho e ao quadril, bem como avaliar o desempenho funcional a partir dos testes shuttle run, salto horizontal (broad jump), triple hop test e six-meter timed hop test em futebolistas de 11 a 17 anos com diagnóstico de SOS. Nossos principais achados foram a redução do torque extensor, abdutor e adutor de quadril e flexor de joelho nos participantes com SOS em relação ao grupo controle, além de diferenças intragrupo do torque extensor de quadril e do tempo para o pico de torque abdutor no grupo com a SOS. Por fim, houve pior desempenho dos participantes com SOS nos testes funcionais shuttle run e six-meter timed hop test. Normas para publicação disponíveis no site: <https://www.tandfonline.com/action/authorSubmission?show=instructions&journalCode=rspb20>.

O manuscrito 2, a ser submetido à revista *Clinical Biomechanics* (percentil Scopus 65%, Webqualis A3, JCR= 2.034), tem como título “Desequilíbrio de força proximal em atletas futebolistas com Síndrome de Osgood Schlatter”. Um estudo biomecânico, do tipo experimental e transversal, teve como objetivo avaliar a relação agonista/antagonista dos músculos flexores e extensores, abdutores e adutores, rotadores mediais e laterais do quadril, bem como dos músculos flexores e extensores do joelho em jovens futebolistas com SOS, comparativamente a um grupo controle. Obtivemos como resultado o aumento da relação agonista/antagonista entre os músculos flexores e extensores de quadril no GS. Normas para publicação disponíveis no site: <https://www.sciencedirect.com/journal/clinical-biomechanics/publish/guide-for-authors>.

O manuscrito 3, a ser submetido à revista *Apunts Sports Medicine* (percentil Scopus 41%, Webqualis B1, JCR= N/A), tem como título “Alterações do equilíbrio e da cinética do salto em atletas futebolistas com Síndrome de Osgood Schlatter”. Um estudo biomecânico, do tipo experimental e transversal, teve como objetivo avaliar as alterações de equilíbrio e na cinética do salto em futebolistas de 11 a 17 anos com diagnóstico de Síndrome de Osgood Schlatter. Nossos principais achados foram um maior pico de aterrissagem durante o drop

landing e uma menor taxa de desenvolvimento de força no desempenho cinético no teste tuck jump do grupo com a SOS. Normas para publicação disponíveis no site: <https://www.apunts.org/en-guia-autores>.

3 Manuscrito 1

Atletas futebolistas com Síndrome de Osgood Schlatter apresentam redução do torque e do desempenho funcional do membro inferior

Thiago Moisés Queiroz, Thamires Elizabeth Fernandes de Oliveira, Victor Luís de Oliveira Parreira, Gabriel Laplaca Manino, Mateus Barros Lara de Oliveira, Natasha de Almeida Camargos, Daniel Ferreira Moreira Lobato.

Laboratório de Análise do Movimento Humano, Departamento de Fisioterapia Aplicada, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, Brasil.

Autor correspondente:

Prof. Dr. Daniel Ferreira Moreira Lobato. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Rua Vigário Carlos, 100 - Bloco B - 4º andar - Sala 406. 38025-180 - Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Telefone: 55 (34) 3700-6812. E-mail: daniel.lobato@uftm.edu.br. ORCID: 0000-0002-2353-8650

Thiago Moisés Queiroz – 0000-0001-6594-4879

Thamires Elizabeth Fernandes de Oliveira – 0000-0003-1416-7250

Victor Luís de Oliveira Parreira – 0000-0000-0000-0000

Gabriel Laplaca Manino – 0000-0003-3020-6790

Mateus Barros Lara de Oliveira – 0000-0002-7623-5397

Natasha de Almeida Camargos – 0000-0002-4481-6728

Daniel Ferreira Moreira Lobato – 0000-0002-2353-8650

Conflito de interesses: Os autores declaram não ter conflitos de interesse.

Contagem de palavras no *Abstract*: 200

4 Resumo

Este estudo busca avaliar as medidas de torque isométrico dos músculos relacionados ao joelho e ao quadril, bem como avaliar o desempenho funcional em jovens futebolistas com diagnóstico de SOS. Este estudo inclui vinte e quatro futebolistas alocados em dois grupos: 1) GS (n=05); 2) GC (n=19). A avaliação do torque isométrico máximo dos músculos flexores, extensores, rotadores laterais e mediais, adutores e abdutores de quadril, e dos músculos flexores e extensores de joelho foi realizada por meio do dinamômetro manual Lafayette. A avaliação do desempenho funcional foi realizada por meio dos testes funcionais: *shuttle run*, salto horizontal, *triple hop test* e *six-meter timed hop test*. Nossos principais achados foram a redução do torque extensor de quadril bilateralmente ($p= 0.0065$; $p= 0.0162$), torque abdutor de quadril do membro não-dominante ($p= 0.0173$), torque adutor de quadril bilateralmente ($p= 0.0036$; $p= 0.0408$) e flexor de joelho bilateralmente ($p= 0.0255$; $p= 0.0428$), nos participantes com SOS. Houve pior desempenho dos participantes com SOS nos testes funcionais *shuttle run* ($p= 0.0265$) e *six-meter timed hop test* ($p= 0.0050$). A Síndrome de Osgood Schlatter pode levar à redução do torque e do desempenho funcional em agilidade.

5 Abstract

This study aims to evaluate isometric torque measurements of muscles related to the knee and hip, as well as to evaluate functional performance in young footballers diagnosed with SOS. This study included twenty-four male footballers, allocated in two groups: 1) diagnosed with SOS (GS, n=05); 2) without any dysfunction in the lower limb (CG, n=19). The assessment of the maximum isometric torque of the flexor, extensor, lateral and medial rotator, hip adductor and abductor muscles, and knee flexor and extensor muscles was performed using the Lafayette manual dynamometer. Functional performance was assessed by: shuttle run, broad jump, triple hop test and six-meter timed hop test. Our main findings were the reduction in hip extensor torque bilaterally ($p= 0.0065$; $p= 0.0162$), hip abductor torque in the non-dominant limb ($p= 0.0173$), hip adductor torque bilaterally ($p= 0.0036$; $p= 0.0408$) and knee flexor bilaterally ($p= 0.0255$; $p= 0.0428$), in participants with SOS. There was worse performance among participants with SOS in the shuttle run functional tests ($p= 0.0265$) and six-meter timed hop test ($p= 0.0050$). Osgood Schlatter Syndrome can lead to reduced torque and functional performance in agility.

6 Introdução

A SOS é considerada como uma apofisite da tuberosidade da tíbia e afeta até 1 em cada 10 adolescentes de 9 a 15 anos, principalmente atletas (Holden & Rathleff, 2019). A incidência da síndrome é particularmente notável entre atletas que praticam esportes que requerem saltos, corridas, chutes e mudanças rápidas na direção (Halilbasic et al., 2012; Gawel & Zwierzchowska, 2021), como o futebol (Gaulrapp & Nuhrenborger, 2022).

O futebol é um esporte apreciado no mundo todo e pode ser praticado desde a infância até a fase adulta, sendo eficaz para o aumento da participação esportiva em crianças e idosos (Watanabe et al., 2018). Contudo, por envolver contrações repetidas em extensão do joelho, sua prática consiste em um fator de risco extrínseco para a ocorrência da SOS (Halilbasic et al., 2012). Este cenário é agravado pelo crescimento das competições de alto rendimento envolvendo atletas mais jovens (Lucena, Santos & Guerra, 2011), o que requer destes atletas maior capacidade muscular e desempenho funcional para a execução da atividade esportiva. Além disso, o tempo reduzido de exercícios de alongamento ou a falha em realizá-los corretamente antes do início da atividade esportiva podem contribuir para a SOS (Gawel & Zwierzchowska, 2021).

Neste sentido, crianças e adolescentes podem estar em elevado risco de lesões quando apresentarem quadros de fraqueza e desequilíbrio muscular (Halilbasic et al., 2012), motivando assim, uma avaliação muscular específica, sendo quadril e joelho são os principais grupos afetados pela SOS (Rathleff et al., 2020). Atividades esportivas que são marcadas por repetidas cargas de desaceleração excêntrica do joelho oferecem maior risco para a SOS (Gaulrapp & Nuhrenborger, 2022), esses gestos esportivos podem ser repetidos e avaliados através de testes funcionais, com foco principal na agilidade e potência de membros inferiores, por serem variáveis importantes para jogadores de futebol.

Desse modo, o objetivo deste estudo foi avaliar as medidas de torque isométrico de oito grupos musculares relacionados ao joelho e ao quadril, bem como avaliar o desempenho funcional a partir dos testes *shuttle run*, salto horizontal (*broad jump*), *triple hop test* e *six-meter timed hop test* em futebolistas de 11 a 17 anos com diagnóstico de SOS. Hipotetizamos que os atletas com SOS apresentam reduções de força muscular e de desempenho funcional, que poderiam ser identificadas através da dinamometria e testes funcionais.

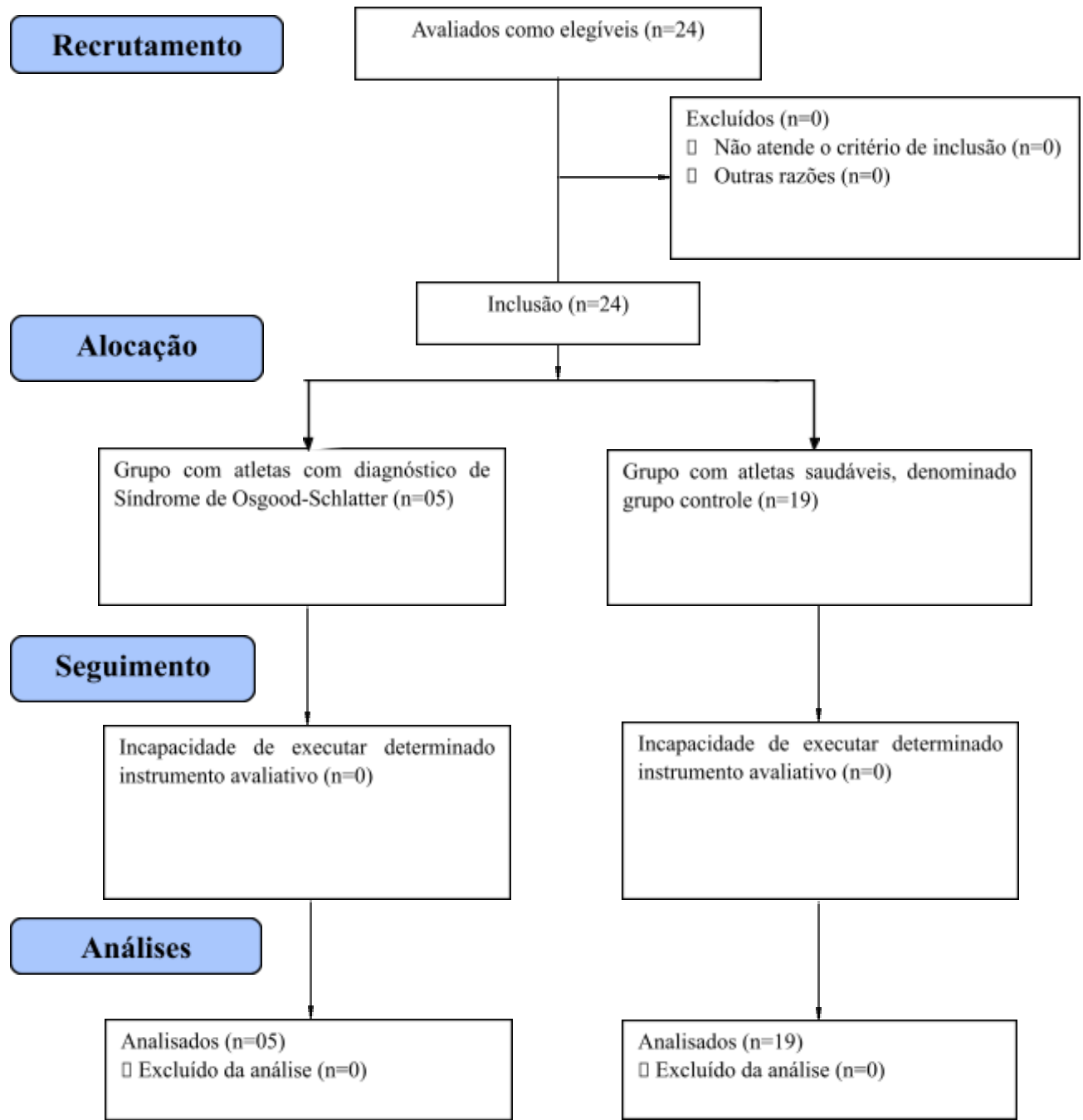
7 Materiais e Métodos

7.1 Participantes

Inicialmente, 24 possíveis participantes foram identificados para o estudo. Os critérios de inclusão foram: atletas saudáveis, ou que apresentaram, exclusivamente, o diagnóstico de SOS, com idade entre 11 e 17 anos; e praticantes de futebol por pelo menos 60 minutos, 3 vezes por semana, pelos últimos 6 meses. Todos os participantes foram instruídos a manter sua rotina de treinamento usual ao longo do estudo. Os critérios de exclusão foram: a) a presença de dor ou quaisquer sinais de disfunção musculoesquelética na coluna ou membros inferiores (Teixeira et al., 2023); b) a presença de doença cardiovascular ou respiratória que impedisse a execução as atividades propostas por determinado instrumento avaliativo (Teixeira et al., 2023); e c) incapacidade de executar determinado instrumento avaliativo.

Durante o recrutamento, para a confirmação do diagnóstico de SOS, foram exigidos exames radiológicos e parecer médico, estes documentos foram apresentados no momento da triagem. Os participantes preencheram uma história detalhada de saúde e questionários de atividade física, e foram submetidos a um exame físico (Apêndice 1). Após este processo, 24 participantes foram incluídos no estudo. Eles foram atribuídos a dois grupos. Um grupo com atletas com diagnóstico de SOS (GS) e outro grupo, denominado controle, com atletas saudáveis e sem a SOS (GC). A amostra final de 24 atletas (GS, n=05; GC, n=19) foi mantida. A Figura 1 exibe a representação esquemática do recrutamento e alocação dos participantes.

Figura 1. Fluxograma.



Fonte: Elaborado pelos Autores, 2024

Os dados antropométricos da amostra são apresentados na Tabela 1. O estudo foi aprovado pela (o) xxxxxx xxxxxxxx xx xxxxxx (xxxxx/xx) (protocolo nº 4.59.906/2020) – Anexo 3 e realizado de acordo com a Declaração de Helsinki. Todos os participantes (e seus pais) foram totalmente informados da natureza do estudo antes de fornecer seu consentimento por escrito para participar (Apêndices 2 e 3).

Tabela 1. Média(DP) dos dados demográficos, antropométricos dos grupos amostrais do estudo.

	GC (n=19)	GS (n=5)	p-
Idade (anos)	14.3(1.1)	13.6(2.2)	0.31
Estatura (metros)	166.2(8.7)	173.2(12.1)	0.09
MC (kg)	51.0(11.7)	63.7(7.3)	0.01*
IMC (kg/m ²)	18.3(2.9)	21.5(3.9)	0.07
TP (meses)	51.3(31.6)	44.6(31.7)	0.83
CHS (min/sem)	309.5(82.5)	296.0(174.7)	0.37

Legenda: GC = Grupo Controle; GS = Grupo Síndrome Osgood-Schlatter; p-= p-valor; MC= Massa corporal; IMC= Índice de massa corporal; TP = Tempo de Prática; CHS= Carga horária de treino semanal; *Diferença intergrupos.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2024

7.2 Desenho do estudo

Este estudo consiste em um estudo biomecânico, do tipo experimental e transversal, e foi registrado no XXXXXXXX XXXXXXXX xx XXXXXXX XXXXXX (RBR-2n24qg) – Anexo 4. Tanto as avaliações físicas de triagem, dinamometria e desempenho funcional, quanto às análises dos dados e dos resultados obtidos foram realizadas no Laboratório de Análise do Movimento Humano da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, na cidade de Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Os participantes foram avaliados fisicamente por meio de um dinamômetro isométrico (torque flexor e extensor de joelho, torque rotador medial e lateral, abdutor e adutor, flexor e extensor de quadril) e submetidos aos testes *shuttle run*, salto horizontal (*broad jump*), *triple hop test* e *six-meter timed hop test* como medidas de desempenho funcional.

7.3 Procedimentos

Por meio de um dinamômetro isométrico manual *Lafayette Manual Muscle Test System*, modelo 01165 (*Lafayette Instrument Co*, Lafayette, Indiana, EUA) (Figura 2), foi realizada a análise do torque isométrico dos músculos do quadril e do joelho dos participantes. Foram coletados dados de força, sendo eles, o pico de força, a média da força e o tempo para atingir o pico de força. Posteriormente, o pico de força exercido pela musculatura avaliada (em N), foi multiplicado pela medida do braço de alavanca do membro (em m), representado pela distância do ponto de aplicação da força até o eixo de movimento, gerando o valor de pico de torque (em Nm).

Figura 2 - Dinamômetro isométrico manual *Lafayette Manual Muscle Test System*, modelo 01165



Fonte: Dos Autores, 2024

A avaliação de cada grupo muscular foi realizada bilateralmente, seguindo descrições já consolidadas na literatura. Em ordem, foram avaliados os músculos extensores, flexores, abdutores, adutores, rotadores laterais e rotadores mediais do quadril, bem como os músculos extensores e flexores do joelho. A ordem de realização dos testes (entre os membros dominante e não-dominante) foi aleatorizada por sorteio (<https://www.random.org/>). A dominância foi definida a partir da resposta do participante à pergunta “com qual perna você realiza um chute com a maior força?”.

Para avaliar a força de extensores de quadril (Figura 3), o participante ficou em decúbito ventral (Bazett-Jones et al., 2013; Nunes et al. 2018; Alvarenga et al., 2019) com os membros inferiores estendidos (Mentiplay et al., 2015), com uma fita não elástica acima do quadril. O examinador ficou ao lado do membro avaliado com ambas as mãos estabilizando o dinamômetro, apoiado 5 cm acima do da linha traçada com o maléolo lateral (Alvarenga et al., 2019), com a outra fita não elástica presa ao dinamômetro. A flexão do joelho do avaliado deveria ser observada e desencorajada. Para a avaliação dos flexores de quadril (Figura 4), o participante ficou sentado na beira da maca, com os joelhos fletidos a 90° (Mentiplay et al., 2015; Alvarenga et al., 2019), com uma fita não elástica na parte proximal da coxa. O

examinador ficou ipsilateral ao membro avaliado, segurando o dinamômetro com ambas as mãos sobre o fêmur do participante e apoiado 5 cm acima da borda da patela (Alvarenga et al., 2019), com a outra fita não elástica presa ao dinamômetro.

Figura 3 - Avaliação isométrica da força de extensores de quadril



Fonte: Dos Autores, 2024

Figura 4 - Avaliação isométrica da força de flexores de quadril



Fonte: Dos Autores, 2024

Para avaliar a força dos abdutores (Figura 5) e dos adutores do quadril (Figura 6), o participante foi posicionado em decúbito lateral na maca, com o quadril avaliado em posição neutra para flexão/extensão e envolvido por uma fita não elástica acima do quadril

(Bazett-Jones et al., 2013; Nunes et al. 2018), além de manter com joelho em extensão. O membro contralateral foi posicionado em flexão de quadril e 90° de flexão de joelho. O examinador se posicionou atrás do participante, bloqueando sua rotação, com ambas as mãos estabilizando o dinamômetro, localizado 5 centímetros acima do maléolo lateral, envolvido por outra fita não elástica, no momento da abdução, e do medial, no momento da adução (Alvarenga et al., 2019).

Figura 5 - Avaliação isométrica da força de abdutores de quadril



Fonte: Dos Autores, 2024

Figura 6 - Avaliação isométrica da força de adutores de quadril



Fonte: Dos Autores, 2024

Para avaliar a força dos rotadores de quadril, o examinador ficou posicionado contralateral ao membro a ser avaliado, com as duas mãos segurando o dinamômetro. O participante ficou sentado, mantendo os joelhos e os quadris flexionados a 90° (Bazett-Jones et al., 2013; Bertoni & Neto, 2018; Alvarenga et al., 2019), com uma fita não elástica na parte

proximal da coxa. O participante realizou uma contração isométrica máxima dos rotadores laterais do quadril (Figura 7), com resistência ao movimento aplicada na parte superior do maléolo medial, enquanto que, os rotadores mediais (Figura 8) foram avaliados com resistência ao movimento aplicada acima do maléolo lateral (Bertoni & Neto, 2018; Alvarenga et al., 2019), com uma outra fita não elástica envolvendo o dinamômetro.

Figura 7 - Avaliação isométrica da força de rotadores laterais de quadril



Fonte: Dos Autores, 2024

Figura 8 - Avaliação isométrica da força de rotadores mediais de quadril



Fonte: Dos Autores, 2024

Para avaliar a força dos extensores de joelho (Figura 9), o participante foi orientado a sentar na maca com os quadris flexionados a 90° e o joelho a ser testado em 60° de flexão, com uma fita não elástica na região proximal da coxa e outra fita não elástica envolvendo o dinamômetro, este posicionado 5 cm acima da linha dos maléolos na parte anterior da perna

(Junior et al., 2017). No teste isométrico de flexão de joelho (Figura 10), o participante permaneceu em posição prona em uma maca, com uma fita não elástica acima do quadril, e com o joelho do membro avaliado a 45° de flexão, sem realizar apoio com o pé contralateral ou com os membros superiores contra a maca e sem elevar o quadril, para evitar compensações de movimento que interferisse na avaliação (Oliveira & Gonçalves, 2008). O dinamômetro, envolvido por outra fita não elástica, foi posicionado na parte posterior da perna, cinco centímetros acima da linha dos maléolos.

Figura 9 - Avaliação isométrica da força de extensores de joelho



Fonte: Dos Autores, 2024

Figura 10 - Avaliação isométrica da força de flexores de joelho



Fonte: Dos Autores, 2024

Após a familiarização se deu início aos testes, no qual foram realizadas três contrações máximas de 5 segundos, com intervalos de descanso de 30 segundos entre as contrações, evitando assim a fadiga muscular. Nos testes foram fornecidos estímulos verbais para incentivar os participantes a produzir o máximo nível de torque durante a contração, estes testes foram realizados por um examinador treinado e capacitado.

Foram utilizadas como medidas de desfecho o valor de torque isométrico máximo (pico de torque) normalizado pela massa corporal dos participantes (Nm/Kg) que pode ocorrer em qualquer uma das três contrações, bem como a média do torque isométrico máximo entre as três contrações realizadas. Além disso, foi investigado o tempo para atingir o pico de torque isométrico máximo (em segundos e milésimos de segundos), de cada participante.

A avaliação do desempenho funcional foi realizada por meio de quatro testes funcionais: *shuttle run*, salto horizontal (*broad jump*), *triple hop test* e *six-meter timed hop test*, considerados como medidas de agilidade, força e de estabilidade funcional (Keays et al., 2003).

No teste *shuttle run* (Figura 11), os participantes correram por uma distância de 6,12 metros em deslocamento anterior até tocar com o pé uma linha demarcada no solo (Lobato et al., 2020). A seguir, realizaram uma rápida mudança de direção e retornaram ao ponto inicial de partida, tocando com o pé a linha inicial e repetindo este procedimento mais uma vez. O teste completo inclui uma distância de 24,48 metros e três mudanças de direção (uma ao final de cada deslocamento), sendo o tempo para execução do teste cronometrado (*Timex marathon*, Timex Group USA Inc Middlebury, CT, Estados Unidos) em segundos e centésimos de segundos (Lobato et al., 2020), sendo registrado para as comparações de interesse.

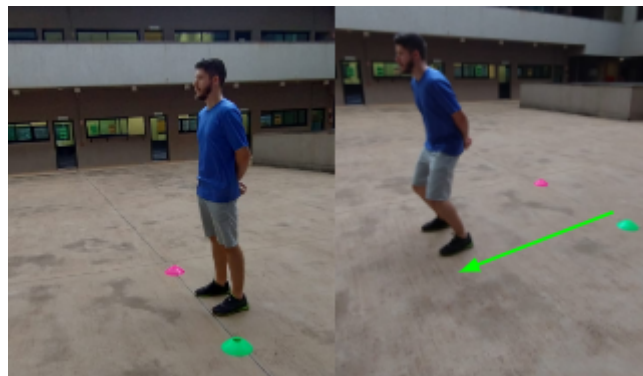
Figura 11 - Teste de agilidade *Shuttle Run*



Fonte: Dos Autores, 2024

Para medir a distância saltada no *broad jump* (Figura 12), cada participante ficou posicionado em uma linha de partida com os pés paralelos e afastados na largura dos ombros. Os participantes foram instruídos a flexionar os joelhos e levar os braços para trás do corpo. Então, com um impulso, estenderam as pernas, moveram os braços para frente e saltaram o mais longe possível (Pardos-Mainer, Casajús & Gonzalo-Skok, 2019). A distância saltada foi medida em metros e centímetros.

Figura 12 - Teste *Broad Jump*



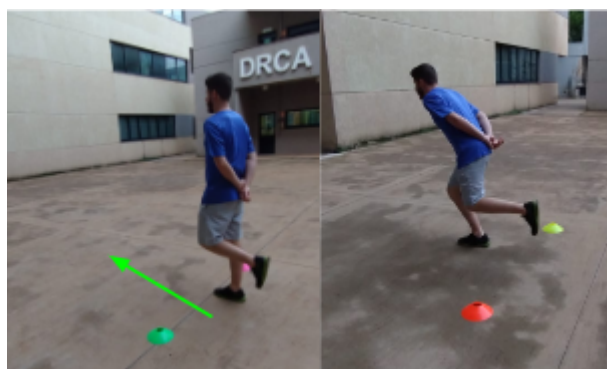
Fonte: Dos Autores, 2024

Para avaliação do *triple hop test* (THT) (Figura 13) uma trena métrica padrão foi fixada ao solo, perpendicular à linha de partida do teste. Cada participante iniciou o teste em apoio simples sobre o membro em avaliação (dominante ou não-dominante, de acordo com o sorteio realizado para a avaliação do torque), com o pé imediatamente atrás da linha de partida. Os membros superiores ficaram posicionados atrás do corpo para evitar qualquer contribuição de equilíbrio durante a atividade, aumentando a demanda funcional no membro inferior em consideração (Baldon et al., 2012). Os participantes foram instruídos a executar três saltos consecutivos máximos com o membro em avaliação, e manter o equilíbrio na última aterrissagem por pelo menos dois segundos antes de colocar o membro contralateral no solo (Lobato et al., 2020; Silva et al., 2021).

Figura 13 - *Triple Hop Test*

Fonte: Dos Autores, 2024

Para o *six-meter timed hop test* (Figura 14), foi utilizado um cronômetro digital (Timex marathon, Timex Group USA Inc, Middlebury, CT, Estados Unidos) para medir o tempo de execução do teste. Cada participante iniciou o teste em apoio simples sobre o membro em avaliação (dominante ou não-dominante, de acordo com o sorteio realizado para a avaliação de torque), com o pé imediatamente atrás da linha de partida. Os membros superiores estavam posicionados atrás do corpo para evitar qualquer contribuição do equilíbrio durante a atividade, aumentando a demanda funcional do membro inferior em consideração (Baldon et al., 2012). Os participantes foram instruídos a completar a distância definida, 6 metros (Silva et al., 2021), realizando saltos consecutivos com o membro inferior em avaliação o mais rápido possível e cruzaram a linha de chegada sem desacelerar em qualquer momento do teste (Baldon et al., 2012; Lobato et al., 2020; Silva et al., 2021).

Figura 14 - *Six-Meter Timed Hop Test*

Fonte: Dos Autores, 2024

Os testes foram repetidos quando os participantes utilizaram seus membros superiores como uma estratégia de propulsão ou se houvesse perda de equilíbrio durante o teste. Três tentativas válidas de cada teste foram realizadas, para cada membro inferior. As

variáveis de desfecho utilizadas foram a distância média alcançada durante o *broad jump* (m) e o *triple hop test* (m) e o tempo médio obtido no *shuttle run* (s) e no *six-meter timed hop test* (s).

7.4 Análises Estatísticas

Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o software BioEstat (v. 5.3, Instituto Mamirauá, Tefé, Brasil). A normalidade e homocedasticidade dos dados foram analisados usando os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Os dados antropométricos e demográficos foram comparados usando o teste t para amostras independentes ou o teste U de Mann-Whitney, a depender das condições de normalidade e homocedasticidade. A análise intragrupos foi obtida por meio do teste t de Student para amostras dependentes ou do teste de Wilcoxon. A análise intergrupos foi obtida por meio do teste t de Student para amostras independentes ou do teste U de Mann-Whitney. Um nível alfa predefinido de 5% foi usado para todos os testes estatísticos.

8 Resultados

Em relação ao torque flexor do quadril normalizado pela massa corporal (Tabela 2), não foi verificada diferença significativa na comparação intergrupos ou intragrupo em nenhuma das variáveis. Em relação ao torque extensor do quadril normalizado pela massa corporal (Tabela 2), foi verificada, na comparação intergrupos, diferença significativa do pico de torque, tanto no membro dominante ($p= 0.0065$) quanto não-dominante ($p= 0.0162$), a favor do GC. Fato que se repetiu na média de torque, nos membros dominante ($p= 0.0097$) e não-dominante ($p= 0.0323$), também a favor do GC. Houve significância na comparação intragrupo controle no pico de torque do membro dominante ($p= 0.0333$), a favor do membro dominante.

Tabela 2. Média (DP) do pico de torque, média do pico de torque (normalizados pela massa corporal) e do tempo para atingir o pico de torque flexor e extensor do quadril. (GC: n = 19; GS: n = 05).

			PT (Nm/kg)	MT (Nm/kg)	TP (seg.)
GC	FQ	D	0.76 (0.27)	0.61 (0.22)	3.27 (0.86)
		ND	0.76 (0.21)	0.61 (0.18)	3.46 (0.93)
	EQ	D	1.90 (0.51)*#	1.48 (0.35)*	3.13 (1.04)
		ND	1.72 (0.57)*#	1.36 (0.44)*	2.97 (1.19)
GS	FQ	D	0.63 (0.21)	0.51 (0.16)	4.03 (0.92)
		ND	0.63 (0.24)	0.49 (0.22)	3.21 (0.32)
	EQ	D	1.10 (0.64)*	0.92 (0.55)*	3.38 (1.10)
		ND	1.00 (0.49)*	0.85 (0.45)*	3.01 (0.99)

Legenda: GC= Grupo Controle; GS= Grupo com Síndrome de Osgood-Schlatter; FQ= Flexor do quadril; EQ= Extensor do quadril; D= Membro dominante; ND= Membro não dominante; PT= Pico de torque; MT= Média do pico de torque; TP= Tempo para atingir o pico de torque.

*Diferença intergrupos; #Diferença intragrupo.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2024

Em relação ao torque abdutor do quadril normalizado pela massa corporal (Tabela 3), foi verificada diferença significativa na comparação intergrupos do pico de torque do membro não-dominante ($p= 0.0173$), a favor do GC. No tempo para atingir o pico de torque houve diferenças intragrupo em ambos os grupos GC ($p= 0.0435$) e GS ($p= 0.0088$), ambos a favor do membro dominante. Em relação ao torque adutor do quadril normalizado pela massa

corporal (Tabela 3), foi verificada, na comparação intergrupos, diferença significativa do pico de torque, tanto nos membros dominante ($p= 0.0036$) quanto não-dominante ($p= 0.0408$), ambos a favor do GC. Fato que se repetiu na média de torque, apenas na comparação entre os membros dominantes ($p= 0.0151$), também a favor do GC. Não houve diferença com significância no tempo ou na assimetria bilateral.

Tabela 3. Média(DP) do pico de torque, média do pico de torque (normalizados pela massa corporal) e do tempo para atingir o pico de torque abdutor e adutor do quadril. (GC: n = 19; GS: n = 05).

			PT (Nm/kg)	MT (Nm/kg)	TP (seg.)
GC	ABQ	D	1.40 (0.54)	1.07 (0.38)	2.68 (1.22) [#]
		ND	1.40 (0.55)*	1.12 (0.38)	3.31 (1.28) [#]
	ADQ	D	1.27 (0.24)*	1.00 (0.22)*	3.03 (1.12)
		ND	1.27 (0.35)*	0.99 (0.29)	2.74 (1.18)
GS	ABQ	D	1.08 (0.32)	0.91 (0.32)	2.27 (1.30) [#]
		ND	0.91 (0.24)*	0.75 (0.22)	3.53 (0.85) [#]
	ADQ	D	0.88 (0.24)*	0.71 (0.21)*	3.06 (1.60)
		ND	0.92 (0.18)*	0.77 (0.14)	2.33 (0.28)

Legenda: GC= Grupo Controle; GS= Grupo com Síndrome de Osgood-Schlatter; ABQ= Abdutor do quadril; ADQ= Adutor do quadril; D= Membro dominante; ND= Membro não dominante; PT= Pico de torque; MT= Média do pico de torque; TP= Tempo para atingir o pico de torque. *Diferença intergrupos; #Diferença intragrupo.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2024

Em relação ao torque rotador medial e lateral do quadril normalizado pela massa corporal (Tabela 4), não foi verificada diferença significativa nas comparações intergrupos ou intragrupo em nenhuma das variáveis, em ambos os grupos musculares.

Tabela 4. Média(DP) do pico de torque, média do pico de torque (normalizados pela massa corporal) e do tempo para atingir o pico de torque rotador medial e rotador lateral do quadril. (GC: n = 19; GS: n = 05).

			PT (Nm/kg)	MT (Nm/kg)	TP (seg.)
GC	RMQ	D	1.52 (0.57)	1.26 (0.48)	3.16 (1.27)
		ND	1.56 (0.58)	1.30 (0.51)	2.75 (1.20)
	RLQ	D	1.34 (0.42)	1.11 (0.37)	2.80 (1.12)
		ND	1.27 (0.40)	1.04 (0.33)	2.74 (1.25)
GS	RMQ	D	1.09 (0.37)	0.97 (0.34)	2.99 (1.09)
		ND	1.11 (0.59)	0.97 (0.49)	2.47 (1.41)
	RLQ	D	1.08 (0.37)	0.92 (0.32)	2.53 (1.04)
		ND	1.01 (0.26)	0.86 (0.24)	2.93 (0.97)

Legenda: GC= Grupo Controle; GS= Grupo com Síndrome de Osgood-Schlatter; RMQ= Rotador medial do quadril; RLQ= Rotador lateral do quadril; D= Membro dominante; ND= Membro não dominante; PT= Pico de torque; MT= Média do pico de torque; TP= Tempo para atingir o pico de torque. *Diferença intergrupos; #Diferença intragrupo.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2024

Em relação ao torque extensor do joelho normalizado pela massa corporal (Tabela 5), não foi verificada diferença intergrupos ou intragrupo significativa. Em relação ao torque flexor do joelho normalizado pela massa corporal (Tabela 5), foi verificada diferença significativa do pico de torque, em ambos os membros, dominante ($p= 0.0255$) e não-dominante ($p= 0.0428$), a favor do GC. Além disso, foram identificadas diferenças intragrupo no membro dominante do GC, tanto no pico de torque ($p= 0.0112$), quanto na média de torque ($p= 0.0486$), a favor do membro dominante. Não houve diferença significativa na assimetria bilateral.

Tabela 5. Média(DP) do pico de torque, média do pico de torque (normalizados pela massa corporal) e do tempo para atingir o pico de torque extensor e flexor do joelho. (GC: n = 19; GS: n = 05).

			PT (Nm/kg)	MT (Nm/kg)	TP (seg.)
GC	EJ	D	1.73 (0.52)	1.40 (0.42)	3.81 (0.57)
		ND	1.68 (0.49)	1.36 (0.41)	3.81 (0.59)
	FJ	D	1.17 (0.30)*#	0.93 (0.25)#	3.65 (0.91)
		ND	1.06 (0.32)*#	0.86 (0.27)#	3.37 (0.82)
GS	EJ	D	1.25 (0.35)	1.05 (0.28)	3.11 (1.32)
		ND	1.31 (0.35)	1.09 (0.30)	3.27 (1.14)
	FJ	D	0.79 (0.34)*	0.67 (0.30)	3.07 (0.59)
		ND	0.73 (0.28)*	0.62 (0.25)	3.34 (0.94)

Legenda: GC= Grupo Controle; GS= Grupo com Síndrome de Osgood-Schlatter; EJ= Extensor do joelho; FJ= Flexor do joelho; D= Membro dominante; ND= Membro não dominante; PT= Pico de torque; MT= Média do pico de torque; TP= Tempo para atingir o pico de torque. *Diferença intergrupos; #Diferença intragrupo.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2024

Sobre o desempenho funcional (Tabela 6), foi verificada diferença significativa entre os grupos apenas nos testes *shuttle run* ($p= 0.0265$) e *six meter timed hop test* do membro dominante ($p= 0.0050$), favoráveis ao GC.

Tabela 6. Média(DP) do desempenho funcional nos testes *shuttle run* (segundos), *broad jump* (metros), *triple hop test* (metros) e *six meter timed hop test* (segundos). (GC: n = 19; GS: n = 05).

		SR (seg.)	BJ (m.)	TH (m.)	SM (seg.)
	D	NA	NA	3.76 (0.62)	2.29 (0.26)*
GC	ND	NA	NA	3.83 (0.66)	2.28 (0.28)
	B	7.85 (0.59)*	1.40 (0.30)	NA	NA
	D	NA	NA	3.63 (1.43)	3.10 (1.06)*
GS	ND	NA	NA	3.73 (1.75)	3.07 (1.26)
	B	8.64 (0.90)*	1.51 (0.43)	NA	NA

Legenda: GC= Grupo Controle; GS= Grupo com Síndrome de Osgood-Schlatter; D= Membro dominante; ND= Membro não dominante; B= Bilateral; NA= Não se aplica; SR= *shuttle run*; BJ= *broad jump*; TH= *triple hop test*; SM= *six meter timed hop test*. *Diferença intergrupos; #Diferença intragrupo.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2024

9 Discussão

O objetivo deste estudo foi avaliar o torque isométrico de músculos que atuam no joelho e no quadril, bem como o desempenho funcional em testes de corrida e salto em futebolistas de 11 a 17 anos com diagnóstico de Síndrome de Osgood Schlatter, comparativamente a um grupo controle. Nossos principais achados foram a redução do torque extensor, abdutor e adutor de quadril e flexor de joelho nos participantes com SOS em relação ao grupo controle, além de diferenças intragrupo do torque extensor de quadril e do tempo para o pico de torque abdutor no grupo com a SOS. Por fim, houve pior desempenho dos participantes com SOS nos testes funcionais *shuttle run* e *six-meter timed hop test*.

O presente estudo demonstra que a SOS é capaz de impactar na força muscular de extensores, abdutores e adutores de quadril e flexores de joelho. Porém, há uma escassez de estudos e dados para comparação destes resultados (Rathleff et al., 2020). A associação entre a presença da SOS com a redução da força muscular de quadril e joelho foi documentada

previamente (Bruzda, Wilczyński & Zorena, 2023). Contudo, o presente estudo não encontrou uma redução significativa da força da musculatura extensora de joelho, o que era mais esperado, de acordo com outros estudos (Rathleff et al., 2020) e com a patomecânica da Síndrome, diretamente relacionada ao mecanismo extensor do joelho (Gawel & Zwierzchowska, 2021; Smith & Vacallo, 2021).

Ao contrário, no presente estudo verificou-se a redução da força muscular de flexores de joelho nos participantes com SOS. Esta redução pode ser justificada por um possível impacto da SOS sobre os músculos isquiotibiais, devido ao encurtamento do reto femoral (Lucena, Gomes & Guerra, 2011; Nakase et al., 2015), alterando o braço de alavanca da musculatura antagonista, e, conseqüentemente, a sua capacidade de gerar torque (Corbi et al., 2022).

Rathleff et al. (2020) verificaram redução no torque muscular isométrico do abdutor de quadril em meninas com SOS, na comparação entre um grupo saudável. Este achado está alinhado com os resultados do presente estudo, embora tenhamos avaliado apenas atletas do sexo masculino. A redução do torque abdutor do quadril já foi documentada em outras disfunções do joelho, como a disfunção patelofemoral (DPF) (Nunes, 2018). Pessoas com fraqueza em abdutores de quadril podem realizar inclinação lateral do tronco para compensar sua fraqueza e reduzir a carga no glúteo médio (Bazett-Jones et al., 2013), promovendo um desalinhamento dos membros inferiores nos planos frontal e transversal capaz de sobrecarregar o joelho e aumentar os riscos para outras lesões, como a do ligamento cruzado anterior (Baldon et al., 2014).

Quanto à comparação entre membros, com e sem a síndrome, o presente estudo verificou diferenças apenas na avaliação de torque extensor de quadril, fato não corroborado por nenhum outro estudo sobre a SOS. Contudo, Nunes (2018) encontrou redução significativa da força muscular extensora de quadril ao comparar um grupo com DPF com um grupo saudável. Sabe-se que a adição de treino de força direcionado pode compensar impactos negativos causados pela SOS (Rathleff et al., 2020) e controlar o desequilíbrio muscular existente. A presença de redução de força em extensão de quadril indica que há uma necessidade de treinamento muscular específico para esse grupo muscular na população com SOS, assim como na população com DPF (Nunes, 2018). Achados nessa tendência foram verificados por Rathleff et al. (2020), com o uso de uma estratégia de gestão focada nos déficits e preferências específicas dos atletas, em um período de 12 semanas, com resultados expressivos para o aumento da força de extensão de joelho e abdução de quadril de atletas com SOS.

As descobertas em relação à redução de força muscular indicam que os atletas com SOS podem ter capacidade reduzida de resistir a impactos e contrações excêntricas ao longo do tempo, ou seja, baixa resistência muscular, durante uma corrida exaustiva (Bazett-Jones et al., 2013). Dentro da literatura já era esperada a redução do nível de desempenho de atletas com a SOS (Kaneuchi et al., 2018), sendo relatados déficits funcionais por atletas que apresentaram a síndrome mesmo de forma assintomática (Bruzda, Wilczyński & Zorena, 2023). Tal fato foi confirmado no presente estudo. Os resultados indicam que houve menor agilidade nos atletas com SOS nos testes Shuttle Run e Six Meter Timed Hop Test, quando comparados aos atletas sem a síndrome. Uma hipótese para a redução do desempenho em um membro pode ser explicada pelo fato da síndrome afetar diretamente o mecanismo extensor do joelho (Nakase et al., 2015) e, consequentemente, a capacidade de propulsão dos atletas em tarefas de agilidade, além da reduzida flexibilidade de gastrocnêmio, comum na SOS, que impacta na capacidade de se mover adiante, devido à redução da dorsiflexão na fase de apoio (Takei et al., 2022). Contudo, este aspecto específico não foi avaliado no presente estudo.

10 Aplicações Práticas

Este estudo apresentou limitações. O baixo número de atletas com a SOS demonstra uma limitação considerável para a análise dos dados e comparações intergrupos. Uma possível explicação talvez esteja relacionada com o frequente abandono do esporte por parte dos indivíduos com esta síndrome, a redução da participação devido a vários fatores, principalmente a dor (Rathleff et al., 2020), o que faz com que o atleta mude seu esporte (Gaulrapp & Nührenbörger, 2021).

Mesmo diante das limitações, este estudo apresentou caminhos de análises biomecânicas que podem ser destinadas a este grupo, como análises da força isométrica e desempenho funcional, permitindo também um incremento de estudos específicos deste público, o que possibilita futuras comparações.

11 Conclusão

A Síndrome de Osgood Schlatter pode levar à redução do torque extensor, abdutor e adutor de quadril, e, flexor de joelho, bem como redução do desempenho funcional em agilidade, comparativamente a participantes controle. O membro que apresenta os sinais da SOS pode apresentar redução no torque extensor de quadril e no tempo para atingir o pico de torque abdutor, quando comparado ao membro contralateral.

12 Declaração de Interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

13 Referências

ALVARENGA, G; KIYOMOTO, H.D.; MARTINEZ, E.C.; POLESELLO, G.; ALVES, V.L.D.S.. NORMATIVE ISOMETRIC HIP MUSCLE FORCE VALUES ASSESSED BY A MANUAL DYNAMOMETER. **Acta Ortop Bras.** 2019 Mar-Apr;27(2):124-128. doi: 10.1590/1413-785220192702202596. PMID: 30988661; PMCID: PMC6442714.

BALDON, R.M.; LOBATO, D.F.M.; CARVALHO, L.P.; WUN, P.Y.L.; SANTIAGO, P.R.P.; SERRÃO, F.V. Effect of functional stabilization training on lower limb biomechanics in women. **Med Sci Sports Exerc.**; v.44, n.1, p.135-145, 2012.

BAZETT-JONES, D.M.; COBB, S.C.; HUDDLESTON, W.E.; O'CONNOR, K.M.; ARMSTRONG, B.S.; EARL-BOEHM, J.E.. Effect of patellofemoral pain on strength and mechanics after an exhaustive run. **Med Sci Sports Exerc.** 2013 Jul;45(7):1331-9. doi: 10.1249/MSS.0b013e3182880019. PMID: 23377834.

BERTONI, M. B. M.; GOMES NETO, M. Precisão de medidas de força muscular isométrica com dinamometria manual. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, [S. l.], v. 17, n. 3, p. 350–353, 2018. DOI: 10.9771/cmbio.v17i3.28673. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/cmbio/article/view/28673>. Acesso em: 20 fev. 2024.

BRUZDA, R., WILCZYNSKI, B. & ZORENA, K. Knee function and quality of life in adolescent soccer players with Osgood Shlatter disease history: a preliminary study. **Sci Rep** 13, 19200 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-46537-7>

CORBI, F.; MATAS, S.; ÁLVAREZ-HERMS, J.; SITKO, S.; BAIGET, E.; REVERTER-MASIA, J.; LÓPEZ-LAVAL, I. Osgood-Schlatter Disease: Appearance, Diagnosis and Treatment: A Narrative Review. **Healthcare (Basel)**. 2022 May 30;10(6):1011. doi: 10.3390/healthcare10061011. PMID: 35742062; PMCID: PMC9222654.

GAULRAPP H, NUHRENBORGER C. The Osgood-Schlatter disease: a large clinical series with evaluation of risk factors, natural course, and outcomes. **Int Orthop.** 2022 Feb;46(2):197-204. doi: 10.1007/s00264-021-05178-z. Epub 2021 Aug 24. PMID: 34427770.

GAWEL E, ZWIERZCHOWSKA A. Therapeutic interventions in Osgood-Schlatter disease: A case report. **Medicine (Baltimore)**. 2021 Dec 17;100(50):e28257. doi: 10.1097/MD.00000000000028257. PMID: 34918694; PMCID: PMC8678013.

HALILBASIC, A., AVDIC, D., KRESO, A., BEGOVIC, B., JAGANJAC, A., &

MARIC, M. (2012). Importance of clinical examination in diagnostics of Osgood-Schlatter Disease in boys playing soccer or basketball. *Journal of Health Sciences*, 2(1), 21–28. <https://doi.org/10.17532/jhsci.2012.59>

HOLDEN S, RATHLEFF MS. Separating the myths from facts: time to take another look at Osgood-Schlatter 'disease'. *Br J Sports Med*. 2020 Jul;54(14):824-825. doi: 10.1136/bjsports-2019-101888. Epub 2019 Dec 31. PMID: 31892535.

JUNIOR, Edson; VERRI, Edson; LIMA, Matheus et al. Avaliação da força muscular dos flexores e extensores de joelho com dinamômetro manual Lafayette após reconstrução do ligamento cruzado anterior. *Ling. Acadêmica*. Batatais, v.7, n.1, p. 23-30, jan./jun. 2017.

KANEUCHI, Y.; OTOSHI, K.; HAKOZAKI, M.; SEKIGUCHI, M.; WATANABE, K.; IGARI, T.; KONNO, S.. Bony Maturity of the Tibial Tuberosity With Regard to Age and Sex and Its Relationship to Pathogenesis of Osgood-Schlatter Disease: An Ultrasonographic Study. *Orthop J Sports Med*. 2018 Jan 8;6(1):2325967117749184. doi: 10.1177/2325967117749184. PMID: 29344541; PMCID: PMC5761927.

LOBATO, D; TEIXEIRA, V; FROES, I; DONZELI, M; BERTONCELLO, D. A comparison of the effects of plyometric and virtual training on physical and functional performance: a randomized, controlled, clinical trial. *J Sports Med Phys Fitness* 2020;60:000-000. DOI: 10.23736/S0022- 4707.20.10882-X

LUCENA GL, DOS SANTOS GOMES C, GUERRA RO. Prevalence and associated factors of Osgood-Schlatter syndrome in a population-based sample of Brazilian adolescents. *Am J Sports Med*. 2011; 39:415–420.

MENTIPLAY, B; PERRATON, L; BOWER, K; ADAIR, B; PUA, Y; WILLIAMS, G; MCGAW, R; CLARK, R. Assessment of Lower Limb Muscle Strength and Power Using Hand-Held and Fixed Dynamometry: A Reliability and Validity Study. *PLoS One*. 2015 Oct 28;10(10):e0140822. doi: 10.1371/journal.pone.0140822. PMID: 26509265; PMCID: PMC4624940.

NUNES, G.S.; DE OLIVEIRA SILVA, D.; PIZZARI, T.; SERRÃO, F.V.; CROSSLEY, K.M.; BARTON, C.J.. Clinically measured hip muscle capacity deficits in people with patellofemoral pain. *Phys Ther Sport*. 2019 Jan;35:69-74. doi: 10.1016/j.ptsp.2018.11.003. Epub 2018 Nov 11. PMID: 30471549.

OLIVEIRA, A. S.; GONÇALVES, M.. Leg muscles recruitment pattern in soccer players and active individuals during isometric contractions. *Electromyography and Clinical Neurophysiology* v. 49, n. 2-3, p. 93-101, fev. 2009.

PARDOS-MAINER, E.; CASAJÚS, J.A.; GONZALO-SKOK, O.. Adolescent female

soccer players' soccer-specific warm-up effects on performance and inter-limb asymmetries. **Biol Sport**. 2019 Sep;36(3):199-207. doi: 10.5114/biolSport.2019.85453. Epub 2019 May 28. PMID: 31624413; PMCID: PMC6786331.

RATHLEFF, M.S.; WINIARSKI, L.; KROMMES, K.; GRAVEN-NIELSEN, T.; HOLMICH, P.; OLESEN, J.L.; HOLDEN, S.; THORBORG, K.. Activity Modification and Knee Strengthening for Osgood-Schlatter Disease: A Prospective Cohort Study. **Orthop J Sports Med**. 2020 Apr 6;8(4):2325967120911106. doi: 10.1177/2325967120911106. PMID: 32284945; PMCID: PMC7137138.

RATHLEFF, M.S.; WINIARSKI, L.; KROMMES, K.; GRAVEN-NIELSEN, T.; HOLMICH, P.; OLESEN, J.L.; HOLDEN, S.; THORBORG, K.. Pain, Sports Participation, and Physical Function in Adolescents With Patellofemoral Pain and Osgood-Schlatter Disease: A Matched Cross-sectional Study. **J Orthop Sports Phys Ther**. 2020 Mar;50(3):149-157. doi: 10.2519/jospt.2020.8770. Epub 2020 Jan 6. PMID: 31905093.

SILVA, R; CARLOS, F; MORALES, M; EMERICK, V; TERUYU, A; VALADÃO, V; CARVALHO, L; LOBATO, D. Effect of two Dynamic Tape™ applications on the electromyographic activity of the gluteus medius and functional performance in women: A randomized, controlled, clinical trial. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, 2021, 25, 212-217. ISSN 1360-8592. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.11.018>.

TAKEI, S.; TORII, S.; TAKETOMI, S.; IIZUKA, S.; TOJIMA, M.; IWANUMA, S.; IIDA, Y.; TANAKA, S.. Developmental stage and lower quadriceps flexibilities and decreased gastrocnemius flexibilities are predictive risk factors for developing Osgood-Schlatter disease in adolescent male soccer players. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**. 2023 Aug;31(8):3330-3338. doi: 10.1007/s00167-023-07378-z. Epub 2023 Mar 31. PMID: 37002485; PMCID: PMC10356628.

TEIXEIRA, V; QUEIROZ, T; LEÃO, I; INNECCO, L; MARCELINO, E; LOBATO, D. FIFA 11+ Kids program effects on jump kinetics in soccer players – A randomized controlled clinical trial, **Research in Sports Medicine**, 2023, 31(5), 562–573. DOI: 10.1080/15438627.2021.2010204.

WATANABE, H; FUJII, M; ABE, H; TODA, N; HIGASHIYAMA, R; TAKAHIRA, N. Pathogenic Factors Associated With Osgood-Schlatter Disease in Adolescent Male Soccer Players: A Prospective Cohort Study. **Orthop J Sports Med**, 2018 Aug 28;6(8):2325967118792192. doi: 10.1177/2325967118792192.

14 Manuscrito 2

Desequilíbrio de força proximal em atletas futebolistas com Síndrome de Osgood Schlatter

Thiago Moisés Queiroz, Thamires Elizabeth Fernandes de Oliveira, Victor Luís de Oliveira Parreira, Gabriel Laplaca Manino, Mateus Barros Lara de Oliveira, Natasha de Almeida Camargos, Daniel Ferreira Moreira Lobato.

Laboratório de Análise do Movimento Humano, Departamento de Fisioterapia Aplicada, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, Brasil.

Autor correspondente:

Prof. Dr. Daniel Ferreira Moreira Lobato. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Rua Vigário Carlos, 100 - Bloco B - 4º andar - Sala 406. 38025-180 - Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Telefone: 55 (34) 3700-6812. E-mail: daniel.lobato@uftm.edu.br. ORCID: 0000-0002-2353-8650

Thiago Moisés Queiroz – 0000-0001-6594-4879

Thamires Elizabeth Fernandes de Oliveira – 0000-0003-1416-7250

Victor Luís de Oliveira Parreira – 0000-0000-0000-0000

Gabriel Laplaca Manino – 0000-0003-3020-6790

Mateus Barros Lara de Oliveira – 0000-0002-7623-5397

Natasha de Almeida Camargos – 0000-0002-4481-6728

Daniel Ferreira Moreira Lobato – 0000-0002-2353-8650

Conflito de interesses: Os autores declaram não ter conflitos de interesse.

Contagem de palavras no *Abstract*: 247

Contagem de palavras no Manuscrito (excluindo citações e referências): 2.577

15 Resumo

Introdução: A prática esportiva é um fator relacionado à ocorrência da Síndrome de Osgood-Schlatter (SOS), promovendo um aumento do estresse tanto nas articulações quanto nas estruturas musculoesqueléticas, capaz de gerar rigidez muscular e fraquezas dos músculos do membro inferior. Logo, o equilíbrio de força muscular agonista/antagonista surge como um importante parâmetro a ser estudado em uma população com SOS. Este estudo busca avaliar a relação agonista/antagonista dos músculos flexores e extensores, abdutores e adutores, rotadores mediais e laterais do quadril, bem como dos músculos flexores e extensores do joelho em jovens futebolistas com SOS, comparativamente a um grupo controle. *Métodos:* foram recrutados vinte e quatro futebolistas, do sexo masculino, com idade entre 11 e 17 anos, vinculados a categorias de base do futebol amador, alocados (por conveniência) em um dos seguintes grupos: 1) com diagnóstico de Síndrome de Osgood Schlatter (GS, n=05); 2) sem qualquer disfunção no membro inferior (GC, n=19). A avaliação das relações flexores/extensores de quadril, abdutores/adutores de quadril, rotadores mediais/rotadores laterais de quadril e flexores/extensores de joelho foi realizada por meio do dinamômetro manual Lafayette. *Achados:* Houve aumento da relação agonista/antagonista entre os músculos flexores e extensores de quadril no GS, comprovado por diferença significativa da relação do pico de torque em ambos os membros dominante ($p=0.0360$) e não-dominante ($p=0.0345$). *Interpretação:* A Síndrome de Osgood Schlatter pode levar ao aumento da relação agonista/antagonista entre os músculos flexores e extensores de quadril no GS.

Palavras-chave: Futebol, Biomecânica, Síndrome de Osgood Schlatter, Torque, Cinética.

16 Abstract

Background: Practicing sports is a factor related to the occurrence of Osgood-Schlatter Syndrome (SOS), promoting an increase in stress in both joints and musculoskeletal structures, capable of generating muscle stiffness and weakness in the muscles of the lower limb. Therefore, the balance of agonist/antagonist muscle strength emerges as an important parameter to be studied in a population with SOS. This study aims to evaluate the agonist/antagonist relationship of the flexor and extensor muscles, abductors and adductors, medial and lateral hip rotators, as well as the knee flexor and extensor muscles in young football players with SOS, compared to a control group. *Methods:* twenty-four male footballers, aged between 11 and 17 years old, linked to the grassroots categories of amateur football, were recruited, allocated (for convenience) into one of the following groups: 1) diagnosed with Osgood Syndrome Schlatter (GS, n=05); 2) without any dysfunction in the lower limb (CG, n=19). The assessment of hip flexor/extensor, hip abductor/adductor, hip medial/lateral rotator and knee flexor/extensor relationships was performed using the Lafayette manual dynamometer. *Findings:* There was an increase in the agonist/antagonist relationship between the hip flexor and extensor muscles in the GS, proven by a significant difference in the peak torque relationship in both the dominant ($p= 0.0360$) and non-dominant limbs ($p= 0.0345$). *Interpretation:* Osgood Schlatter Syndrome can lead to an increase in the agonist/antagonist relationship between the hip flexor and extensor muscles in GS.

Keywords: Soccer, Biomechanics, Osgood Schlatter Disease, Kinematics.

17 Introdução

O início da prática de atividades esportivas coincide, em muitos casos, com o período de puberdade de atletas, o que pode acelerar o crescimento ósseo devido ao aumento da ação hormonal (Godfrey, Madgick & Whyte, 2003). Neste cenário, a prática da atividade esportiva promove um aumento do estresse aplicado tanto nas articulações quanto nas estruturas musculoesqueléticas (Kerssemakers et al., 2009), sendo este um fator crucial para o desenvolvimento da Síndrome de Osgood-Schlatter (SOS).

A SOS cursa com alterações musculoesqueléticas características nos músculos que atuam no joelho e seus respectivos tendões. A rigidez do quadríceps aumenta (Nakase et al., 2012), principalmente no músculo reto femoral (Lucenti et al., 2022), enquanto a tensão nos músculos isquiotibiais diminui frente ao desenvolvimento da tuberosidade da tíbia (Nakase et al., 2012). Essas alterações podem levar a modificações no equilíbrio de força muscular agonista/antagonista do joelho, confirmada pelo deslocamento da relação quadríceps/isquiotibiais para o músculo reto femoral (Gaulrapp & Nuhrenborger, 2022). Lucenti et al. (2022) cita ainda outros fatores, como alteração do tendão patelar e da própria anatomia da patela, como predisponentes para a SOS e, nestes casos, tratam-se de outras alterações capazes de intensificar a tensão sobre o tendão e o músculo, com potencial de afetar o equilíbrio de força muscular.

Atividades esportivas que são marcadas por repetidas cargas de desaceleração excêntrica do joelho oferecem maior risco para a SOS (Gaulrapp & Nuhrenborger, 2022), justamente por intensificar o estresse tensivo sobre a inserção do tendão patelar na tuberosidade tibial. Este cenário é agravado pelo crescimento das competições de alto rendimento envolvendo atletas mais jovens, principalmente em esportes como basquete, futebol e voleibol (Lucena, Santos & Guerra, 2011). Neste sentido, crianças e adolescentes podem estar em elevado risco de lesões por uso excessivo relacionadas ao esporte, especialmente quando apresentarem quadros de fraqueza e desequilíbrio muscular (Halilbasic et al., 2012).

Deste modo, é importante explorar se o equilíbrio de força muscular agonista/antagonista está preservado nessa população, não apenas para os músculos que atuam no joelho, mas também em outros complexos articulares do membro inferior, como o quadril, considerando as conexões existentes entre os complexos articulares em cadeia cinética fechada (Baldon et al., 2014). Além disso, a progressão da SOS é capaz de reduzir a força e a potência muscular dos membros inferiores, impossibilitando a continuidade do

processo de treinamento, o que pode afetar o desenvolvimento da carreira esportiva dos atletas (Gawel & Zwierzchowska, 2021).

Desse modo, o objetivo deste estudo foi avaliar a relação agonista/antagonista dos músculos flexores e extensores, abdutores e adutores, rotadores mediais e laterais do quadril, bem como dos músculos flexores e extensores do joelho em jovens futebolistas com SOS, comparativamente a um grupo controle. Hipotetizamos que os atletas com SOS apresentam maior desequilíbrio nas relações agonista/antagonista articulares, no sentido de aumentar os fatores de riscos para lesões dos membros inferiores.

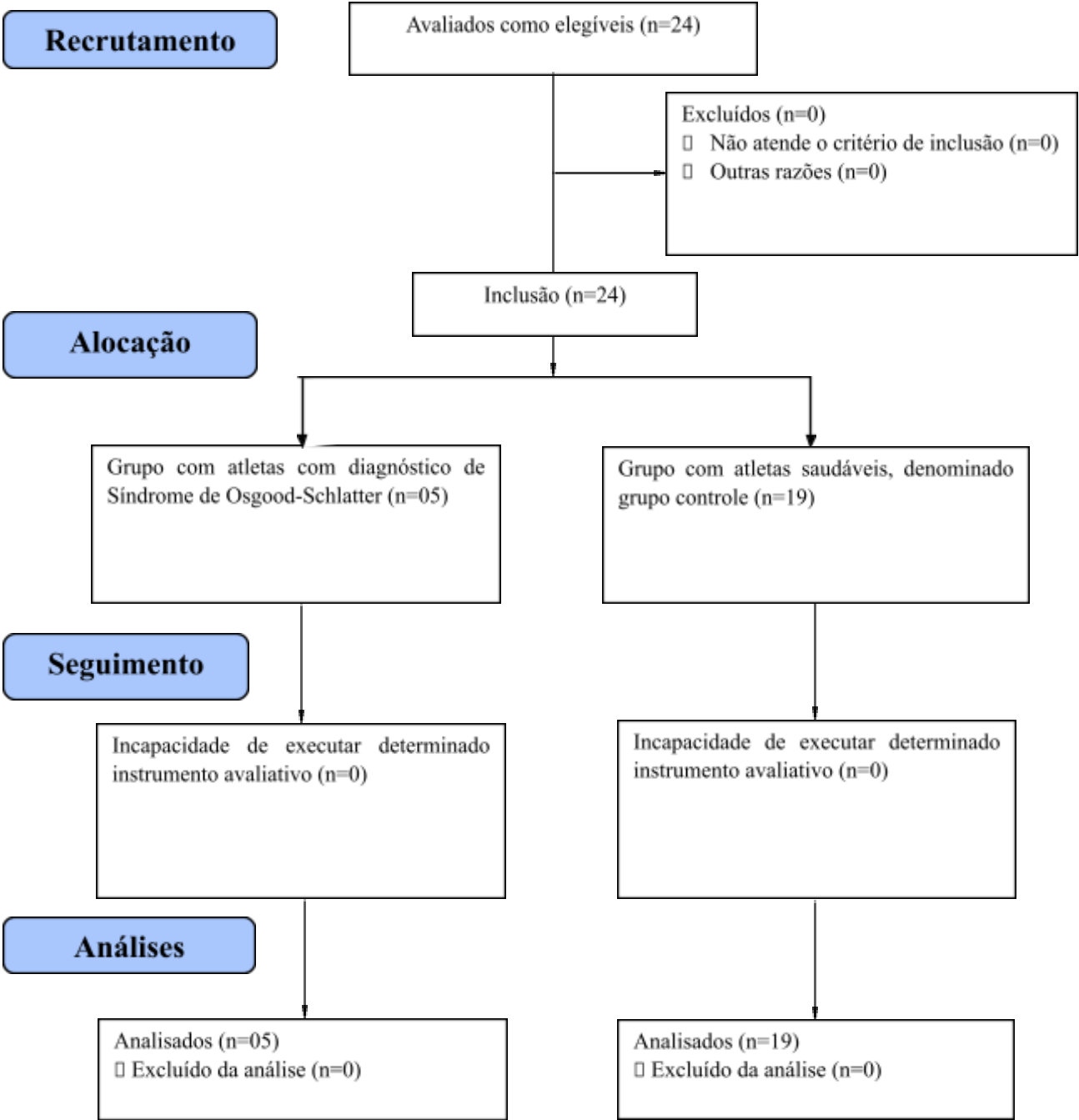
18 Materiais e Métodos

18.1 Participantes

Inicialmente, 24 possíveis participantes foram identificados para o estudo. Os critérios de inclusão foram: atletas saudáveis, ou que apresentaram, exclusivamente, o diagnóstico de SOS, com idade entre 11 e 17 anos; e praticantes de futebol por pelo menos 60 minutos, 3 vezes por semana, pelos últimos 6 meses. Todos os participantes foram instruídos a manter sua rotina de treinamento usual ao longo do estudo. Os critérios de exclusão foram: a) a presença de dor ou quaisquer sinais de disfunção musculoesquelética na coluna ou membros inferiores (Teixeira et al., 2023); b) a presença de doença cardiovascular ou respiratória que impedisse a execução as atividades propostas por determinado instrumento avaliativo (Teixeira et al., 2023); e c) incapacidade de executar determinado instrumento avaliativo.

Durante o recrutamento, para a confirmação do diagnóstico de SOS, foram exigidos exames radiológicos e parecer médico, estes documentos foram apresentados no momento da triagem. Os participantes preencheram uma história detalhada de saúde e questionários de atividade física, e foram submetidos a um exame físico (Apêndice 1). Após este processo, 24 participantes foram incluídos no estudo. Eles foram atribuídos a dois grupos. Um grupo com atletas com diagnóstico de SOS (GS) e outro grupo, denominado controle, com atletas saudáveis e sem a SOS (GC). A amostra final de 24 atletas (GS, n=05; GC, n=19) foi mantida. A Figura 1 exibe a representação esquemática do recrutamento e alocação dos participantes.

Figura 1. Fluxograma.



Fonte: Elaborado pelos Autores, 2024

Os dados antropométricos da amostra são apresentados na Tabela 1. O estudo foi aprovado pela (o) xxxxxx xxxxxxxx xx xxxxxx (xxxxx/xx) (protocolo nº 4.59.906/2020) – Anexo 3 e realizado de acordo com a Declaração de Helsinki. Todos os participantes (e seus pais) foram totalmente informados da natureza do estudo antes de fornecer seu consentimento por escrito para participar (Apêndices 2 e 3).

Tabela 1. Média(DP) dos dados demográficos, antropométricos dos grupos amostrais do estudo.

	GC (n=19)	GS (n=5)	p-
Idade (anos)	14.3(1.1)	13.6(2.2)	0.31
Estatutura (metros)	166.2(8.7)	173.2(12.1)	0.09
MC (kg)	51.0(11.7)	63.7(7.3)	0.01*
IMC (kg/m ²)	18.3(2.9)	21.5(3.9)	0.07
TP (meses)	51.3(31.6)	44.6(31.7)	0.83
CHS (min/sem)	309.5(82.5)	296.0(174.7)	0.37

Legenda: GC = Grupo Controle; GS = Grupo Síndrome Osgood-Schlatter; p-= p-valor; MC= Massa corporal; IMC= Índice de massa corporal; TP = Tempo de Prática; CHS= Carga horária de treino semanal; *Diferença intergrupos.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2024

18.2 Desenho do estudo

Este estudo consiste em um estudo biomecânico, do tipo experimental e transversal, e foi registrado no XXXXXXXXX XXXXXXXX xx XXXXXXX XXXXXX (RBR-2n24qg) – Anexo 4. Tanto as avaliações físicas de triagem e dinamometria, quanto às análises dos dados e dos resultados obtidos foram realizadas no Laboratório de Análise do Movimento Humano da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, na cidade de Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Os participantes foram avaliados fisicamente por meio de um dinamômetro isométrico (torque flexor e extensor de joelho, torque rotador medial e lateral, abdutor e adutor, flexor e extensor de quadril).

18.3 Procedimentos

Por meio de um dinamômetro isométrico manual *Lafayette Manual Muscle Test System*, modelo 01165 (*Lafayette Instrument Co*, Lafayette, Indiana, EUA) (Figura 2), foi realizada a análise do torque isométrico dos músculos do quadril e do joelho dos participantes. Foram coletados dados de força, sendo eles, o pico de força, a média da força e o tempo para atingir o pico de força. Posteriormente, o pico de força exercido pela musculatura avaliada (em N), foi multiplicado pela medida do braço de alavanca do membro (em m), representado pela distância do ponto de aplicação da força até o eixo de movimento, gerando o valor de pico de torque (em Nm).

Figura 2 - Dinamômetro isométrico manual *Lafayette Manual Muscle Test System*, modelo 01165



Fonte: Dos Autores, 2024

A avaliação de cada grupo muscular foi realizada bilateralmente, seguindo descrições já consolidadas na literatura. Em ordem, foram avaliados os músculos extensores, flexores, abdutores, adutores, rotadores laterais e rotadores mediais do quadril, bem como os músculos extensores e flexores do joelho. A ordem de realização dos testes (entre os membros dominante e não-dominante) foi aleatorizada por sorteio (<https://www.random.org/>). A dominância foi definida a partir da resposta do participante à pergunta “com qual perna você realiza um chute com a maior força?”.

Para avaliar a força de extensores de quadril (Figura 3), o participante ficou em decúbito ventral (Bazett-Jones et al., 2013; Nunes et al. 2018; Alvarenga et al., 2019) com os membros inferiores estendidos (Mentiplay et al., 2015), com uma fita não elástica acima do quadril. O examinador ficou ao lado do membro avaliado com ambas as mãos estabilizando o dinamômetro, apoiado 5 cm acima do da linha traçada com o maléolo lateral (Alvarenga et al., 2019), com a outra fita não elástica presa ao dinamômetro. A flexão do joelho do avaliado deveria ser observada e desencorajada. Para a avaliação dos flexores de quadril (Figura 4), o participante ficou sentado na beira da maca, com os joelhos fletidos a 90° (Mentiplay et al., 2015; Alvarenga et al., 2019), com uma fita não elástica na parte proximal da coxa. O examinador ficou ipsilateral ao membro avaliado, segurando o dinamômetro com ambas as

mãos sobre o fêmur do participante e apoiado 5 cm acima da borda da patela (Alvarenga et al., 2019), com a outra fita não elástica presa ao dinamômetro.

Figura 3 - Avaliação isométrica da força de extensores de quadril



Fonte: Dos Autores, 2024

Figura 4 - Avaliação isométrica da força de flexores de quadril



Fonte: Dos Autores, 2024

Para avaliar a força dos abdutores (Figura 5) e dos adutores do quadril (Figura 6), o participante foi posicionado em decúbito lateral na maca, com o quadril avaliado em posição neutra para flexão/extensão e envolvido por uma fita não elástica acima do quadril (Bazett-Jones et al., 2013; Nunes et al. 2018), além de manter com joelho em extensão. O

membro contralateral foi posicionado em flexão de quadril e 90° de flexão de joelho. O examinador se posicionou atrás do participante, bloqueando sua rotação, com ambas as mãos estabilizando o dinamômetro, localizado 5 centímetros acima do maléolo lateral, envolvido por outra fita não elástica, no momento da abdução, e do medial, no momento da adução (Alvarenga et al., 2019).

Figura 5 - Avaliação isométrica da força de abdutores de quadril



Fonte: Dos Autores, 2024

Figura 6 - Avaliação isométrica da força de adutores de quadril



Fonte: Dos Autores, 2024

Para avaliar a força dos rotadores de quadril, o examinador ficou posicionado contralateral ao membro a ser avaliado, com as duas mãos segurando o dinamômetro. O participante ficou sentado, mantendo os joelhos e os quadris flexionados a 90° (Bazett-Jones et al., 2013; Bertoni & Neto, 2018; Alvarenga et al., 2019), com uma fita não elástica na parte proximal da coxa. O participante realizou uma contração isométrica máxima dos rotadores

laterais do quadril (Figura 7), com resistência ao movimento aplicada na parte superior do maléolo medial, enquanto que, os rotadores mediais (Figura 8) foram avaliados com resistência ao movimento aplicada acima do maléolo lateral (Bertoni & Neto, 2018; Alvarenga et al., 2019), com uma outra fita não elástica envolvendo o dinamômetro.

Figura 7 - Avaliação isométrica da força de rotadores laterais de quadril



Fonte: Dos Autores, 2024

Figura 8 - Avaliação isométrica da força de rotadores mediais de quadril



Fonte: Dos Autores, 2024

Para avaliar a força dos extensores de joelho (Figura 9), o participante foi orientado a sentar na maca com os quadris flexionados a 90° e o joelho a ser testado em 60° de flexão, com uma fita não elástica na região proximal da coxa e outra fita não elástica envolvendo o dinamômetro, este posicionado 5 cm acima da linha dos maléolos na parte anterior da perna (Junior et al., 2017). No teste isométrico de flexão de joelho (Figura 10), o participante

permaneceu em posição prona em uma maca, com uma fita não elástica acima do quadril, e com o joelho do membro avaliado a 45° de flexão, sem realizar apoio com o pé contralateral ou com os membros superiores contra a maca e sem elevar o quadril, para evitar compensações de movimento que interferisse na avaliação (Oliveira & Gonçalves, 2008). O dinamômetro, envolvido por outra fita não elástica, foi posicionado na parte posterior da perna, cinco centímetros acima da linha dos maléolos.

Figura 9 - Avaliação isométrica da força de extensores de joelho



Fonte: Dos Autores, 2024

Figura 10 - Avaliação isométrica da força de flexores de joelho



Fonte: Dos Autores, 2024

Após a familiarização se deu início aos testes, no qual foram realizadas três contrações máximas de 5 segundos, com intervalos de descanso de 30 segundos entre as contrações, evitando assim a fadiga muscular. Nos testes foram fornecidos estímulos verbais para incentivar os participantes a produzir o máximo nível de torque durante a contração, estes testes foram realizados por um examinador treinado e capacitado.

O valor de pico de torque, bem como a média de torque, foram normalizados pela massa corporal dos participantes (Nm/Kg), sendo dados absolutos. Contudo, neste estudo, foram utilizadas como medidas de desfecho, a partir dos valores de torque absolutos, as relações agonista-antagonista possíveis: flexores/extensores de quadril, abdutores/adutores de quadril, rotadores mediais/rotadores laterais de quadril e flexores/extensores de joelho.

18.4 Análises Estatísticas

Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o software BioEstat (v. 5.3, Instituto Mamirauá, Tefé, Brasil). A normalidade e homocedasticidade dos dados foram analisados usando os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Os dados antropométricos e demográficos foram comparados usando o teste t para amostras independentes ou o teste U de Mann-Whitney, a depender das condições de normalidade e homocedasticidade. A análise intragrupos foi realizada por meio do teste t de Student para amostras dependentes ou do teste de Wilcoxon. A análise intergrupos foi realizada por meio do teste t de Student para amostras independentes ou do teste U de Mann-Whitney. Um nível alfa predefinido de 5% foi usado para todos os testes estatísticos.

19 Resultados

Sobre a relação torque flexor/torque extensor do quadril (Tabela 2), foi verificado diferença significativa da relação do pico de torque em ambos os membros dominante ($p=0.0360$) e não-dominante ($p=0.0345$), a favor do grupo SOS.

Tabela 2. Média(DP) da relação pico de torque flexor/torque extensor do quadril e da média do pico de torque flexor/torque extensor do quadril. (GC: n = 19; GS: n = 05).

			PT (Nm/kg)	MT (Nm/kg)
GC	F/E Q	D	0.44 (0.26)*	0.45 (0.26)
		ND	0.48 (0.19)*	0.49 (0.19)
GS	F/E Q	D	0.71 (0.40)*	0.72 (0.44)
		ND	0.73 (0.34)*	0.70 (0.40)

Legenda: GC= Grupo Controle; GS= Grupo com Síndrome de Osgood-Schlatter; F/E Q= Relação torque flexor/ torque extensor do quadril; D= Membro dominante; ND= Membro não dominante; PT= Pico de torque; MT= Média do pico de torque; *Diferença intergrupos; #Diferença intragrupo.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2024

Sobre a relação torque abdutor/torque adutor do quadril (Tabela 3), não foi verificada diferença significativa da relação em nenhuma das variáveis.

Tabela 3. Média(DP) da relação pico de torque abdutor/torque adutor do quadril e da média do pico de torque abdutor/torque adutor do quadril. (GC: n = 19; GS: n = 05).

			PT (Nm/kg)	MT (Nm/kg)
GC	AB/AD Q	D	1.09 (0.33)	1.07 (0.29)
		ND	1.12 (0.34)	1.18 (0.42)
GS	AB/AD Q	D	1.27 (0.39)	1.30 (0.38)
		ND	0.98 (0.20)	0.97 (0.19)

Legenda: GC= Grupo Controle; GS= Grupo com Síndrome de Osgood-Schlatter; AB/AD Q= Relação torque abdutor/torque adutor do quadril; D= Membro dominante; ND= Membro não dominante; PT= Pico de torque; MT= Média do pico de torque; *Diferença intergrupos; #Diferença intragrupo.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2024

Sobre a relação torque rotador medial/torque rotador lateral do quadril (Tabela 4), não foi verificada diferença significativa da relação em nenhuma das variáveis.

Tabela 4. Média(DP) da relação pico de torque rotador medial/torque rotador lateral do quadril e da média do pico de torque rotador medial/torque rotador lateral do quadril. (GC: n = 19; GS: n = 05).

			PT (Nm/kg)	MT (Nm/kg)
GC	RM/RL Q	D	1.18 (0.38)	1.18 (0.39)
		ND	1.29 (0.43)	1.28 (0.39)
GS	RM/RL Q	D	1.03 (0.21)	1.06 (0.21)
		ND	1.05 (0.29)	1.08 (0.26)

Legenda: GC= Grupo Controle; GS= Grupo com Síndrome de Osgood-Schlatter; RM/RL Q= Relação torque rotador medial/torque rotador lateral de quadril; D= Membro dominante; ND= Membro não dominante; PT= Pico de torque; MT= Média do pico de torque; *Diferença intergrupos; #Diferença intragrupo.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2024

Sobre a relação torque flexor/torque extensor do joelho (Tabela 5), não foi verificada diferença significativa da relação em nenhuma das variáveis.

Tabela 5. Média(DP) da relação pico de torque extensor/torque flexor do joelho e da média do pico de torque extensor/torque flexor do joelho. (GC: n = 19; GS: n = 05).

			PT (Nm/kg)	MT (Nm/kg)
GC	E/F J	D	0.71 (0.20)	0.70 (0.20)
		ND	0.69 (0.32)	0.68 (0.28)
GS	E/F J	D	0.64 (0.21)	0.63 (0.19)
		ND	0.55 (0.11)	0.56 (0.11)

Legenda: GC= Grupo Controle; GS= Grupo com Síndrome de Osgood-Schlatter; E/F J= Relação torque extensor/torque flexor do joelho; D= Membro dominante; ND= Membro não dominante; PT= Pico de torque; MT= Média do pico de torque; *Diferença intergrupos; #Diferença intragrupo.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2024

20 Discussão

O objetivo deste estudo foi avaliar a relação agonista/antagonista dos músculos flexores e extensores, abdutores e adutores, rotadores mediais e laterais do quadril, bem como dos músculos flexores e extensores do joelho em futebolistas de 11 a 17 anos com

diagnóstico de Síndrome de Osgood Schlatter, comparativamente a um grupo controle sem a síndrome. Nosso principal achado foi o aumento da relação agonista/antagonista entre os músculos flexores e extensores de quadril no GS.

Atletas com a Síndrome de Osgood Schlatter apresentaram maior relação torque isométrico flexor/torque isométrico extensor de quadril do que atletas saudáveis. Não havendo, a fim de comparação, estudos anteriores que avaliassem esta relação muscular, seja isométrica, ou com atletas com a SOS. Porém, podemos encontrar na literatura resultados semelhantes em um grupo de atletas com Osteíte Púlica, estes apresentaram relação de torque concêntrico flexor/torque concêntrico extensor de quadril aumentado, em comparação com atletas saudáveis (Mohammad & Elsaïs, 2022).

A relação flexora/extensora de quadril aumentada pode ser devido à maior atividade ou tensão nos flexores do quadril (Mohammad & Elsaïs, 2022), um músculo tenso e rígido pode aumentar a capacidade de gerar força e causar um desequilíbrio da relação com seu antagonista. Acredita-se também que o desequilíbrio muscular ocorra por meio de uma alteração nas proporções de força dos músculos antagonistas, possivelmente limitando o alinhamento dinâmico das articulações e, conseqüentemente, agindo como um fator etiológico de distúrbios musculoesqueléticos (Baldon, Lobato & Serrão, 2011).

Devido à relação agonista-antagonista, os extensores do quadril, principalmente o glúteo máximo, tornam-se sobrecarregados e fracos em comparação com os flexores do quadril (Mohammad & Elsaïs, 2022). Fato comprovado em nosso estudo, a partir da análise dos dados absolutos, os quais apresentaram redução no torque extensor de quadril do GS comparado ao GC. Contudo, há relato na literatura (Baldon et al., 2011) da influência do músculo glúteo máximo na estabilização da pelve no plano coronal, atuando como músculo abdutor, com sua porção superior, e rotador lateral. Isso teria um significado clínico muito grande, pois indicaria outros elementos na abordagem terapêutica e de treinamento em atletas com SOS.

O fortalecimento do glúteo máximo não só impacta na função de estabilização, como também no aumento da força extensora de quadril, para reajuste da relação agonista/antagonista. Uma importante implicação funcional dessa descoberta pode se dar na importância destas duas musculaturas para a realização de um chute (Mohammad & Elsaïs, 2022), o qual é uma ação de extrema importância durante uma partida de futebol. Desta maneira, se torna importante analisar clinicamente estas musculaturas para conter riscos e equacionar a relação agonista/antagonista de forma correta, com as duas musculaturas fortalecidas e não rígidas.

21 Aplicações Práticas

Este estudo apresentou limitações. O baixo número de atletas com a SOS demonstra uma limitação considerável para a análise dos dados e comparações intergrupos. Uma possível explicação talvez esteja relacionada com o frequente abandono do esporte por parte dos indivíduos com esta síndrome, a redução da participação devido a vários fatores, principalmente a dor (Rathleff et al., 2020), o que faz com que o atleta mude seu esporte (Gaulrapp & Nührenbörger, 2021).

Mesmo diante das limitações, este estudo apresentou caminhos de análises biomecânicas que podem ser destinadas a este grupo, com a análise da relação agonista/antagonista, permitindo também um incremento de estudos específicos deste público, o que possibilita futuras comparações.

22 Conclusão

A Síndrome de Osgood Schlatter pode levar ao aumento da relação agonista/antagonista entre os músculos flexores e extensores de quadril no GS. Sendo que o glúteo máximo, músculo extensor de quadril, se apresenta como um possui foco para fortalecimento e reequilíbrio dessa relação aumentada.

23 Referências

ALVARENGA, G; KIYOMOTO, H.D.; MARTINEZ, E.C.; POLESELLO, G.; ALVES, V.L.D.S.. NORMATIVE ISOMETRIC HIP MUSCLE FORCE VALUES ASSESSED BY A MANUAL DYNAMOMETER. **Acta Ortop Bras.** 2019 Mar-Apr;27(2):124-128. doi: 10.1590/1413-785220192702202596. PMID: 30988661; PMCID: PMC6442714.

BALDON, R. de M.; LOBATO, D. F. M.; CARVALHO, L. P.; SANTIAGO, P. R. P.; BENZE, B.G.; SERRÃO, F.V.. Relationship between eccentric hip torque and lower-limb kinematics: gender differences. **J Appl Biomech.** 2011 Aug;27(3):223-32. doi: 10.1123/jab.27.3.223. PMID: 21844611.

BALDON, R. de M.; LOBATO, D. F. M.; SERRÃO, F.V.. Differences between genders in eccentric hip adduction to abduction, hip medial to lateral rotation and knee flexion to extension peak torques ratios. **Isokinetics and Exercise Science.** 2011 Jun; 19(2):127-133. doi: 10.3233/IES-2011-0407.

BALDON, R. de M.; LOBATO, D. F. M.; YOSHIMATSU, A.P.; DOS SANTOS, A.F.; FRANCISCO, A.L.; PEREIRA SANTIAGO, P. R.; SERRÃO, F.V.. Effect of plyometric training on lower limb biomechanics in females. **Clin J Sport Med.** 2014

Jan;24(1):44-50. doi: 10.1097/01.jsm.0000432852.00391.de. PMID: 24100464.

BAZETT-JONES, D.M.; COBB, S.C.; HUDDLESTON, W.E.; O'CONNOR, K.M.; ARMSTRONG, B.S.; EARL-BOEHM, J.E.. Effect of patellofemoral pain on strength and mechanics after an exhaustive run. **Med Sci Sports Exerc.** 2013 Jul;45(7):1331-9. doi: 10.1249/MSS.0b013e3182880019. PMID: 23377834.

BERTONI, M. B. M.; GOMES NETO, M. Precisão de medidas de força muscular isométrica com dinamometria manual. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, [S. l.], v. 17, n. 3, p. 350–353, 2018. DOI: 10.9771/cmbio.v17i3.28673. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/cmbio/article/view/28673>. Acesso em: 20 fev. 2024.

GAULRAPP H, NUHRENBORGER C. The Osgood-Schlatter disease: a large clinical series with evaluation of risk factors, natural course, and outcomes. **Int Orthop.** 2022 Feb;46(2):197-204. doi: 10.1007/s00264-021-05178-z. Epub 2021 Aug 24. PMID: 34427770.

GAWEL E, ZWIERZCHOWSKA A. Therapeutic interventions in Osgood-Schlatter disease: A case report. **Medicine (Baltimore).** 2021 Dec 17;100(50):e28257. doi: 10.1097/MD.00000000000028257. PMID: 34918694; PMCID: PMC8678013.

GODFREY RJ, MADGWICK Z, WHYTE GP. The exercise-induced growth hormone response in athletes. **Sports Med.** 2003;33:599-613.

HALILBASIC, A., AVDIC, D., KRESO, A., BEGOVIC, B., JAGANJAC, A., & MARIC, M. (2012). Importance of clinical examination in diagnostics of Osgood-Schlatter Disease in boys playing soccer or basketball. **Journal of Health Sciences**, 2(1), 21–28. <https://doi.org/10.17532/jhsci.2012.59>

JUNIOR, Edson; VERRI, Edson; LIMA, Matheus et al. Avaliação da força muscular dos flexores e extensores de joelho com dinamômetro manual Lafayette após reconstrução do ligamento cruzado anterior. **Ling. Acadêmica.** Batatais, v.7, n.1, p. 23-30, jan./jun. 2017.

KERSSMAKERS, S. P; FOTIADOU, A. N; JONGE, M.C et al. Kerssemakers, S.P.Sport injuries in the paediatric and adolescent patient: a growing problem. **Pediatr Radiol** 39. 471–484 (2009). <https://doi.org/10.1007/s00247-009-1191-z>

LUCENA GL, DOS SANTOS GOMES C, GUERRA RO. Prevalence and associated factors of Osgood-Schlatter syndrome in a population-based sample of Brazilian adolescents. **Am J Sports Med.** 2011; 39:415–420.

LUCENTI L, SAPIENZA M, CALDACI A, CRISTO C, TESTA G, PAVONE V. The Etiology and Risk Factors of Osgood-Schlatter Disease: A Systematic Review. **Children** (Basel). 2022 Jun 2;9(6):826. doi: 10.3390/children9060826. PMID: 35740763; PMCID: PMC9222097.

MENTIPLAY, B; PERRATON, L; BOWER, K; ADAIR, B; PUA, Y; WILLIAMS, G; MCGAW, R; CLARK, R. Assessment of Lower Limb Muscle Strength and Power Using Hand-Held and Fixed Dynamometry: A Reliability and Validity Study. **PLoS One**. 2015 Oct 28;10(10):e0140822. doi: 10.1371/journal.pone.0140822. PMID: 26509265; PMCID: PMC4624940.

MOHAMMAD, W.S.; ELSAIS, W.M.. Deficits in eccentric antagonist/concentric agonist strength ratios: a comparative study of football players with and without osteitis pubis. **Eur Rev Med Pharmacol Sci**. 2022 Mar;26(5):1559-1564. doi: 10.26355/eurrev_202203_28221. PMID: 35302200.

NAKASE, J; AIBA, T; GOSHIMA, K; TAKAHASHI, R; TORATANI, R; KOSAKA, M et al. Relationship between the skeletal maturation of the distal attachment of the patellar tendon and physical features in preadolescent male football players. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**. 2014 Jan;22(1):195-9. doi: 10.1007/s00167-012-2353-3. Epub 2012 Dec 22. PMID: 23263228.

NUNES, G.S.; DE OLIVEIRA SILVA, D.; PIZZARI, T.; SERRÃO, F.V.; CROSSLEY, K.M.; BARTON, C.J.. Clinically measured hip muscle capacity deficits in people with patellofemoral pain. **Phys Ther Sport**. 2019 Jan;35:69-74. doi: 10.1016/j.ptsp.2018.11.003. Epub 2018 Nov 11. PMID: 30471549.

OLIVEIRA, A. S.; GONÇALVES, M.. Leg muscles recruitment pattern in soccer players and active individuals during isometric contractions. **Electromyography and Clinical Neurophysiology**v. 49, n. 2-3,p. 93-101, fev. 2009.

RATHLEFF, M.S.; WINIARSKI, L.; KROMMES, K.; GRAVEN-NELSEN, T.; HOLMICH, P.; OLESEN, J.L.; HOLDEN, S.; THORBORG, K.. Pain, Sports Participation, and Physical Function in Adolescents With Patellofemoral Pain and Osgood-Schlatter Disease: A Matched Cross-sectional Study. **J Orthop Sports Phys Ther**. 2020 Mar;50(3):149-157. doi: 10.2519/jospt.2020.8770. Epub 2020 Jan 6. PMID: 31905093.

TEIXEIRA, V; QUEIROZ, T; LEÃO, I; INNECCO, L; MARCELINO, E; LOBATO, D. FIFA 11+ Kids program effects on jump kinetics in soccer players – A randomized controlled clinical trial, **Research in Sports Medicine**, 2023, 31(5), 562–573. DOI: 10.1080/15438627.2021.2010204.

24 Manuscrito 3

Alterações do equilíbrio e da cinética do salto em atletas futebolistas com Síndrome de Osgood Schlatter

Thiago Moisés Queiroz, Gabriel Laplaca Manino, Mateus Barros Lara de Oliveira, Natasha de Almeida Camargos, Thamires Elizabeth Fernandes de Oliveira, Victor Luís de Oliveira Parreira, Daniel Ferreira Moreira Lobato.

Laboratório de Análise do Movimento Humano, Departamento de Fisioterapia Aplicada, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, Brasil.

Autor correspondente:

Prof. Dr. Daniel Ferreira Moreira Lobato. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Rua Vigário Carlos, 100 - Bloco B - 4º andar - Sala 406. 38025-180 - Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Telefone: 55 (34) 3700-6812. E-mail: daniel.lobato@uftm.edu.br. ORCID: 0000-0002-2353-8650

Thiago Moisés Queiroz – 0000-0001-6594-4879

Gabriel Laplaca Manino – 0000-0003-3020-6790

Mateus Barros Lara de Oliveira – 0000-0002-7623-5397

Natasha de Almeida Camargos – 0000-0002-4481-6728

Thamires Elizabeth Fernandes de Oliveira – 0000-0003-1416-7250

Victor Luís de Oliveira Parreira – 0000-0000-0000-0000

Daniel Ferreira Moreira Lobato – 0000-0002-2353-8650

Conflito de interesses: Os autores declaram não ter conflitos de interesse.

Contagem de palavras no *Abstract*: 247

25 Resumo

Achados recentes apontam para a ocorrência de uma redução da flexibilidade das extremidades inferiores na Síndrome de Osgood Schlatter (SOS), capaz de aumentar a tensão sobre o músculo quadríceps e levar à rigidez e impacto sobre as do membro inferior. Esta condição eleva o cuidado com a análise do salto de atletas com SOS, devido aos riscos existentes durante a prática esportiva. Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi avaliar as alterações de equilíbrio e na cinética do salto em jovens futebolistas com diagnóstico de Síndrome de Osgood Schlatter. Para tanto, foram recrutados vinte e quatro futebolistas, do sexo masculino, com idade entre 11 e 17 anos, vinculados a categorias de base do futebol amador, alocados (por conveniência) em um dos seguintes grupos: 1) com diagnóstico de Síndrome de Osgood Schlatter (GS, n=05); 2) sem qualquer disfunção no membro inferior (GC, n=19). A avaliação da cinética do salto foi avaliada no *drop landing*, no salto vertical máximo e no *tuck jump*. Os principais achados foram um maior pico de aterrissagem durante o *drop landing* ($p= 0.0116$), favorável ao GC, e uma menor taxa de desenvolvimento de força no desempenho cinético no teste *tuck jump* ($p= 0.0393$), também favorável ao GC. A Síndrome de Osgood Schlatter pode levar a alterações cinéticas durante saltos, com aumento do pico de aterrissagem durante o *drop landing* e redução da taxa de desenvolvimento de força no desempenho cinético no teste *tuck jump*.

Palavras-chave: Futebol, Biomecânica, Síndrome de Osgood Schlatter, Salto, Cinética, Plataforma de Força.

26 Abstract

Recent findings point to the occurrence of a reduction in flexibility of the lower extremities in Osgood Schlatter Syndrome (SOS), capable of increasing tension on the quadriceps muscle and leading to stiffness and impact on those of the lower limb. This condition increases care when analyzing the jump of athletes with SOS, due to the risks that exist during sports practice. Given the above, the objective of the present study was to evaluate changes in balance and jumping kinetics in young footballers diagnosed with Osgood Schlatter Syndrome. To this end, twenty-four male footballers, aged between 11 and 17 years, were recruited, linked to grassroots categories of amateur football, allocated (for convenience) into one of the following groups: 1) diagnosed with Osgood Syndrome Schlatter (GS, n=05); 2) without any dysfunction in the lower limb (CG, n=19). The evaluation of jump kinetics was evaluated in the drop landing, maximum vertical jump and tuck jump. The main findings were a higher landing peak during the drop landing ($p= 0.0116$), favorable to the CG, and a lower rate of force development in the kinetic performance in the tuck jump test ($p= 0.0393$), also favorable to the CG. Osgood Schlatter Syndrome can lead to kinetic changes during jumps, with an increase in the landing peak during drop landing and a reduction in the rate of force development in kinetic performance in the tuck jump test.

Keywords: Soccer, Biomechanics, Osgood Schlatter Disease, Jump, Kinematics, Plate Force.

27 Introdução

A Síndrome de Osgood-Schlatter (SOS) foi primeiramente descrita em 1903 por Osgood, nos EUA, e por Schlatter, na Suíça, de forma independente, como uma alteração localmente dolorosa da apófise da tuberosidade da tíbia por sobrecarga aguda ou crônica no esporte (Gaulrapp & Nuhrenborger, 2022). Também conhecida como osteocondrose ou necrose estéril da tuberosidade tibial, a SOS é uma condição inflamatória do tecido ósseo que se desenvolve no local de fixação do tendão patelar à tuberosidade da tíbia (Gawel & Zwierzchowska, 2021).

Achados recentes apontam para a ocorrência de uma redução da flexibilidade das extremidades inferiores na SOS, similar aos surtos de crescimento rápido, aumentando o risco de lesão por uso excessivo (Ladenhalf et al., 2019). A redução da flexibilidade aumenta a tensão sobre o músculo quadríceps com o desenvolvimento da tuberosidade tibial (Nakase et al., 2012), alterando a sua rigidez (Lucenti et al., 2022), com efeitos sobre a biomecânica da articulação de joelho (Nakase et al., 2012; Lucenti et al., 2022). Neste sentido, crianças e adolescentes podem estar particularmente em elevado risco de lesões por uso excessivo relacionadas ao esporte, como resultado de técnica inadequada, equipamento de proteção mal ajustado e erros de treinamento (Halilbasic et al., 2012).

Todavia, o futebol possui vários momentos em que o salto e a aterrissagem estão presentes, sendo fatores de risco para os atletas, ainda mais para atletas que desempenham técnica inadequada, devido a encurtamentos musculares (Nakase et al., 2015) ou déficits de força muscular (Rathleff et al., 2020), como no caso de atletas com a Síndrome de Osgood Schlatter. Para tanto, uma análise biomecânica do salto com o uso de testes para avaliar o equilíbrio dinâmico, habilidades de salto e padrões de aterrissagem (Wilczynski et al., 2021) podem servir como prevenção de lesões em atletas (Wilczynski et al., 2021; Kember et al., 2023).

Desse modo, o objetivo deste estudo foi avaliar as alterações de equilíbrio e de força do salto em futebolistas de 11 a 17 anos com diagnóstico de Síndrome de Osgood Schlatter. Acredita-se que os atletas com SOS apresentam maiores oscilações do centro de pressão e maiores forças de reação do solo do que atletas sem a síndrome, sendo identificadas pelo uso de plataforma de força.

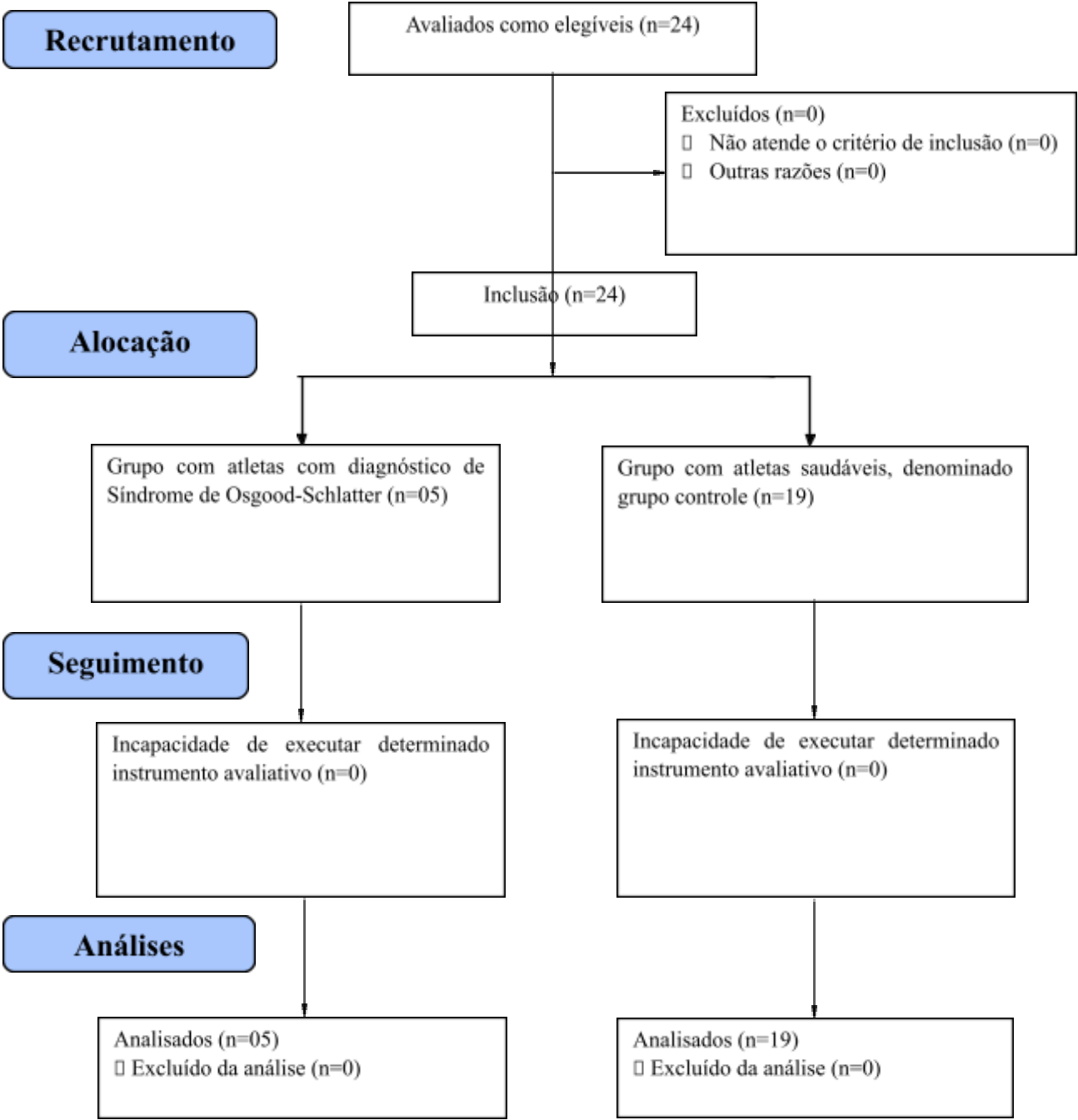
28 Materiais e Métodos

28.1 Participantes

Inicialmente, 24 possíveis participantes foram identificados para o estudo. Os critérios de inclusão foram: atletas saudáveis, ou que apresentaram, exclusivamente, o diagnóstico de SOS, com idade entre 11 e 17 anos; e praticantes de futebol por pelo menos 60 minutos, 3 vezes por semana, pelos últimos 6 meses. Todos os participantes foram instruídos a manter sua rotina de treinamento usual ao longo do estudo. Os critérios de exclusão foram: a) a presença de dor ou quaisquer sinais de disfunção musculoesquelética na coluna ou membros inferiores (Teixeira et al., 2023); b) a presença de doença cardiovascular ou respiratória que impedisse a execução das atividades propostas por determinado instrumento avaliativo (Teixeira et al., 2023); e c) incapacidade de executar determinado instrumento avaliativo.

Durante o recrutamento, para a confirmação do diagnóstico de SOS, foram exigidos exames radiológicos e parecer médico, estes documentos foram apresentados no momento da triagem. Os participantes preencheram uma história detalhada de saúde e questionários de atividade física, e foram submetidos a um exame físico (Apêndice 1). Após este processo, 24 participantes foram incluídos no estudo. Eles foram atribuídos a dois grupos. Um grupo com atletas com diagnóstico de SOS (GS) e outro grupo, denominado controle, com atletas saudáveis e sem a SOS (GC). A amostra final de 24 atletas (GS, n=05; GC, n=19) foi mantida. A Figura 1 exibe a representação esquemática do recrutamento e alocação dos participantes.

Figura 1. Fluxograma.



Fonte: Elaborado pelos Autores, 2024

Os dados antropométricos da amostra são apresentados na Tabela 1. O estudo foi aprovado pela (o) xxxxxx xxxxxxxx xx xxxxxx (xxxxx/xx) (protocolo nº 4.59.906/2020) – Anexo 3 e realizado de acordo com a Declaração de Helsinki. Todos os participantes (e seus pais) foram totalmente informados da natureza do estudo antes de fornecer seu consentimento por escrito para participar (Apêndices 2 e 3).

Tabela 1. Média(DP) dos dados demográficos, antropométricos dos grupos amostrais do estudo.

	GC (n=19)	GS (n=5)	p-
Idade (anos)	14.3(1.1)	13.6(2.2)	0.31
Estatura (metros)	166.2(8.7)	173.2(12.1)	0.09
MC (kg)	51.0(11.7)	63.7(7.3)	0.01*
IMC (kg/m²)	18.3(2.9)	21.5(3.9)	0.07
TP (meses)	51.3(31.6)	44.6(31.7)	0.83
CHS (min/sem)	309.5(82.5)	296.0(174.7)	0.37

Legenda: GC = Grupo Controle; GS = Grupo Síndrome Osgood-Schlatter; p-= p-valor; MC= Massa corporal; IMC= Índice de massa corporal; TP = Tempo de Prática; CHS= Carga horária de treino semanal; *Diferença intergrupos.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2024

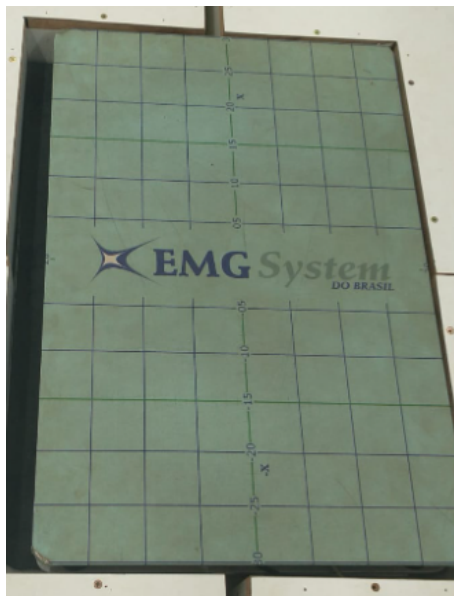
28.2 Desenho do estudo

Este estudo consiste em um estudo biomecânico, do tipo experimental e transversal, e foi registrado no XXXXXXXXX XXXXXXXX xx XXXXXXX XXXXXX (RBR-2n24qg) – Anexo 4. Tanto as avaliações físicas de triagem e cinéticas, quanto às análises dos dados e dos resultados obtidos foram realizadas no Laboratório de Análise do Movimento Humano da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, na cidade de Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Os voluntários foram avaliados por meio de uma plataforma de força e submetidos aos testes *drop landing*, salto horizontal e *tuck jump* como medidas de desempenho de salto.

28.3 Procedimentos

A avaliação da cinética do salto foi realizada por meio da utilização de uma plataforma de força BIOMECH 400 (EMG System do Brasil Ltda., São José dos Campos, Brasil) (Figura 2). Inicialmente os participantes estavam posicionados sobre de uma plataforma de madeira com altura de 31 cm (em relação à altura da plataforma de força) (Teixeira et al., 2023). Os participantes foram instruídos as tarefas de salto e aterrissagem sobre a plataforma de força, onde foram mensuradas as medidas de desfecho de interesse.

Figura 2 - Plataforma de força BIOMECH 400



Fonte: Dos Autores, 2024

O período de aquisição dos dados cinéticos foi programado para durar 5 segundos, a partir da saída do participante da plataforma de madeira. Para todos os testes, foi realizado um período de familiarização com os procedimentos, até que os participantes se sentissem capacitados a realizar os testes.

Na primeira tarefa de salto (Figura 3), o participante encontrava-se inicialmente posicionado sobre a plataforma de madeira, com os pés alinhados e separados entre si por uma distância de 35 cm. Após o comando do avaliador, o participante realizou uma aterrissagem anterior da plataforma (*drop landing*), dando um passo para frente e aterrissando de forma bilateral sobre a plataforma de força, localizada a 10 cm de distância horizontal (Teixeira et al., 2023). Foram registrados 3 saltos válidos para análise (quando o avaliado conseguiu cumprir o procedimento e manter o equilíbrio ao longo de todo gestual), de cada participante. Foi respeitado o intervalo de 30 segundos entre cada tentativa de realização do teste (Teixeira et al., 2023).

Figura 3 - *Drop Landing*

Fonte: Dos Autores, 2024

Na segunda tarefa de salto (Figura 4), o participante também esteve posicionado sobre a plataforma de madeira e saltou anteriormente para atingir a plataforma de força, que estava em uma distância horizontal equivalente a 50% de sua estatura (Teixeira et al., 2023) e, logo em seguida, realizou um salto vertical máximo, aterrissando novamente na plataforma de força. Foram realizados três saltos válidos para análise, com intervalo de 30 segundos entre cada tentativa.

Figura 4 - Salto horizontal



Fonte: Dos Autores, 2024

Na terceira tarefa de salto (Figura 5), o participante esteve posicionado diretamente sobre a plataforma de força para a realização do teste *Tuck Jump*, em que deveria realizar saltos verticais consecutivos, com máxima flexão de joelho e quadril, com o maior número de saltos dentro de um período de 10 segundos (Kember et al., 2023), sempre aterrissando novamente na plataforma de força. Foram realizadas três tentativas válidas para análise, com intervalo de 30 segundos entre cada tentativa.

Figura 5 - *Tuck Jump*

Fonte: Dos Autores, 2024

Após a realização dos testes, os valores encontrados foram enviados para um processador, o qual através do software EMGLab 3.0 2016 (Emg System do Brasil Ltda., São José dos Campos, Brasil), registrou esses dados que foram armazenados e analisados. Os dados do equilíbrio foram analisados por meio do módulo de estabilografia – *Stabilography* e os dados de cinética do salto foram analisados por meio do módulo *Jump Kinetics*. Os resultados encontrados foram inseridos em planilha EXCEL, para a análise em pacote estatístico apropriado.

28.4 Análises Estatísticas

Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o software BioEstat (v. 5.3, Instituto Mamirauá, Tefê, Brasil). A normalidade e homocedasticidade dos dados foram analisados usando os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Os dados antropométricos e demográficos foram comparados usando o teste t para amostras independentes ou o teste U de Mann-Whitney, a depender das características de normalidade e homocedasticidade. A análise intragrupos foi realizada por meio do teste t de Student para amostras dependentes ou do teste de Wilcoxon. A análise intergrupos foi realizada por meio do teste t de Student para amostras independentes ou do teste U de Mann-Whitney. Um nível alfa predefinido de 5% foi usado para todos os testes estatísticos.

29 Resultados

Sobre o desempenho cinético nos testes *drop landing* e salto horizontal (Tabela 2), foi verificada diferença significativa entre os grupos apenas no pico de aterrissagem durante o *drop landing* ($p= 0.0116$), favorável ao GC.

Tabela 2. Média(DP) do desempenho cinético nos testes *drop landing* e salto horizontal. (GC: n = 19; GS: n = 05).

		PA (N)	PISV (N)	PASV (N)
GC	DL	2398.63 (439.14)*	1739.10 (366.06)	2738.84 (583.40)
	SH	2489.16 (427.03)	1687.89 (388.93)	2735.74 (558.77)
GS	DL	3183.80 (847.31)*	1969.40 (400.80)	2700.80 (431.26)
	SH	2900.20 (568.58)	1874.20 (259.79)	2668.60 (643.25)

Legenda: GC= Grupo Controle; GS= Grupo com Síndrome de Osgood-Schlatter; DL= Drop Landing; SH= Salto Horizontal; D= Membro dominante; ND= Membro não dominante; PA= Pico na aterrissagem; PISV= Pico na impulsão do salto vertical; PASV= Pico na aterrissagem do salto vertical. *Diferença intergrupos.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2024

Sobre o desempenho cinético no teste *tuck jump* (Tabela 3), foi verificada diferença significativa entre os grupos apenas na taxa de desenvolvimento de força ($p= 0.0393$), favorável ao GC.

Tabela 3. Média(DP) do desempenho cinético no teste *tuck jump*. (GC: n = 19; GS: n = 05).

	A AP (cm)	A ML (cm)	A (cm)	DS (ms)	DT (cm)	DV (ms)	FM (bw)	TDF N/(BW*S)	DCG (cm)
GC	23.10 (2.05)	29.47 (3.04)	724.42 (88.97)	729.11 (293.70)	745.54 (271.57)	444.37 (25.66)	4.26 (0.87)	88.21 (34.91)*	23.95 (2.81)
GS	23.80 (0.45)	32.40 (3.91)	685.02 (390.98)	750.00 (419.78)	692.61 (397.45)	141.00 (46.53)	4.20 (0.45)	64.00 (11.11)*	20.80 (4.32)

Legenda: GC= Grupo Controle; GS= Grupo com Síndrome de Osgood-Schlatter; A AP= Amplitude ântero-posterior; A ML= Amplitude médio-lateral; A= Área; DS= Duração do salto; DT= Deslocamento total; DV= Duração do voo; FM= Força máxima; TDF= Taxa de desenvolvimento de força; DCG= Deslocamento do Centro de Gravidade (T Flight). *Diferença intergrupos.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2024

30 Discussão

O objetivo deste estudo foi avaliar as alterações de equilíbrio e na cinética do salto em futebolistas de 11 a 17 anos com diagnóstico de Síndrome de Osgood Schlatter, comparativamente a um grupo controle sem a síndrome. Nossos principais achados foram um maior pico de aterrissagem durante o *drop landing* e uma menor taxa de desenvolvimento de força no desempenho cinético no teste *tuck jump* do grupo com a SOS.

Não existem estudos como este que envolvam atletas com SOS e a realização de saltos sobre uma plataforma de força, impossibilitando uma comparação direta sobre a cinética do salto. Contudo, destacam-se os achados de Watanabe et al. (2018), que verificaram que atletas com SOS apresentaram um deslocamento do centro de gravidade (CG) para trás durante o chute, aumentando o momento de extensão do joelho da perna de apoio e sendo este um fator patogênico para a SOS. Os autores concluíram que os participantes com alto risco de SOS utilizam uma postura que envolve a inclinação do tronco para trás durante os chutes.

Apesar da diferença entre centro de gravidade e centro de massa, o deslocamento do CG indica a necessidade de utilizar a avaliação cinemática para pontuar deslocamentos das articulações de membros inferiores e erros de salto em atletas com SOS. Como a localização do centro de massa do corpo é amplamente influenciada pela massa do tronco, os movimentos aberrantes da pelve e do tronco podem afetar a orientação do vetor de força de reação do solo resultante e, portanto, os momentos que atuam no joelho (Powers, 2010). Logo, acreditava-se que os atletas com SOS poderiam apresentar maiores oscilações do centro de pressão comparados a atletas sem a síndrome, fato este não comprovado no presente estudo.

Outra hipótese deste estudo era de que atletas com SOS apresentariam maiores forças de reação do solo comparados a atletas sem síndrome, o que pôde ser comprovado durante a execução do *drop landing*, com o aumento no pico de aterrissagem. Durante a aterrissagem, a flexão de tronco e joelho elevam a necessidade da contração excêntrica de extensores de quadril e joelho para conter esses movimentos (Powers, 2010), portanto, este resultado indica menor eficiência dos músculos quadríceps e glúteo máximo na contração excêntrica que é necessária para desacelerar o peso do corpo durante a aterrissagem. Durante o *drop landing*, uma inclinação do tronco para frente moveria o vetor de força de reação do solo anteriormente, aumentando assim a demanda nos extensores do quadril, enquanto simultaneamente diminuiria a demanda nos extensores do joelho, enquanto que aterrissar com o tronco mais ereto teria o efeito oposto, aumentando a demanda nos extensores do

joelho e diminuindo a demanda nos extensores do quadril (Powers, 2010).

Segundo Teixeira et al. (2023), uma pré-ativação muscular tardia combinada com menor contração dos músculos extensores do quadril pode exigir maior ativação dos músculos extensores do joelho durante a fase de absorção do salto para melhor controlar as forças de pouso. Há estudos que demonstram fraqueza de extensores de quadril em atletas com DPF (Bazett-Jones et al., 2013; Rathleff et al., 2020) e, considerando esses achados, é possível que os atletas com SOS tenham dificuldade neste controle devido à fraqueza destas musculaturas, de forma associada, embora no estudo de Rathleff et al. (2020) apenas a fraqueza de extensores de joelho tenha sido comprovada estatisticamente, o que corrobora com a hipótese de menor eficiência dessa musculatura durante a aterrissagem.

A fraqueza em quadríceps, comparada a grupos de atletas saudáveis (Rathleff et al., 2020), ajuda a embasar o resultado obtido no desempenho do salto *tuck jump*, no qual, a taxa de desenvolvimento de força (TDF) foi reduzida. O declínio na TDF significa que o mecanismo de propulsão foi inibido de alguma forma, afetando a função concêntrica do quadríceps. Deste modo, pode-se inferir que a síndrome pode afetar tanto a função excêntrica e quanto concêntrica do quadríceps e, desta maneira, direcionar os clínicos a considerar exercícios de fortalecimento tanto para os músculos extensores do joelho quanto para a musculatura proximal do quadril como parte do manejo para melhorar a função e o desempenho de atletas com SOS (Rathleff et al., 2020).

31 Aplicações Práticas

Este estudo apresentou limitações. O baixo número de atletas com a SOS demonstra uma limitação considerável para a análise dos dados e comparações intergrupos. Uma possível explicação talvez esteja relacionada com o frequente abandono do esporte por parte dos indivíduos com esta síndrome, a redução da participação devido a vários fatores, principalmente a dor (Rathleff et al., 2020), o que faz com que o atleta mude seu esporte (Gaulrapp & Nührenbörger, 2021).

Mesmo diante das limitações, este estudo apresentou caminhos de análises biomecânicas que podem ser destinadas a este grupo, com a análise da cinética do salto em com diferentes testes, como o salto horizontal, *drop landing* e *tuck jump*, permitindo também um incremento de estudos específicos deste público, o que possibilita futuras comparações.

32 Conclusão

A Síndrome de Osgood Schlatter pode levar a alterações cinéticas durante saltos,

como um maior pico de aterrissagem durante o *drop landing* e uma menor taxa de desenvolvimento de força no desempenho cinético no teste *tuck jump*.

33 Referências

BAZETT-JONES, D.M.; COBB, S.C.; HUDDLESTON, W.E.; O'CONNOR, K.M.; ARMSTRONG, B.S.; EARL-BOEHM, J.E.. Effect of patellofemoral pain on strength and mechanics after an exhaustive run. **Med Sci Sports Exerc.** 2013 Jul;45(7):1331-9. doi: 10.1249/MSS.0b013e3182880019. PMID: 23377834.

GAULRAPP H, NUHRENBORGER C. The Osgood-Schlatter disease: a large clinical series with evaluation of risk factors, natural course, and outcomes. **Int Orthop.** 2022 Feb;46(2):197-204. doi: 10.1007/s00264-021-05178-z. Epub 2021 Aug 24. PMID: 34427770.

GAWEL E, ZWIERZCHOWSKA A. Therapeutic interventions in Osgood-Schlatter disease: A case report. **Medicine (Baltimore).** 2021 Dec 17;100(50):e28257. doi: 10.1097/MD.00000000000028257. PMID: 34918694; PMCID: PMC8678013.

HALILBASIC, A., AVDIC, D., KRESO, A., BEGOVIC, B., JAGANJAC, A., & MARIC, M. (2012). Importance of clinical examination in diagnostics of Osgood-Schlatter Disease in boys playing soccer or basketball. **Journal of Health Sciences**, 2(1), 21–28. <https://doi.org/10.17532/jhsci.2012.59>

KEMBER, L.S.; MYER, G.D.; MOORE, I.S.; LLOYD, R.S.. THE EFFECTS OF FATIGUE ON LOWER LIMB BIOMECHANICS AND KINETIC STABILISATION OF THE TUCK JUMP ASSESSMENT. **J Athl Train.** 2023 Sep 8. doi: 10.4085/1062-6050-0252.23. Epub ahead of print. PMID: 37681667.

LADENHAUF, Hannah N.; SEITLINGER, Gerd; GREEN, Daniel W. Osgood–Schlatter disease. **Current Opinion in Pediatrics.** 2019. doi:10.1097/mop.0000000000000842

LUCENTI L, SAPIENZA M, CALDACI A, CRISTO C, TESTA G, PAVONE V. The Etiology and Risk Factors of Osgood-Schlatter Disease: A Systematic Review. **Children (Basel).** 2022 Jun 2;9(6):826. doi: 10.3390/children9060826. PMID: 35740763; PMCID: PMC9222097.

NAKASE, J; AIBA, T; GOSHIMA, K; TAKAHASHI, R; TORATANI, R; KOSAKA, M et al. Relationship between the skeletal maturation of the distal attachment of the patellar tendon and physical features in preadolescent male football players. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.** 2014 Jan;22(1):195-9. doi: 10.1007/s00167-012-2353-3. Epub 2012 Dec 22. PMID: 23263228.

NAKASE, J; GOSHIMA, K; NUMATA, H et al. Precise risk factors for Osgood–Schlatter disease. **Arch Orthop Trauma Surg** **135**, 1277–1281 (2015). <https://doi.org/10.1007/s00402-015-2270-2>

POWERS, C. M.. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. **J Orthop Sports Phys Ther.** 2010 Feb;40(2):42-51. doi: 10.2519/jospt.2010.3337. PMID: 20118526.

RATHLEFF, M.S.; WINIARSKI, L.; KROMMES, K.; GRAVEN-NELSEN, T.; HOLMICH, P.; OLESEN, J.L.; HOLDEN, S.; THORBORG, K.. Pain, Sports Participation, and Physical Function in Adolescents With Patellofemoral Pain and Osgood-Schlatter Disease: A Matched Cross-sectional Study. **J Orthop Sports Phys Ther.** 2020 Mar;50(3):149-157. doi: 10.2519/jospt.2020.8770. Epub 2020 Jan 6. PMID: 31905093.

TEIXEIRA, V; QUEIROZ, T; LEÃO, I; INNECCO, L; MARCELINO, E; LOBATO, D. FIFA 11+ Kids program effects on jump kinetics in soccer players – A randomized controlled clinical trial, **Research in Sports Medicine**, 2023, 31(5), 562–573. DOI: 10.1080/15438627.2021.2010204.

WATANABE, H; FUJII, M; ABE, H; TODA, N; HIGASHIYAMA, R; TAKAHIRA, N. Pathogenic Factors Associated With Osgood-Schlatter Disease in Adolescent Male Soccer Players: A Prospective Cohort Study. **Orthop J Sports Med**, 2018 Aug 28;6(8):2325967118792192. doi: 10.1177/2325967118792192.

WILCZYNSKI, B.; HINCA, J.; ŚLEZAK, D.; ZORENA, K.. The Relationship between Dynamic Balance and Jumping Tests among Adolescent Amateur Rugby Players. A Preliminary Study. **Int J Environ Res Public Health.** 2021 Jan 4;18(1):312. doi: 10.3390/ijerph18010312. PMID: 33406658; PMCID: PMC7795102.

34 Considerações Finais

Os três manuscritos apresentados nesta dissertação trazem investigações sobre manifestações biomecânicas da Síndrome de Osgood Schlatter em atletas futebolistas jovens de 11 a 17 anos. Buscamos, com este estudo, uma melhor compreensão dos impactos desta síndrome sobre jovens atletas em relação a aspectos como torque isométrico absoluto do membro inferior, relações musculares agonistas/antagonistas, desempenho funcional em agilidade e em salto, cinética do salto e aterrissagem.

Os resultados obtidos neste estudo mostraram que a Síndrome de Osgood Schlatter pode levar à redução do torque extensor, abdutor e adutor de quadril, e, flexor de joelho, bem como ao desempenho funcional em agilidade, comparativamente a participantes controle. O membro que apresenta os sinais da SOS pode apresentar redução no torque extensor de quadril e no tempo para atingir o pico de torque abdutor, quando comparado ao membro contralateral. Esta síndrome pode levar ao aumento da relação agonista/antagonista entre os músculos flexores e extensores de quadril no GS. Sendo que o glúteo máximo, músculo extensor de quadril, se apresenta como um possui foco para fortalecimento e reequilíbrio dessa relação aumentada. Por fim, a Síndrome de Osgood Schlatter também pode levar a alterações cinéticas durante saltos, como um maior pico de aterrissagem durante o *drop landing* e uma menor taxa de desenvolvimento de força no desempenho cinético no teste *tuck jump*.

De acordo com os resultados apresentados neste estudo, podemos concluir que a Síndrome de Osgood Schlatter apresenta impactos biomecânicos em jovens futebolistas, de 11 a 17 anos, comparados a atletas saudáveis, o que abre um leque de oportunidades para estudar separadamente cada variável, e também, denota a importância do treinamento sobre cada uma das variáveis biomecânicas para desenvolvimento do atleta e redução de riscos de lesões ou agravamento.

35 Referências

ALVARENGA, G; KİYOMOTO, H.D.; MARTINEZ, E.C.; POLESELLO, G.; ALVES, V.L.D.S.. NORMATIVE ISOMETRIC HIP MUSCLE FORCE VALUES ASSESSED BY A MANUAL DYNAMOMETER. **Acta Ortop Bras.** 2019 Mar-Apr;27(2):124-128. doi: 10.1590/1413-785220192702202596. PMID: 30988661; PMCID: PMC6442714.

BALDON, R.M.; LOBATO, D.F.M.; CARVALHO, L.P.; WUN, P.Y.L.; SANTIAGO, P.R.P.; SERRÃO, F.V. Effect of functional stabilization training on lower limb biomechanics

in women. **Med Sci Sports Exerc.**; v.44, n.1, p.135-145, 2012.

BALDON, R. de M.; LOBATO, D. F. M.; CARVALHO, L. P.; SANTIAGO, P. R. P.; BENZE, B.G.; SERRÃO, F.V.. Relationship between eccentric hip torque and lower-limb kinematics: gender differences. **J Appl Biomech.** 2011 Aug;27(3):223-32. doi: 10.1123/jab.27.3.223. PMID: 21844611.

BALDON, R. de M.; LOBATO, D. F. M.; SERRÃO, F.V.. Differences between genders in eccentric hip adduction to abduction, hip medial to lateral rotation and knee flexion to extension peak torques ratios. **Isokinetics and Exercise Science.** 2011 Jun; 19(2):127-133. doi: 10.3233/IES-2011-0407.

BALDON, R. de M.; LOBATO, D. F. M.; YOSHIMATSU, A.P.; DOS SANTOS, A.F.; FRANCISCO, A.L.; PEREIRA SANTIAGO, P. R.; SERRÃO, F.V.. Effect of plyometric training on lower limb biomechanics in females. **Clin J Sport Med.** 2014 Jan;24(1):44-50. doi: 10.1097/01.jsm.0000432852.00391.de. PMID: 24100464.

BAZETT-JONES, D.M.; COBB, S.C.; HUDDLESTON, W.E.; O'CONNOR, K.M.; ARMSTRONG, B.S.; EARL-BOEHM, J.E.. Effect of patellofemoral pain on strength and mechanics after an exhaustive run. **Med Sci Sports Exerc.** 2013 Jul;45(7):1331-9. doi: 10.1249/MSS.0b013e3182880019. PMID: 23377834.

BERTONI, M. B. M.; GOMES NETO, M. Precisão de medidas de força muscular isométrica com dinamometria manual. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, [S. l.], v. 17, n. 3, p. 350–353, 2018. DOI: 10.9771/cmbio.v17i3.28673. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/cmbio/article/view/28673>. Acesso em: 20 fev. 2024.

BRUZDA, R., WILCZYNSKI, B. & ZORENA, K. Knee function and quality of life in adolescent soccer players with Osgood Shlatter disease history: a preliminary study. **Sci Rep** 13, 19200 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-46537-7>

CORBI, F.; MATAS, S.; ÁLVAREZ-HERMS, J.; SITKO, S.; BAIGET, E.; REVERTER-MASIA, J.; LÓPEZ-LAVAL, I.. Osgood-Schlatter Disease: Appearance, Diagnosis and Treatment: A Narrative Review. **Healthcare (Basel)**. 2022 May 30;10(6):1011. doi: 10.3390/healthcare10061011. PMID: 35742062; PMCID: PMC9222654.

GAULRAPP H, NUHRENBORGER C. The Osgood-Schlatter disease: a large clinical series with evaluation of risk factors, natural course, and outcomes. **Int Orthop.** 2022 Feb;46(2):197-204. doi: 10.1007/s00264-021-05178-z. Epub 2021 Aug 24. PMID: 34427770.

GAWEL E, ZWIERZCHOWSKA A. Therapeutic interventions in Osgood-Schlatter disease: A case report. **Medicine (Baltimore)**. 2021 Dec 17;100(50):e28257. doi: 10.1097/MD.00000000000028257. PMID: 34918694; PMCID: PMC8678013.

GODFREY RJ, MADGWICK Z, WHYTE GP. The exercise-induced growth hormone response in athletes. **Sports Med.** 2003;33:599-613.

HALILBASIC, A., AVDIC, D., KRESO, A., BEGOVIC, B., JAGANJAC, A., & MARIC, M. (2012). Importance of clinical examination in diagnostics of Osgood-Schlatter Disease in boys playing soccer or basketball. *Journal of Health Sciences*, 2(1), 21–28. <https://doi.org/10.17532/jhsci.2012.59>

HOLDEN S, RATHLEFF MS. Separating the myths from facts: time to take another look at Osgood-Schlatter 'disease'. **Br J Sports Med.** 2020 Jul;54(14):824-825. doi: 10.1136/bjsports-2019-101888. Epub 2019 Dec 31. PMID: 31892535.

JUNIOR, Edson; VERRI, Edson; LIMA, Matheus et al. Avaliação da força muscular dos flexores e extensores de joelho com dinamômetro manual Lafayette após reconstrução do ligamento cruzado anterior. **Ling. Acadêmica.** Batatais, v.7, n.1, p. 23-30, jan./jun. 2017.

KANEUCHI, Y.; OTOSHI, K.; HAKOZAKI, M.; SEKIGUCHI, M.; WATANABE, K.; IGARI, T.; KONNO, S.. Bony Maturity of the Tibial Tuberosity With Regard to Age and Sex and Its Relationship to Pathogenesis of Osgood-Schlatter Disease: An Ultrasonographic Study. **Orthop J Sports Med.** 2018 Jan 8;6(1):2325967117749184. doi: 10.1177/2325967117749184. PMID: 29344541; PMCID: PMC5761927.

KEMBER, L.S.; MYER, G.D.; MOORE, I.S.; LLOYD, R.S.. THE EFFECTS OF FATIGUE ON LOWER LIMB BIOMECHANICS AND KINETIC STABILISATION OF THE TUCK JUMP ASSESSMENT. **J Athl Train.** 2023 Sep 8. doi: 10.4085/1062-6050-0252.23. Epub ahead of print. PMID: 37681667.

KERSSMAKERS, S. P; FOTIADOU, A. N; JONGE, M.C et al. Kerssemakers, S.P.Sport injuries in the paediatric and adolescent patient: a growing problem. **Pediatr Radiol** 39. 471–484 (2009). <https://doi.org/10.1007/s00247-009-1191-z>.

LADENHAUF, Hannah N.; SEITLINGER, Gerd; GREEN, Daniel W. Osgood–Schlatter disease. **Current Opinion in Pediatrics.** 2019. doi:10.1097/mop.0000000000000842

LOBATO, D; TEIXEIRA, V; FROES, I; DONZELI, M; BERTONCELLO, D. A comparison of the effects of plyometric and virtual training on physical and functional performance: a randomized, controlled, clinical trial. **J Sports Med Phys Fitness** 2020;60:000-000. DOI: 10.23736/S0022- 4707.20.10882-X

LUCENA GL, DOS SANTOS GOMES C, GUERRA RO. Prevalence and associated factors of Osgood-Schlatter syndrome in a population-based sample of Brazilian adolescents. **Am J Sports Med.** 2011; 39:415–420.

LUCENTI L, SAPIENZA M, CALDACI A, CRISTO C, TESTA G, PAVONE V. The Etiology and Risk Factors of Osgood-Schlatter Disease: A Systematic Review. **Children** (Basel). 2022 Jun 2;9(6):826. doi: 10.3390/children9060826. PMID: 35740763; PMCID: PMC9222097.

MENTIPLAY, B; PERRATON, L; BOWER, K; ADAIR, B; PUA, Y; WILLIAMS, G; MCGAW, R; CLARK, R. Assessment of Lower Limb Muscle Strength and Power Using Hand-Held and Fixed Dynamometry: A Reliability and Validity Study. **PLoS One**. 2015 Oct 28;10(10):e0140822. doi: 10.1371/journal.pone.0140822. PMID: 26509265; PMCID: PMC4624940.

MOHAMMAD, W.S.; ELSAIS, W.M.. Deficits in eccentric antagonist/concentric agonist strength ratios: a comparative study of football players with and without osteitis pubis. **Eur Rev Med Pharmacol Sci**. 2022 Mar;26(5):1559-1564. doi: 10.26355/eurrev_202203_28221. PMID: 35302200.

NAKASE, J; AIBA, T; GOSHIMA, K; TAKAHASHI, R; TORATANI, R; KOSAKA, M et al. Relationship between the skeletal maturation of the distal attachment of the patellar tendon and physical features in preadolescent male football players. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**. 2014 Jan;22(1):195-9. doi: 10.1007/s00167-012-2353-3. Epub 2012 Dec 22. PMID: 23263228.

NAKASE, J; GOSHIMA, K; NUMATA, H et al. Precise risk factors for Osgood-Schlatter disease. **Arch Orthop Trauma Surg** 135, 1277–1281 (2015). <https://doi.org/10.1007/s00402-015-2270-2>.

NUNES, G.S.; DE OLIVEIRA SILVA, D.; PIZZARI, T.; SERRÃO, F.V.; CROSSLEY, K.M.; BARTON, C.J.. Clinically measured hip muscle capacity deficits in people with patellofemoral pain. **Phys Ther Sport**. 2019 Jan;35:69-74. doi: 10.1016/j.ptsp.2018.11.003. Epub 2018 Nov 11. PMID: 30471549.

OLIVEIRA, A. S.; GONÇALVES, M.. Leg muscles recruitment pattern in soccer players and active individuals during isometric contractions. **Electromyography and Clinical Neurophysiology**. 49, n. 2-3, p. 93-101, fev. 2009.

PARDOS-MAINER, E.; CASAJÚS, J.A.; GONZALO-SKOK, O.. Adolescent female soccer players' soccer-specific warm-up effects on performance and inter-limb asymmetries. **Biol Sport**. 2019 Sep;36(3):199-207. doi: 10.5114/biol sport.2019.85453. Epub 2019 May 28. PMID: 31624413; PMCID: PMC6786331.

POWERS, C. M.. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. **J Orthop Sports Phys Ther**. 2010 Feb;40(2):42-51. doi:

10.2519/jospt.2010.3337. PMID: 20118526.

RATHLEFF, M.S.; WINIARSKI, L.; KROMMES, K.; GRAVEN-NIELSEN, T.; HOLMICH, P.; OLESEN, J.L.; HOLDEN, S.; THORBORG, K.. Activity Modification and Knee Strengthening for Osgood-Schlatter Disease: A Prospective Cohort Study. **Orthop J Sports Med.** 2020 Apr 6;8(4):2325967120911106. doi: 10.1177/2325967120911106. PMID: 32284945; PMCID: PMC7137138.

RATHLEFF, M.S.; WINIARSKI, L.; KROMMES, K.; GRAVEN-NIELSEN, T.; HOLMICH, P.; OLESEN, J.L.; HOLDEN, S.; THORBORG, K.. Pain, Sports Participation, and Physical Function in Adolescents With Patellofemoral Pain and Osgood-Schlatter Disease: A Matched Cross-sectional Study. **J Orthop Sports Phys Ther.** 2020 Mar;50(3):149-157. doi: 10.2519/jospt.2020.8770. Epub 2020 Jan 6. PMID: 31905093.

SILVA, R; CARLOS, F; MORALES, M; EMERICK, V; TERUYU, A; VALADÃO, V; CARVALHO, L; LOBATO, D. Effect of two Dynamic Tape™ applications on the electromyographic activity of the gluteus medius and functional performance in women: A randomized, controlled, clinical trial. **Journal of Bodywork and Movement Therapies,** 2021, 25, 212-217. ISSN 1360-8592. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.11.018>.

TAKEI, S.; TORII, S.; TAKETOMI, S.; IIZUKA, S.; TOJIMA, M.; IWANUMA, S.; IIDA, Y.; TANAKA, S.. Developmental stage and lower quadriceps flexibilities and decreased gastrocnemius flexibilities are predictive risk factors for developing Osgood-Schlatter disease in adolescent male soccer players. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.** 2023 Aug;31(8):3330-3338. doi: 10.1007/s00167-023-07378-z. Epub 2023 Mar 31. PMID: 37002485; PMCID: PMC10356628.

TEIXEIRA, V; QUEIROZ, T; LEÃO, I; INNECCO, L; MARCELINO, E; LOBATO, D. FIFA 11+ Kids program effects on jump kinetics in soccer players – A randomized controlled clinical trial, **Research in Sports Medicine,** 2023, 31(5), 562–573. DOI: 10.1080/15438627.2021.2010204.

WATANABE, H; FUJII, M; ABE, H; TODA, N; HIGASHIYAMA, R; TAKAHIRA, N. Pathogenic Factors Associated With Osgood-Schlatter Disease in Adolescent Male Soccer Players: A Prospective Cohort Study. **Orthop J Sports Med,** 2018 Aug 28;6(8):2325967118792192. doi: 10.1177/2325967118792192.

WILCZYNSKI, B.; HINCA, J.; ŚLEZAK, D.; ZORENA, K.. The Relationship between Dynamic Balance and Jumping Tests among Adolescent Amateur Rugby Players. A Preliminary Study. **Int J Environ Res Public Health.** 2021 Jan 4;18(1):312. doi: 10.3390/ijerph18010312. PMID: 33406658; PMCID: PMC7795102.

36 Apêndices

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO FUNCIONAL

Nome: _____		Idade: _____		PA: _____		FC = _____						
FR = _____												
Estatura: _____		Massa corporal: _____		IMC: _____		% Massa gorda: _____						
% Hídrico: _____												
Comp. Tíbia (D) _____ / (E) _____		Braço de resistência: _____		Quadril (D) _____ / (E) _____		Joelho (D) _____ / (E) _____						
Modalidade: _____		Posição: _____		Tempo de prática: _____		Carga horária semanal: _____						
Dominância MS: () D () E		Dominância MI: () D () E										
Lesões prévias: _____												
Presença de Lesão Desportiva na Temporada (2023): () Sim () Não												
Características das Lesões:												
Variáveis				Lesões Desportivas								
Identificação da Lesão Desportiva				1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª
Tipo de Lesão												
Local Anatômico												
Período (C = competição; T = Treinamento)												
Mecanismo de Lesão ou Aumento do Sintoma												
Tempo de Afastamento												
Retorno às Atividades Normais												
Codificação das Variáveis:												
Tipo de Lesão		Mecanismo de Lesão				Localização Anatômica						
1 - Distensão Muscular		1 - Arremesso				1 - Cabeça				15 - Quadril		
2 - Contratura Muscular		2 - Salto Vertical				2 - Face				16 - Coxa		
3 - Tendinopatia		3 - Queda				3 - Pescoço				17 - Joelho		
4 - Entorse		4 - Choque com Outro Jogador				4 - Tórax				18 - Perna		
5 - Mialgia		5 - Choque da bola				5 - Abdômen				19 - Panturrilha		

6 – Periostite	6 – Corrida	6 - Ombro	20 – Tornozelo
7 – Sinovite	7 - Parada Brusca	7 - Braço	21 - Pé
8 – Fratura	8 – Drible	8 - Cotovelo	22 - Outros
9 – Bursite	9 – Passe	9 - Antebraço	
10 - Dor Aguda Inespecífica	10 – Musculação	10 - Punho	
11 - Dor Crônica Inespecífica	11 – Alongamento	11 - Mão	
12 - Ruptura Ligamentar Parcial	12 – Outros	12 - Região Cervical	
13 - Ruptura Ligamentar Total		13 - Região Dorsal	
14 - Outros		14 - Região Lombar	
Tempo de Afastamento	Retorno às Atividades Normais		
1 - Até 1 semana	1 – Sintomático		
2 - 1 a 4 semanas	2 – Assintomático		
3 - 4 a 8 semanas			
4 - Mais de 8 semanas			

AVALIAÇÃO FUNCIONAL

SHUTTLE RUN	1	2	3	MEDIA
Tempo (s)				

SIX-METER TIMED HOP TEST	1	2	3	MEDIA
LADO ESQUERDO Tempo (s)				
LADO DIREITO Tempo (s)				

BROAD JUMP	1	2	3	MEDIA
Distância (m)				

TRIPLE HOP TEST	1	2	3	MEDIA
LADO ESQUERDO Distância (m)				
LADO DIREITO Distância (m)				

37 Anexos

	UFTM - UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO			
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP				
DADOS DO PROJETO DE PESQUISA Título da Pesquisa: Alterações clínicas, biomecânicas e funcionais na Síndrome de Osgood Schlatter Pesquisador: Daniel Ferreira Moreira Lobato Área Temática: Versão: 2 CAAE: 30392120.0.0000.5154 Instituição Proponente: Universidade Federal do Triângulo Mineiro Patrocinador Principal: Financiamento Próprio DADOS DO PARECER Número do Parecer: 4.059.905 Apresentação do Projeto: As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1515551.pdf, de 16/05/2020) e do Projeto Detalhado (Protocolo_CEP_OS2.docx, de 16/05/2020). Segundo os pesquisadores: "O objetivo deste estudo será a identificação de possíveis alterações clínicas e biomecânicas na Síndrome de Osgood-Schlatter, por meio de diferentes instrumentações. Para tanto, 40 atletas futebolistas de categoria de base, do sexo masculino, com idade entre 10-15 anos, frequência de treinamento de no mínimo três vezes por semana, mínimo de uma hora por dia, participarão do estudo. A amostra selecionada será alocada em dois grupos: 1) atletas que apresentam diagnóstico clínico de Síndrome de Osgood-Schlatter (n=20) e 2) atletas sem qualquer disfunção no membro inferior – grupo controle (n=20). Todos os atletas serão avaliados por meio de medidas radiográficas do joelho (ângulo no slope tibial), além de análises cinemáticas dos erros de movimento por meio do Algoritmo de Predição Baseado na Clínica, o LESS (Landing Error System Score) e o Tuck Jump Assessment, associado à avaliação cinética em plataforma de força. Além disso, serão avaliados quanto ao torque dos músculos que atuam no quadril e joelho por dinamometria isométrica manual, bem como em relação ao desempenho funcional objetivo (shuttle run, salto				
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> Endereço: Av. Getúlio Vargas, nº 150, Casa das Comunidades Bairro: Abadia UF: MG Município: UBERABA Telefone: (34)3700-6803 </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> CEP: 38.025-440 E-mail: cep@uftm.edu.br </td> </tr> </table>			Endereço: Av. Getúlio Vargas, nº 150, Casa das Comunidades Bairro: Abadia UF: MG Município: UBERABA Telefone: (34)3700-6803	CEP: 38.025-440 E-mail: cep@uftm.edu.br
Endereço: Av. Getúlio Vargas, nº 150, Casa das Comunidades Bairro: Abadia UF: MG Município: UBERABA Telefone: (34)3700-6803	CEP: 38.025-440 E-mail: cep@uftm.edu.br			



UFTM - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO TRIÂNGULO
MINEIRO



Continuação do Parecer: 4.059/2005

horizontal/broad jump, triple hop test e six-meter timed hop test) e subjetivo (questionários KOOS - Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score e VISA-P - Victorian Institute of Sport Assessment-Patella). Testes estatísticos serão utilizados para as comparações intergrupos de interesse, considerando um nível de significância de 5%."

Objetivo da Pesquisa:

Segundo os pesquisadores:

"Objetivo Primário: O objetivo geral dessa pesquisa é identificar e quantificar fatores de risco clínicos e biomecânicos da Síndrome de Osgood Schlatter em atletas futebolistas de categoria de base."

"Objetivo específicos são:

- Comparar as condições clínicas e radiográficas de atletas futebolistas que apresentam a Síndrome de Osgood Schlatter com atletas controle;
- Comparar as condições cinemáticas de atletas futebolistas que apresentam a Síndrome de Osgood Schlatter com atletas controle;
- Comparar as condições cinéticas de atletas futebolistas que apresentam a Síndrome de Osgood Schlatter com atletas controle;
- Comparar as condições de força muscular de atletas futebolistas que apresentam a Síndrome de Osgood Schlatter com atletas controle;
- Comparar as condições de desempenho funcional de atletas futebolistas que apresentam a Síndrome de Osgood Schlatter com atletas controle;
- Comparar as condições funcionais subjetivas de atletas futebolistas que apresentam a Síndrome de Osgood Schlatter com atletas controle"

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

na PB "Riscos: Na execução da pesquisa poderão ocorrer alguns riscos, que serão citados e esclarecidos na apresentação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE. Assim, a equipe de pesquisa antecipou medidas para minimizar esses riscos e trazer proteção ao participante. Se por algum motivo for percebido sensação de aborrecimento dos voluntários durante o processo de entrevista, será oferecida ao voluntário a possibilidade de responder ou não a cada questão. Pode ocorrer algum tipo de constrangimento na etapa de coleta de dados, referente a avaliação postural, que exigirá que o participante utilize vestimentas passíveis à avaliação. Contudo, será explicado aos

Endereço: Av. Getúlio Vargas, nº 159, Casa das Comunidades

Bairro: Abadia

CEP: 38.025-440

UF: MG

Município: UBERABA

Telefone: (34)3700-6803

E-mail: cep@uftm.edu.br



Continuação do Parecer: 4.029/2005

voluntários que a avaliação será realizada em ambiente privativo, onde será resguardada sua privacidade e só terão acesso a esse ambiente a própria pessoa e os pesquisadores envolvidos. Durante a fase de coleta de dados para a pesquisa, poderá ocorrer algum tipo de lesão dos participantes com os testes empregados, sendo este risco mínimo, porém serão tomadas todas as medidas necessárias para garantir a máxima segurança possível para as voluntárias durante cada etapa da pesquisa, envolvendo desde o planejamento dos testes a serem executados, e, planejamento e organização do espaço físico avaliativo. Entretanto, na ocorrência de qualquer evento imprevisto, os pesquisadores assumirão toda responsabilidade em conduzir o voluntário para um atendimento adequado e especializado para o controle da situação. Em caso de desconforto, constrangimento ou alterações de comportamento durante gravações de áudio e vídeo referente às avaliações cinemáticas de movimento, será esclarecido que os ambientes são privativos. Mesmo assim, se ainda houver desconforto ou constrangimento, será oferecido à voluntária oportunidade de não continuar a entrevista ou até mesmo a participação no estudo, tendo o direito de retirar o seu consentimento a qualquer momento. Em caso de constrangimento ao se expor durante a realização de testes de qualquer natureza será ressaltado que, assim como esclarecido no TCLE, a pesquisa resguardará a privacidade do voluntário, não expondo de forma alguma os dados científicos com menção ao nome do participante, sendo de forma alguma reconhecida, destacando-se mais uma vez a importância da pesquisa e explicando que os dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos. Logo, o voluntário poderá retirar o seu consentimento em qualquer situação que não se sinta à vontade ou haja desinteresse pela pesquisa. Para evitar risco de estresse emocional devido à repetição de testes, os mesmos serão planejados de forma a garantir tempo adequado de descanso a cada intervalo de um teste, visando preservar a integridade física, emocional e psicológica de todo e qualquer participante. Caso o voluntário precise de um tempo maior, os pesquisadores respeitarão as necessidades individuais ou, se identificada uma situação de mudança de humor, será oferecida ao voluntário a oportunidade de retirada do seu consentimento, caso entenda como melhor opção para ele.

Benefícios: A pesquisa busca apresentar benefícios para provocar adesão de participantes e busca do objetivo principal. Logo, a pesquisa busca utilizar os

Instrumentos e confirmar sua capacidade de avaliação dos fatores de riscos associados à Síndrome de Osgood Schlatter. Oferece-se a cada voluntário uma avaliação com variados Instrumentos que visam identificar a presença (ou não) da Síndrome de Osgood Schlatter. Com isso, cada um deles terá uma informação útil sobre a manifestação ou não desta disfunção. Mediante esse

Endereço: Av. Getúlio Vargas, nº 159, Casa das Comissões

Bairro: Abadia

CEP: 38.025-440

UF: MG

Município: UBERABA

Telefone: (34)3700-8803

E-mail: cep@uftm.edu.br



UFTM - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO TRIÂNGULO
MINEIRO



Continuação do Parecer: 4.059.906

conhecimento, poderão buscar o apoio de serviços de treinamento e condicionamento, que visem intervir sobre esses fatores de risco, tanto no ponto de vista clínico quanto biomecânico, assim como no bem-estar de vida geral, sendo um objetivo direto. Com os resultados da pesquisa poderá ser desenvolvida uma estratégia de intervenção mais eficaz da tentativa de controlar fatores de risco à Síndrome de Osgood Schlatter, ou mesmo em estratégias de intervenção quando a disfunção já estiver instalada, no atleta avaliado. A partir da descoberta dos riscos de lesão poderá ser realizada uma intervenção que melhorará a performance esportiva do atleta. A partir do uso de gravações de vídeo será possível obter maior precisão na apuração de dados, logo, estabelecer um melhor resultado e servir de base para novas pesquisas. Os resultados dessa pesquisa poderão orientar práticas de treinamento e condicionamento voltadas para diminuir o risco de lesão da Síndrome de Osgood Schlatter, que, a médio e longo prazo poderão, ou não, resultar em um menor risco da síndrome de Osgood Schlatter nos atletas participantes da pesquisa. Os atletas participantes também terão benefício social a partir do reconhecimento da sua prática esportiva, devido à repercussão científica e midiática de seu esporte, além de ter um estímulo para continuação da prática desse mesmo. A dedicação de uma pesquisa a determinado esporte, poderá trazer benefícios emocionais ao participante, ao notar intenção clara e objetiva da pesquisa de acompanhamento do esporte. Outro benefício para a sociedade ocorrerá devido a proposta do trabalho, que visa quantificar os riscos de sobrecarga no joelho em algumas equipes, logo, identificará atletas de baixo, médio e alto risco. Assim, estratégias preventivas poderão ser estimuladas junto a esses atletas, na tentativa de minimizar os riscos de lesão. Logo pretende-se um impacto social, em relação a economia em avaliações, clínicas particulares e públicas, exames diagnósticos, procedimentos cirúrgicos e não cirúrgicos, gastos com medicação e reabilitação."

No projeto: "8) RISCOS E BENEFÍCIOS ENVOLVIDOS NA EXECUÇÃO DA PESQUISA: Na execução da pesquisa poderão ocorrer alguns riscos, que serão citados e esclarecidos na apresentação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE. Assim, a equipe de pesquisa antecipou medidas para minimizar esses riscos e trazer proteção ao participante. Se por algum motivo for percebido sensação de aborrecimento dos voluntários durante o processo de entrevista, será oferecida ao voluntário a possibilidade de responder ou não a cada questão. Pode ocorrer algum tipo de constrangimento na etapa de coleta de dados, referente à avaliação postural, que exigirá que o participante utilize vestimentas passíveis à avaliação. Contudo, será explicado aos voluntários que a avaliação será realizada em ambiente privativo, onde será resguardada sua privacidade e só terão acesso a esse ambiente a própria pessoa e os pesquisadores envolvidos.

Endereço: Av. Getúlio Vargas, nº 150, Casa das Comissões

Bairro: Abadia

CEP: 38.025-440

UF: MG

Município: UBERABA

Telefone: (34)3700-6803

E-mail: cep@uftm.edu.br



UFTM - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO TRIÂNGULO
MINEIRO



Continuação do Parecer: 4.059.906

treinamento e condicionamento, que visem intervir sobre esses fatores de risco, tanto no ponto de vista clínico quanto biomecânico, assim como no bem-estar de vida geral, sendo um objetivo direto.

Com os resultados da pesquisa poderá ser desenvolvida uma estratégia de intervenção mais eficaz da tentativa de controlar fatores de risco à Síndrome de Osgood Schiatter, ou mesmo em estratégias de intervenção quando a disfunção já estiver instalada, no atleta avaliado. A partir da descoberta dos riscos de lesão poderá ser realizada uma intervenção que melhorará a performance esportiva do atleta. A partir do uso de gravações de vídeo será possível obter maior precisão na apuração de dados, logo, estabelecer um melhor resultado e servir de base para novas pesquisas. Os resultados dessa pesquisa poderão orientar práticas de treinamento e condicionamento voltadas para diminuir o risco de lesão da Síndrome de Osgood Schiatter, que, a médio e longo prazo poderão, ou não, resultar em um menor risco da síndrome de Osgood Schiatter nos atletas participantes da pesquisa.

Os atletas participantes também terão benefício social a partir do reconhecimento da sua prática esportiva, devido a repercussão científica e midiática de seu esporte, além de ter um estímulo para continuação da prática desse mesmo. A dedicação de uma pesquisa a determinado esporte, poderá trazer benefícios emocionais ao participante, ao notar intenção clara e objetiva da pesquisa de acompanhamento do esporte. Outro benefício para a sociedade ocorrerá devido a proposta do trabalho, que visa identificar os riscos de sobrecarga no joelho em algumas equipes, logo, identificará atletas de baixo, médio e alto risco. Assim, estratégias preventivas poderão ser estimuladas junto a esses atletas, na tentativa de minimizar os riscos de lesão. Logo pretende-se um impacto social, em relação a economia em avaliações, clínicas particulares e públicas, exames diagnósticos, procedimentos cirúrgicos e não cirúrgicos, gastos com medicação e reabilitação."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de retorno a pendência anterior. Pesquisadores atenderam a todas as solicitações do CEP-UFTM.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Termos de adequação obrigatória adequados.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

De acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12 e norma operacional 001/2013,

Endereço: Av. Getúlio Vargas, nº 150, Casa das Comissões

Bairro: Abadia

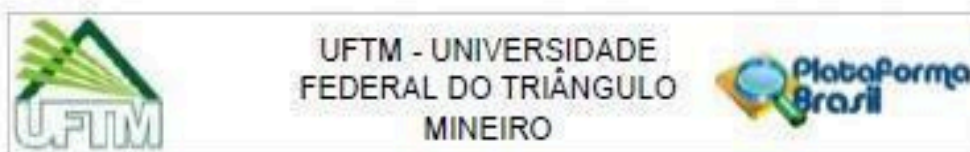
CEP: 38.025-440

UF: MG

Município: UBERABA

Telefone: (34)3700-6803

E-mail: cep@uftm.edu.br



Continuação do Parecer: 4.059.905

o colegiado do CEP-UFTM manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto.

O CEP-UFTM informa que de acordo com as orientações da CONEP, o pesquisador deve notificar na página da Plataforma Brasil, o início do projeto. A partir desta data de aprovação, é necessário o envio de relatórios parciais (semestrais), assim como também é obrigatória, a apresentação do relatório final, quando do término do estudo.

Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado em plenária do CEP-UFTM em 29/05/2020.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1515551.pdf	16/05/2020 00:13:30		Acelto
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_ProjetoOS_Daniel_Lobato_ASSINADA.pdf	16/05/2020 00:13:07	Daniel Ferreira Moreira Lobato	Acelto
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE2.pdf	16/05/2020 00:06:55	Daniel Ferreira Moreira Lobato	Acelto
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE2.docx	16/05/2020 00:06:46	Daniel Ferreira Moreira Lobato	Acelto
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE2.pdf	16/05/2020 00:06:22	Daniel Ferreira Moreira Lobato	Acelto
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE2.docx	16/05/2020 00:06:12	Daniel Ferreira Moreira Lobato	Acelto
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Protocolo_CEP_OS2.docx	16/05/2020 00:05:51	Daniel Ferreira Moreira Lobato	Acelto
Orçamento	Orcamento_OS2.docx	16/05/2020 00:05:11	Daniel Ferreira Moreira Lobato	Acelto
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_HRegional.pdf	29/03/2020 19:15:24	Daniel Ferreira Moreira Lobato	Acelto
Cronograma	Cronograma_OS.docx	27/03/2020	Daniel Ferreira	Acelto

Endereço: Av. Getúlio Vargas, nº 159, Casa das Comissões
 Bairro: Abadia CEP: 38.025-440
 UF: MG Município: UBERABA
 Telefone: (34)3700-8803 E-mail: cep@uftm.edu.br



UFTM - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO TRIÂNGULO
MINEIRO



Continuação do Parecer: 4.059.906

Cronograma	Cronograma_OS.docx	10:38:27	Moreira Lobato	Aceito
------------	--------------------	----------	----------------	--------

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

UBERABA, 31 de Maio de 2020

Assinado por:

Alessandra Cavalcanti de Albuquerque e Souza
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Getúlio Vargas, nº 159, Casa das Comissões

Bairro: Alameda

CEP: 38.025-440

UF: MG

Município: UBERABA

Telefone: (34)3700-6803

E-mail: cnp@uftm.edu.br