Universidade Federal de Minas Gerais
Guilherme Fialho Reis
Mateus Amaral Marques dos Santos

ASSOCIAÇÃO ENTRE FATORES DE RISCO E FATORES DE PROTEÇÃO PARA LESÃO DE ISQUIOSSURAIS EM ATLETAS DE FUTEBOL

Belo Horizonte
2009

Universidade Federal de Minas Gerais
Guilherme Falho Reis
Mateus Amaral Marques dos Santos

ASSOCIAÇÃO ENTRE FATORES DE RISCO E FATORES DE PROTEÇÃO PARA LESÃO DE ISQUIOSSURAIS EM ATLETAS DE FUTEBOL

Monografia apresentada ao Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção de título de Bacharel em Fisioterapia.
Orientador: Sérgio Teixeira da Fonseca
Co-orientador: Anderson Aurélio da Silva

Belo Horizonte
2009

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ser o guia desta caminhada.
Aos nossos familiares e amigos por nos darem força e apoio constante.
Aos amigos da Fisioterapia Ismael, Miguel e Thiago pelo comprometimento e dedicação durante as avaliações dos atletas e pelo apoio e cooperação para a continuidade deste projeto.
Ao nosso Orientador Sérgio Teixeira da Fonseca por acreditar que pudéssemos realizar este trabalho e pelo apoio durante todas as etapas deste projeto.
Ao nosso Co-orientador Anderson Aurélio da Silva pela prontidão em nos ajudar.
Ao Thales, Juliana e Gabriela por também contribuírem na orientação deste trabalho.
Aos clubes que nos abriram as portas para a realização deste projeto, em especial aos Fisioterapeutas Bruno, Ana Laura e Charles e aos médicos Rodrigo Lasmar e Cimar Eustáquio.
Ao Professor Mauro Heleno por nos ter disponibilizado materiais para avaliação e pela orientação das avaliações antropométricas.
A todos os atletas que participaram deste trabalho pela paciência e colaboração durante as avaliações.
E a todos que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Contextualização: O estiramento dos músculos isquiossurais é a lesão de tecido mole mais prevalente no futebol. A etiologia multifatorial das lesões musculoesqueléticas no esporte tem sido bem fundamentada na literatura, entretanto a relação dos fatores envolvidos para lesão dos isquiossurais ainda é limitada. **Objetivos:** identificar e analisar a relação entre supostos fatores envolvidos na ocorrência da lesão por estiramento dos isquiossurais, em jogadores de categorias de base de clubes profissionais de futebol. **Métodos:** Uma coorte prospectiva de 134 atletas de categorias de base de futebol participou do estudo. Eles responderam inicialmente a um questionário de lesões prévias e logo após foram submetidos à avaliação de postura pélvica, flexibilidade e força muscular de membros inferiores, durante a pré-temporada 2008. Todos os atletas da amostra foram monitorados durante a temporada 2008/9 quanto à lesão por estiramento de isquiossurais. Para análise dos dados foi usado um modelo estatístico para análise multivariável, o CART (*Classification and Regression Tree)*. **Resultados:** Dentre os 115 indivíduos da amostra 26 (22.6%) tiveram lesão por estiramento de isquiosurrais durante o período de acompanhamento. Para os atletas com lesão prévia de isquiossurais, a média de flexibilidade de isquiossurais, o déficit de força muscular de isquiossurais e a inclinação pélvica foram os fatores mais relevantes. Já para o grupo sem lesão prévia de isquiossurais, os déficits de força muscular de glúteo máximo, flexibilidade de isquiossurais e a inclinação pélvica foram os principais fatores envolvidos. **Conclusão:** Os resultados indicam que as variáveis que apontam déficits e ou desequilíbrios são, em geral, mais relevantes para a lesão de isquiossurais do que as variáveis de média e que os fatores envolvidos são distintos para o grupo de atletas com e sem lesão prévia de isquissurais.

Palavras-chave: Lesão muscular, isquiossurais, atletas, associação fatores.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Suporte de metal para fixação do dinamômetro manual 13

Figura 2: Medida da inclinação pélvica no plano frontal 15

Figura 3: Teste de flexibilidade de isquiossurais 16

Figura 4: Teste de força dos músculos isquiossurais 17

Figura 5: Estabilização da coluna lombar 18

Figura 6: Teste de força do glúteo máximo.....18

Figura 7: Árvore de classificação das variáveis independentes para a lesão de isquiossurais 24

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: ANÁLISE DESCRITIVA DA AMOSTRA 21

TABELA 2: ANÁLISE DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS 21

TABELA 3: CLASSIFICAÇÃO DO MODELO PREDITIVO 22

SIGLAS E ABREVIAÇÕES

CART: Classification and Regression Tree

GM: Glúteo máximo

IQS: Isquiossurais

ISP: Instrumento de suporte para padronização

LIQS: Lesão por estiramento de isquiossurais

LPIQS: Lesão prévia de isquiossurais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **8**
2 METODOLOGIA **12**
2.1 Amostra 12
2.2 Procedimentos 12
2.4 Testes 13
2.4.1 Medida de inclinação da pelve no plano frontal *14*
2.4.2 Teste de flexibilidade dos músculos isquiossurais *15*
2.4.3 Teste de força dos músculos isquiossurais *16*
2.4.4 Teste de força do músculo glúteo máximo *17*
2.5 Acompanhamento 18
2.6 Análise estatística: 19
2.7 Redução dos dados: 19
3 RESULTADOS **21**
4 DISCUSSÃO **25**
5 CONCLUSÃO **28**
REFERÊNCIAS **29**

1 INTRODUÇÃO

O estiramento dos músculos isquiossurais (IQS) é a lesão de tecido mole mais prevalente nos esportes [1], principalmente, naqueles que requerem rápidas acelerações e desacelerações, saltos, chutes, mudanças rápidas de direção e arrancadas (*sprints*), como o futebol [2,3,4]. A comparação de estudos epidemiológicos prévios e atuais aponta para um aumento da incidência dessa lesão no futebol [3,5,6,7]. Por exemplo, McMaster e Walter [5] encontraram uma incidência de 7%, enquanto estudos mais recentes [3,6] demonstraram incidências de 12 a 14%. Esses resultados diferentes podem ser atribuídos ao aumento do número de partidas e treinamentos, da competitividade e da demanda física no futebol atual [3]. A lesão por estiramento de IQS (LIQS) apresenta ainda maior taxa de recorrência (12 -14%) [3,6] quando comparado com outras lesões (7%) no futebol [3]. A LIQS acarreta prejuízos financeiros para os clubes esportivos, além de causar perdas significativas de dias de treino e de competições para os atletas [3,7]. Woods *et al.* .[3] encontraram que, em uma única temporada da Liga Inglesa de Futebol Profissional, cada equipe de futebol apresentou em média cinco atletas com LIQS. Cada jogador lesionado perde, em média, três partidas ou 18 dias de treino, representando, para cada clube uma perda total de 15 jogos ou de 90 dias de treinamento numa mesma temporada [3].

Diversos fatores potenciais para LIQS têm sido propostos na literatura, incluindo déficits de força de IQS [8, 9, 10, 11], déficits na relação de força entre quadríceps e IQS [11, 12, 13, 14, 15], atraso de ativação ou déficits de força de glúteo máximo (GM) [4, 16, 17, 18, 19], diminuição da flexibilidade IQS [20, 21], lesão prévia de IQS (LPIQS) [22, 23, 24], idade [22, 23, 25], alterações posturais da coluna lombar e pelve [26], déficits no controle neuromuscular lombo-pélvico [4, 19, 27], dentre outros.

A abordagem clássica para investigação dos fatores etiológicos das lesões musculoesqueléticas tem sido baseada na identificação de fatores de risco intrínsecos e extrínsecos associados com a freqüência e ocorrência de lesões [28, 29]. Embora essa abordagem tenha oferecido uma descrição inicial sobre os fatores que possivelmente se relacionam com as lesões musculoesqueléticas, ela apresenta algumas limitações uma vez que, por freqüentemente não reconhecer a natureza multifatorial dessas lesões, pode levar ao

estabelecimento de relações causais equivocadas entre fatores de risco e a lesão. Além disso, faz-se necessário a identificação não apenas de fatores que colocam o sistema musculoesquelético em risco por meio do aumento da demanda mecânica sobre uma estrutura, mas também de fatores que reduzem essa demanda ou aumentem a capacidade do sistema musculoesquelético de lidar com as demandas. Esses fatores são chamados de fatores de proteção [29]. Os fatores de proteção caracterizam a capacidade do indivíduo para lidar com a demanda imposta por fatores intrínsecos e pela biomecânica do esporte (fatores extrínsecos). Assim sendo, a compreensão das demandas específicas aplicadas ao sistema músculo-esquelético em uma atividade esportiva e das capacidades desse sistema em lidar com essas demandas pode ser uma abordagem mais adequada para prevenção e tratamento de lesões musculoesqueléticas [29].

O déficit de força muscular tem sido proposto como um dos mais importantes fatores de risco associados com a LIQS [2]. A lesão muscular é relacionada à capacidade do músculo em gerar, absorver e transmitir energia mecânica [30]. Quanto maior a capacidade do músculo em gerar força maior capacidade de absorção de energia e menor chance de lesão [30]. Um estudo usando avaliação de força isométrica de IQS encontrou correlação entre lesão desse grupo muscular e déficit de força de 10% entre membros [8]. Orchard *et al.* [10] observaram associação entre fraqueza de IQS na pré-temporada com a subseqüente lesão desses músculos. Os membros lesados apresentaram menores picos de torque de flexão de joelho e déficits na relação com os IQS do membro oposto. Contrariando estes achados, Bennell et al. [31] não encontraram nenhuma correlação entre déficit de força de IQS entre membros e a subseqüente lesão de IQS .

O glúteo máximo é considerado o músculo primário no movimento de extensão de quadril durante o *sprinting* [32], sendo que o trabalho realizado pelo glúteo é estimado em duas vezes o trabalho realizado pelos IQS durante a fase de impulsão desse movimento [16]. A principal função dos IQS nesse momento é agir como um transferidor de energia entre a articulação do quadril e do joelho [16]. A fraqueza do GM é relacionada ao aumento da demanda de trabalho dos isquiosurrais no movimento de extensão do quadril, predispondo esse músculo à lesão [4,17]. Sugiura *et. al* [38] em um estudo recente, observaram que atletas corredores de elite que apresentaram LIQS tinham menor força muscular e desequilíbrio entre membros de

extensores de quadril e na pré-temporada, quando comparados com atletas que não tiveram LIQS.

O déficit de flexibilidade de IQS tem sido discutido como um possível fator predisponente para a LIQS [10, 20, 22, 31, 33, 34]. Entretanto, alguns estudos encontraram uma correlação positiva entre essa variável e a LIQS [20, 21], enquanto outros não encontraram correlações significativas [10, 22, 31, 33, 34]. Dadebo *et al* [6], em um estudo que investigou a relação do programa de alongamento de isquiossurais no risco de LIQS no futebol, observou que os atletas que realizaram o programa de alongamento de isquiossurais com maior freqüência tiveram redução do risco para LIQS. Entretanto Thacker *et al*[47] em uma revisão sistemática que investigou o impacto do alongamento no risco de lesões no esporte concluiu que não há evidencias suficientes para sustentar ou refutar a utilização de programas de alongamento para previnir lesões em atletas.

A pelve tem sido considerada uma estrutura chave no alinhamento do corpo e qualquer alteração da sua postura, quer seja causada por desequilíbrios musculares ou desalinhamentos ósseos, como por exemplo, uma diferença de comprimento de membros, pode causar posturas e movimentos compensatórios e lesões em outras articulações [35]. A assimetria pélvica no plano frontal tem sido correlacionada com alteração da cinética e cinemática do tronco em indivíduos com dor lombar [36, 37]. Muitos estudos de LIQS têm apontado a importância da investigação de fatores relacionados à alterações da postura da pelve [2, 4, 19, 26], entretanto poucos estudos prévios analisam essa relação. Por exemplo, Hoskins *et al* [4], em um estudo de revisão sobre LIQS afirma que as alterações biomecânicas resultantes de uma alteração da postura pélvica, como a inclinação pélvica anterior levará a mudanças na função e na biomecânica dos isquiossurais, além de alterar as inserções fasciais de toda cadeia cinética adjacente ao segmento da pelve, predispondo os isquiossurais à LIQS.

Assimetrias entre os membros inferiores direito e esquerdo, sejam de força muscular, postura ou flexibilidade, têm sido relacionadas com o desenvolvimento de lesões musculoesqueléticas [36, 37, 38, 39]. Fatores intrínsecos assimétricos podem gerar a padrões cinemáticos e cinéticos alterados que aumentam a probabilidade de aumento de estresse mecânico em alguma estrutura musculoesquelética. A lesão de IQS pode também ser influenciada por assimetrias

entre membros inferiores [10, 20, 26]. Posturas ou movimentos pélvicos alterados, consequentes a assimetrias de força muscular, flexibilidade ou alinhamento de membros inferiores, pode levar a alterações na curva comprimento-tensão dos IQS, afetando a capacidade dos mesmos de desenvolver força muscular [26], predispondo-o a LIQS. Por exemplo, Sugiura *et. al* [38] ao investigarem a associação de força muscular de extensores de quadril e flexores de Joelho com LIQS em atletas corredores de elite, observaram que o grupo que apresentou a LIQS apresentava déficits de força entre membros desses grupos musculares, o que não ocorreu no grupo sem LIQS.

Apesar da alta prevalência e recorrência dos estiramentos musculares dos IQS nos esportes, o entendimento da fisiopatologia e dos fatores que predispõem o atleta a desenvolver este tipo de lesão ainda é limitado. A identificação e compreensão dos fatores de risco para o estiramento de IQS é essencial para o desenvolvimento de medidas preventivas [4, 17, 19, 23]. Foreman *et al.* [2], em uma revisão de estudos prospectivos que investigaram fatores de risco para a lesão de IQS, concluíram que nenhuma variável isolada tem consistentes associações com a lesão de IQS. Isso sugere que combinações e interações de fatores possuem papel crucial na ocorrência dessa lesão, que teria etiologia multifatorial, assim como proposto pelo modelo de prevenção de lesões descrito por Bahr e Krosshaug [28]. Devlin [17] propôs a existência de um limiar no qual vários fatores de risco podem produzir uma lesão e que alguns fatores podem ser mais preditivos que outros. Além disso, dentro da perspectiva da análise da relação entre capacidade e demanda [29] faz-se necessário a consideração dos fatores de proteção, geralmente não levada em consideração em estudos que visam identificar modelos que expliquem ocorrência de LIQS. Dessa forma, a análise de fatores associados à LIQS deve ser feita a partir da investigação da associação entre a ocorrência dessa lesão e a presença de vários fatores que aumentam o estresse mecânico sobre os IQS e/ou de fatores que protegem essa estrutura, considerando possíveis combinações entre estes [29].

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi identificar e analisar a relação entre supostos fatores envolvidos na ocorrência da LIQS, em jogadores de categorias de base de clubes profissionais de futebol

2 METODOLOGIA

2.1 Amostra

Foram recrutados 134 atletas do sexo masculino, com idade entre 15 e 20 anos (média 17,16 ±1,29 DP), de duas categorias de base (juvenil e júnior) de três clubes de futebol profissional de Minas Gerais, na pré-temporada do ano de 2008. Todos os jogadores que estavam participando dos treinamentos de seus respectivos clubes no momento da avaliação inicial de coleta de dados foram convidados a participar do estudo. Não participaram aqueles que estavam em tratamento de lesões musculoesqueléticas durante o processo de mensuração. Foram excluídos 19 atletas: quatro foram dispensados e estavam sem clube durante o período de acompanhamento do estudo e 15 devido à transferência para outros clubes e impossibilidade de acompanhamento quanto a LIQS. Todos os atletas assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais. Outro termo de consentimento livre e esclarecido foi assinado pelos pais ou responsáveis dos atletas com idade inferior a 18 anos.

2.2 Procedimentos

Um goniômetro universal foi utilizado para avaliação da flexibilidade de isquiossurais. Para mensurar a força de isquiossurais e glúteo máximo um dinamômetro manual (MICROFET2) foi utilizado. Um suporte de metal (FIG.1) desenvolvido pelos pesquisadores foi utilizado para estabilização do dinamômetro manual durante os testes de força muscular. Um antropômetro foi utilizado para mensurar a altura das espinhas ilíacas ântero-superiores e das cristas ilíacas. Um instrumento de suporte para padronização (ISP) foi utilizado para padronizar a postura do individuo durante a medida das alturas das espinhas ilíacas ântero-superiores e das cristas ilíacas (FIG.2). Uma fita métrica (graduada em centímetros) foi utilizada pra mensurar o comprimento do braço de alavanca dos testes de força muscular

Figura 1: Suporte de metal para fixação do dinamômetro manual

Inicialmente, os atletas responderam a um questionário no qual informaram dados pessoais e histórico de lesões prévias de IQS. Em seguida, foram submetidos à demarcações corporais necessárias para realização dos testes posteriores e medida da distância do braço de alavanca das articulações do quadril e joelho em relação ao ponto de fixação do dinamômetro no membro. Posteriormente, os atletas foram submetidos às seguintes avaliações nesta ordem: avaliação da postura pélvica, flexibilidade de IQS, força muscular de IQS e de glúteo máximo. O processo de avaliação foi realizado por cinco examinadores devidamente treinados. Um examinador ficou responsável pela aplicação do questionário e pela demarcação das proeminências ósseas. Um examinador realizou as medidas de postura pélvica, as medidas de flexibilidade foram realizadas por outros dois examinadores. Um quinto examinador realizou os testes de força muscular. As avaliações foram realizadas no departamento médico e/ou fisioterapêutico dos clubes. Um estudo piloto foi realizado para determinar a confiabilidade intra-examinador das medidas. Para a determinação da confiabilidade intra-examinador, um intervalo de uma semana foi utilizado entre as medidas.

2.3 Demarcações Corporais e medida da distância do braço de alavanca

Foi utilizado uma caneta azul para demarcar as proeminências ósseas da crista ilíaca e espinha ilíaca ântero-superior utilizadas no teste de inclinação da pelve no plano frontal e para demarcar o ponto de fixação do dinamômetro 15 cm proximalmente ao calcâneo para os testes de força muscular. O trocânter maior do fêmur e a fossa poplítea foram utilizados como

referências para o eixo articular do quadril e joelho respectivamente. O braço de alavanca do teste de GM normalizado pelo peso corporal foi medido pela distância do trocânter maior do fêmur ao ponto de fixação do dinamômetro. O braço de alavanca do teste de força de IQS normalizado pelo peso corporal foi medido pela distância da fossa poplítea ao ponto de fixação do dinamômetro.

2.4 Testes

2.4.1 Medida de inclinação da pelve no plano frontal

Para avaliação do alinhamento pélvico no plano frontal foi utilizado um método não invasivo que, a partir de marcações das proeminências ósseas, fornece valores que permitem o cálculo trigonométrico para se obter o ângulo da inclinação pélvica no plano frontal (FIG.2). Esse método foi proposto por Sanders e Stavrakras [(40)] para medir o ângulo da inclinação pélvica na posição em pé e vem sendo utilizado em vários estudos, os quais obtiveram medidas confiáveis e representativas da inclinação pélvica [(41, 42, 43)]. Para esta medida, foi utilizado um antropômetro da marca GPS e um instrumento de suporte para padronização postural (ISP) (FIG.2). O indivíduo, descalço, foi instruído a manter-se em posição ortostática relaxada sobre o ISP. O Antropômetro foi posicionado de um lado da pelve para se obter as distâncias entre a EIAS e a EIPS e entre as espinhas (EIAS e EIPS) e o solo e, em seguida, foi posicionado para se obter as mesmas medidas no lado contralateral, assim como descrito por Faria; Lima e Teixeira-Salmela [(35)] (FIG.2). A diferença entre as medidas das alturas das EIAS foi utilizada para cálculo do ângulo da inclinação pélvica no plano frontal de acordo o método proposto por Sanders e Stavrakras [(40)].

Figura 2: Medida da inclinação pélvica no plano frontal

2.4.2 Teste de flexibilidade dos músculos isquiossurais

O teste foi realizado com o atleta em decúbito dorsal sobre uma maca. A cintura pélvica foi estabilizada com uma cinta de velcro® passando sobre as cristas ilíacas, que prendeu firmemente a pelve na maca. O quadril da perna a ser testada foi mantido a 90º de flexão através de um aparato retangular que foi fixado a maca conforme Gabbe et al. [44] (FIG.3). O teste foi iniciado a 90º de flexão de joelho em direção a extensão. A perna foi passivamente estendida pelo examinador até a posição em que este percebeu a primeira sensação de resistência ao movimento e, neste momento, o ângulo do joelho foi mensurado com um goniômetro universal por outro examinador (FIG. 3). A medida com o goniômetro foi realizada utilizando como referências ósseas o trocânter maior do fêmur, o côndilo lateral do fêmur e o maléolo lateral da fíbula. O teste foi repetido três vezes e a média das medidas foi considerada para análise. A confiabilidade intra-examinador para essa medida teve ICC= 0,908.

Figura 3: Teste de flexibilidade de isquiossurais

2.4.3 Teste de força dos músculos isquiossurais

Para a avaliação da força dos isquiossurais foi utilizado um dinamômetro manual O teste foi realizado utilizando um aparato triangular sobre a maca para padronização da posição do quadril em 30º de flexão (FIG.4). O indivíduo foi solicitado a deitar em decúbito ventral sobre o aparato com a pelve posicionada no seu ápice. Um suporte de metal com ajuste de altura foi utilizado para estabilizar e posicionar o dinamômetro manual a uma distância de 15cm proximal ao calcâneo. Em seguida, o examinador posicionou a perna a ser testada paralelamente a maca e ajustou o suporte de metal para que o dinamômetro manual ficasse na altura do calcâneo (FIG4). Uma cinta de velcro® foi posicionada na altura das espinhas ilíacas póstero-superiores para prender a pelve a maca, garantindo a estabilidade deste segmento. O examinador posicionou a perna a ser testada sob o dinamômetro manual e solicitou que o atleta realizasse força isométrica máxima de flexão de joelho, durante 3 a 5 segundos. Quatro medidas foram realizadas com intervalo de 1 minuto entre elas. A primeira medida foi para aprendizagem e as outras três foram utilizadas no cálculo da média. Para o cálculo da medida de torque dos IQS normalizado pelo peso corporal foi multiplicado essa média de força pela distância do braço de alavanca e este resultado foi dividido pelo respectivo peso corporal do atleta.

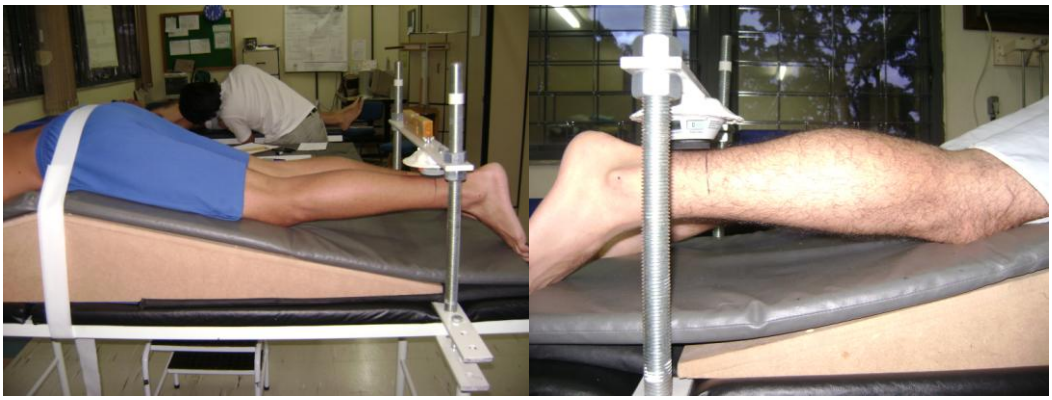

Figura 4: Teste de força dos músculos isquiossurais

2.4.4 Teste de força do músculo glúteo máximo

Para a avaliação da força do glúteo máximo foi utilizado um dinamômetro manual .O indivíduo foi solicitado a deitar em decúbito ventral sobre o mesmo aparato utilizado no teste força dos isquiossurais, com a pelve posicionada no seu ápice (FIG.5). A coluna lombar foi estabilizada com uma cinta de velcro®, para evitar compensações. Em seguida o examinador posicionou o atleta com o quadril em rotação externa máxima e o joelho em extensão máxima e o membro inferior foi elevado para uma posição paralela à maca. O suporte de metal foi ajustado nesta posição, sendo que o dinamômetro manual ficou posicionado a uma distância de 15 cm proximal ao calcâneo. O examinador posicionou o membro inferior a ser testado sob o dinamômetro manual e solicitou que o atleta realizasse força isométrica máxima de extensão de quadril, durante 3 a 5 segundos (FIG.6). Quatro medidas foram realizadas com intervalo de 1 minuto entre elas. A primeira medida foi para aprendizagem e as outras três foram utilizadas no cálculo da média. Para cálculo da medida de torque GM normalizado pelo peso corporal foi multiplicado essa média pela distância do braço de alavanca e o resultado foi dividido pelo peso do atleta.

Figura 5: Estabilização da coluna lombar

Figura 6: Teste de força do glúteo máximo

2.5 Acompanhamento

Todos os sujeitos da amostra avaliados na pré-temporada de 2008 foram acompanhados durante a temporada do ano de 2008 e os registros das ocorrências de lesão de IQS foram realizados. O diagnóstico da lesão de IQS foi realizado pela equipe médica dos respectivos clubes dos atletas avaliados. Os critérios utilizados por esses profissionais foram previamente padronizados. Estes critérios foram: dor aguda na região posterior de coxa durante treinos ou partidas; dor na região posterior da coxa reproduzida por alongamento, contração e palpação dos IQS; perda de pelo menos uma partida devido à lesão de IQS[42, 45]. Alguns clubes também usaram diagnóstico por imagem para a confirmação da lesão de IQS.

2.6 Análise estatística:

O modelo estatístico utilizado para análise dos dados foi o CART (*Classification and Regression Tree). O CART* é um modelo estatístico para análise multivariável que desenvolve uma árvore de decisão que é uma representação gráfica da associação das variáveis independentes e a variável dependente dicotômica [46]. O CART é indicado para análise de dados complexos por ser robusto, flexível e conseguir lidar com relações não lineares entre preditores [46]. Devido a essas características o CART, comparado a outros métodos de regressão tradicionalmente utilizados como a regressão logística multivariada, é efetivo para desenvolver regras de tomada de decisões clínicas, é capaz de detectar interações complexas entre preditores e produz resultados de fácil interpretação clínica [46]. O CART é um método estatístico não paramétrico que consegue selecionar de inúmeros preditores aqueles e suas interações que são mais importantes para explicar a variável desfecho. Este método consegue explicar a variação do desfecho pesquisado através de divisões binárias sucessivas que dividem o conjunto de dados inicial até então heterogêneo em subgrupos (nodos) cada vez mais homogêneos. Dessa forma, o CART produz uma representação gráfica com múltiplos níveis que se assemelha aos ramos de uma árvore. Além disso, este modelo determina pontos de corte de cada preditor que melhor divide o conjunto de dados em relação à variável desfecho. Cada subgrupo originado dessas divisões é caracterizado por um valor típico da variável desfecho, pelo número de observações dentro do subgrupo e por valores do preditor que o define.

2.7 Redução dos dados:

Os preditores utilizados no estudo foram: LPIQS, ângulo de inclinação pélvica no plano frontal, média de torque de IQS normalizado pelo peso corporal, déficit de torque de IQS normalizado pelo peso corporal, média de torque de GM normalizado pelo peso corporal, déficit de torque de GM normalizado pelo peso corporal, média de flexibilidade de IQS e déficit de flexibilidade de IQS. As variáveis de média de torque de IQS e GM normalizados pelo peso corporal e média de flexibilidade de IQS foram calculadas a partir da média entre os membros dos indivíduos avaliados. Já as variáveis de déficit de torque de IQS e GM normalizados pelo peso corporal e déficit de flexibilidade de IQS foram calculadas pela diferença percentual entre membros dos indivíduos avaliados

O processo de divisão do modelo foi interrompido quando se atingiu os seguintes critérios previamente estabelecidos: número máximo de cinco níveis para as divisões, número mínimo de seis indivíduos em cada subgrupo (nodo) para permitir a divisão e número mínimo de três indivíduos nos subgrupos (nodos) terminais. Um Índice de Gini de 0,001 foi estabelecido para medida do grau de impureza nas divisões. Em relação aos custos de classificações incorretas, classificar um atleta que tem LIQS como não lesado foi considerado ter um maior custo (custo=2) do que o oposto (custo=1). Além disso, um procedimento de *Pruning* foi utilizado para se obter a melhor árvore de classificação do conjunto de dados. O modelo CART para o presente estudo foi desenvolvido utilizando o software SPSS v.16.0 para Macintosh.

3 RESULTADOS

A análise descritiva da amostra e das variáveis estão representadas nas tabelas 1 e 2. Entre os 115 indivíduos da amostra 26 tiveram lesão por estiramento de IQS (22,6%) durante o período de acompanhamento. Dentre os 26 lesados, 5 atletas tiveram mais do que uma lesão nesse período.

Tabela 1: Análise descritiva da amostra

	Categoria Juvenil (15 a 17 anos)	*Categoria Júnior (17 a 20 anos)*	*Total*
Número de atletas	46	69	115
Lesão prévia IQS	8 (17, 39%)	19 (27,53)	27 (23,47%)
Atletas lesados (IQS)	9 (19,56%)	17(24,64%)	26 (22,6%)

Tabela 2: Análise descritiva das variáveis

Variável	*Amplitude*	*Média*	*Desvio Padrão*
Média de Torque Normalizado IQS (N.m/Kg)	0,28 a 0,57	0,41	±0,05
Déficit de Torque Normalizado IQS(N.m/Kg)	0,32 a 46,5	8,82	±7,44
Média de Torque Normalizado GM(N.m/Kg)	0,47 a 0,97	0,72	±0,1
Déficit de Torque Normalizado GM(N.m/Kg)	0,03 a 24,68	7,18	±5,62
Média de Flexibilidade IQS(Graus)	125,5 a 171,16	149,21	±7,88
Déficit de Flexibilidade IQS (Graus)	0 a 9,89	3,03	±2,02
Inclinação Pélvica (Graus)	0 a 7,63	2,28	±1,83

O modelo preditivo (FIG.7) classificou corretamente 21 das 26 LIQS (80,8%) ocorridas e 85 dos 89 atletas que não tiveram LIQS (95,5%), totalizando 92,2% de classificação correta dos atletas quanto à ocorrência ou não da LIQS (TAB. 3). Quatro indivíduos que tiveram LIQS e foram classificados incorretamente estão no *node* 9 e o quinto indivíduo no *node* 15 (FIG.5).

Tabela 3: Classificação do modelo preditivo

OBSERVADO	LESÃO PREDITA		
	LESADOS	NÃO LESADOS	PORCENTAGEM CORRETA
LESADOS	21	5	80,8%
NÃO LESADOS	4	85	95,5%
PORCENTAGEM TOTAL	21,7%	78,3%	92,2%

A FIG. 7 mostra o modelo preditivo entre a associação das variáveis independentes para lesão de IQS. Seis variáveis independentes dentre as oito investigadas foram selecionadas pelo modelo: lesão prévia de IQS, déficit de torque de GM e IQS normalizados pelo peso corporal, déficit e média de flexibilidade de IQS e inclinação pélvica.

Dos 27 atletas com lesão prévia por estiramento de IQS 48,1% (n=13) tiveram esta lesão novamente (Node 1). Dentre os atletas sem lesão prévia por estiramento de IQS 85,2% não tiveram lesão LIQS (n=75) (Node 2). O Modelo preditivo mostrou que dentro do grupo com LPIQS todos os atletas com média de flexibilidade de IQS maior que 155,25° (n=6) não tiveram LIQS (Node 4). Todos os atletas com LPIQS que tiveram LIQS (n=13) tinham média de flexibilidade de IQS menor que 155,25% (Node3). Dentre esses atletas todos que tiveram déficit de torque IQS normalizado pelo peso corporal maior que 7,23% (n=10) tiveram LIQS (Node 8) e 72,7% dos atletas com esse déficit menor que 7,23% (n=8) não lesaram (Node 7). Dentro desse mesmo grupo de atletas com média de flexibilidade menor que 155,25° e déficit de torque de IQS normalizado pelo peso corporal menor que 7,23% todos os atletas com inclinação pélvica menor que 2,15° (n=6) não lesaram (Node 11) e 60% dos atletas com inclinação pélvica maior que 2,15° (n=3) lesaram.

Dos 88 atletas LPIQS 13 (14,8%) tiveram LIQS (Node 2). Dentro deste grupo de atletas todos com déficit de torque de GM normalizado pelo peso corporal maior que 19,58% (n=3) tiveram LIQS (Node 6) e 88,2% dos que tiveram esse déficit menor que 19,58% (n=75) não lesaram (Node 5). Dentro do grupo de atletas com déficit de torque de GM normalizado pelo peso corporal menor ou igual a 19,58% (Node 5) 64 atletas tinham déficit de flexibilidade de IQS menor ou igual a 4,35% sendo que 93,8% desses atletas não lesaram (n=60) e apenas 6,2% tiveram LIQS (n=4) (Node 9). Os 3 atletas com o déficit de flexibilidade de IQS entre 4,35% e 4,69% tiveram LIQS (Node 13). Já os altetas que tinham déficit de flexibilidade IQS maior que 4,69% (Node 14) 92,9% dos altetas (n=13) com inclinação pélvica menor que 2,78° não lesaram (Node 17) e 50% dos atletas (n=2) com inclinação maior que 2,78° lesaram.

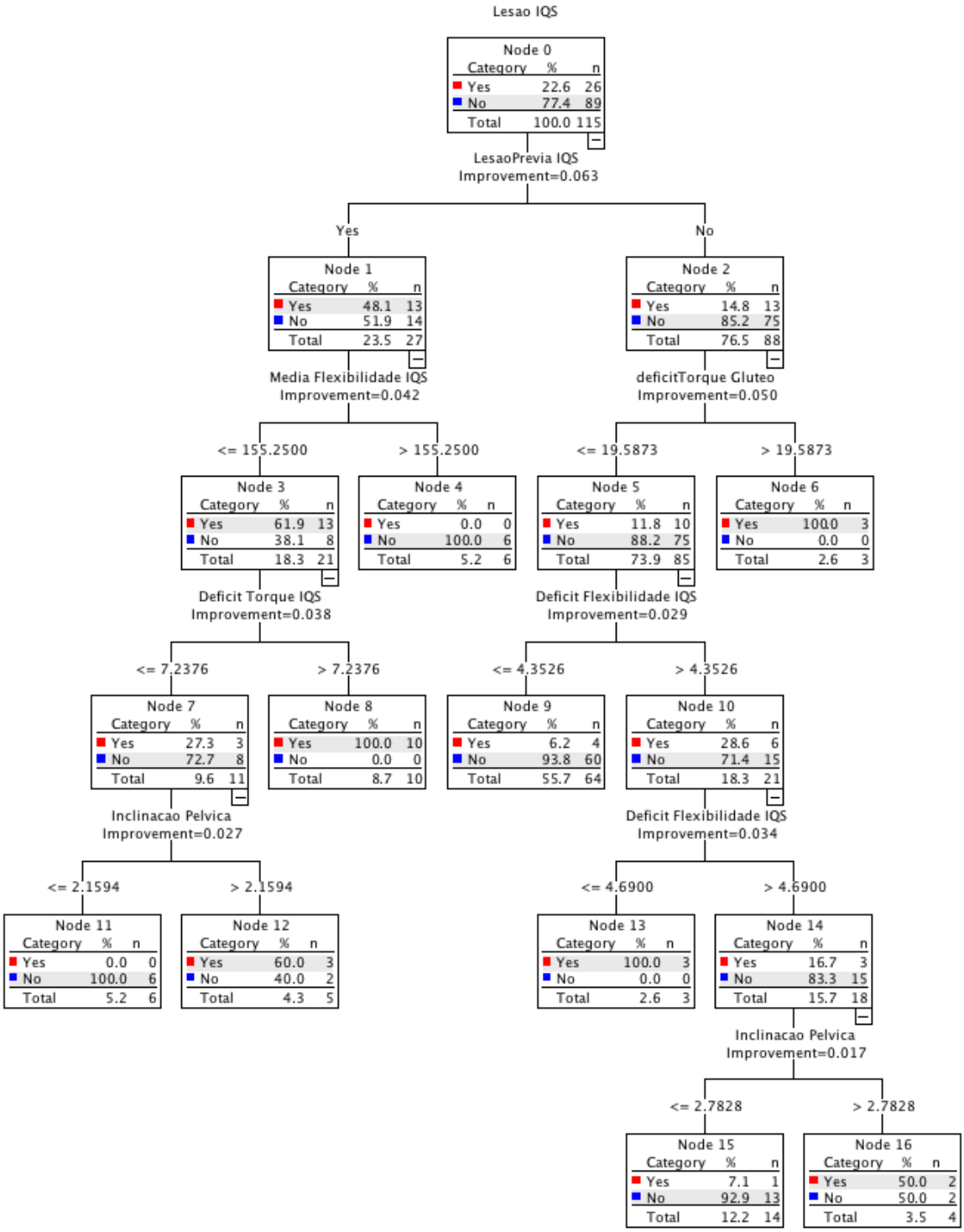

Figura 7: Árvore de classificação das variáveis independents para LIQS

4 DISCUSSÃO

Os resultados desse estudo indicam que os fatores associados à lesão dos isquiossurais são distintos para indivíduos com ou sem lesão prévia dessa musculatura. No grupo com lesão prévia as variáveis mais importantes foram aquelas relacionadas com o próprio grupo muscular lesado, como a flexibilidade e a força de isquiossurais. Já no grupo de indivíduos sem lesão prévia as variáveis que representam assimetrias no sistema musculoesquelético, como déficits de força do glúteo máximo e de flexibilidade de isquiossurais, foram, em geral, as mais relevantes para explicar a ocorrência de lesão dos isquiossurais.

Observa-se na árvore que a variável LPIQS é a que melhor classifica a amostra em dois grupos distintos. 48,1% (n=13/27) dos atletas com LPIQS tiveram LIQS e 85,2% (n=75/88) dos atletas sem LPIQS não tiveram LIQS. Esses resultados revelam que a LPIQS é um fator de risco para LIQS. Outros estudos também encontraram correlação entre LPIQS e LIQS [22, 23, 24]. Estudos prévios que investigaram essa correlação indicam que déficits nos parâmetros de flexibilidade, força muscular, postura e mobilidade neural, remanescentes após a reabilitação da LPIQS podem ser determinantes para recidiva dessa lesão [9, 21, 34].

No grupo com LPIQS (n=27) todos os atletas com média de flexibilidade de IQS maior que 155,25º (n=6) não tiveram LIQS e 61,9% (n=13) com flexibilidade abaixo deste valor tiveram LIQS. Dessa forma, flexibilidade de IQS maior que 155,25º é um significativo fator de proteção para a LIQS no grupo de atletas com LPIQS. Vários autores têm investigado a relação entre flexibilidade de IQS e a LIQS [10, 20, 21, 22, 31, 33, 34]. Witvrouw *et al.* [21], em um estudo prospectivo analisando atletas de futebol, também observou que atletas com menor flexibilidade de IQS apresentaram maior risco de LIQS [21]. Entretanto, vários outros estudos não encontraram esta correlação [10, 22, 31, 33, 34] e ainda não é claro como o aumento da flexibilidade IQS poderia diminuir o risco de lesão.

O Déficit de torque de IQS maior que 7,23% é um relevante fator de risco para LIQS em atletas com LPIQS e flexibilidade de IQS abaixo de 155,25º. Resultados similares foram encontrados por Orchard et al. [10] que observou déficits de torque de IQS maiores ou iguais a 8% no grupo de atletas que tiveram LIQS na liga de futebol australiano. A relação entre

déficit de torque de IQS e a lesão de LIQS pode ser entendida a partir de raciocínios diferentes dependendo do membro lesado. Quando a LIQS ocorre no membro com menor torque de IQS, essa relação pode ser atribuída à fraqueza desse grupo muscular diminuindo a capacidade desse grupo muscular em gerar, absorver e transmitir energia mecânica, predispondo a LIQS. Caso a LIQS ocorra no membro com maior torque de IQS, essa relação sugere uma possível contribuição dos padrões de movimento utilizados pelos atletas para execução de suas atividades habituais. Um padrão de uso assimétrico em um membro irá aumentar a demanda imposta sobre o lado mais forte e, mesmo este tendo uma forca muscular maior que o membro contralateral (maior capacidade), essa capacidade pode não ser suficiente para lidar com a demanda imposta nesse membro.

No grupo de atletas com LPIQS, flexibilidade de IQS abaixo de 155,25º e déficit de torque de IQS menor ou igual a 7,23% todos os atletas com inclinação pélvica no plano frontal menor ou igual a 2,15° (n=6) não tiveram LIQS. Assim uma melhor simetria pélvica no plano frontal é um forte fator de proteção para LIQS no grupo de atletas com essas características. Segundo Al-Eisa et al. [36], a assimetria pélvica leva a alteração dos padrões de movimento que podem afetar negativamente a capacidade individual em atividades diversas. Dessa forma, atletas com melhor alinhamento pélvico no plano frontal parecem ter maior capacidade em lidar com um possível aumento de demanda imposta pela LPIQS e flexibilidade de IQS abaixo de 155,25º.

No grupo de atletas sem LPIQS (n=88) todos os atletas com déficit de torque de GM maior que 19,58% tiveram LIQS (n=3) e 88,2 % dos atletas que tinham este déficit menor que 19,58% não lesaram. Dessa forma, o déficit de torque de GM maior que 19,58% pode ser considerado fator de risco para LIQS em atletas sem LPIQS. O principal mecanismo de lesão para LIQS é o *sprinting* máximo, durante a transição da fase final de balanço para o inicio da fase de apoio. Neste momento, o GM é considerado o músculo primário no movimento de extensão de quadril e a principal função dos IQS nesse momento é agir como um transferidor de energia entre a articulação do quadril e do joelho [16]**.** Dessa forma a fraqueza do GM pode estar relacionada ao aumento da demanda de trabalho dos isquiosurrais no movimento de extensão do quadril, predispondo esse músculo à lesão [4, 17].

No grupo de atletas sem LPIQS e déficit de torque de GM menor que 19,58%, 93,8% dos atletas que apresentavam déficit de flexibilidade de IQS menor ou igual a 4,35% (n=60/64) não tiveram LIQS. Assim, a maior simetria de flexibilidade de IQS em atletas com essas características foi um importante fator de proteção. Todos os atletas do mesmo grupo que tinham déficit de flexibilidade de IQS maior que 4,35% e menor ou igual a 4,69% (n=3) tiveram lesão de IQS. Isto mostra que esta faixa de déficit foi um importante fator de risco para este grupo. Já os atletas deste grupo que tinham déficit de flexibilidade maior que 4,69% e que tinham inclinação pélvica menor ou igual a 2,78°, 92,9% (n=13/14) não tiveram LIQS. Neste caso um menor grau de inclinação pélvica, revelando uma maior simetria no alinhamento dos membros inferiores, foi um fator de proteção em 92,9% desses atletas que mesmo tendo um déficit de flexibilidade maior que 4,69% não tiveram lesão de IQS.

5 CONCLUSÃO

A partir dos resultados desse estudo é possível inferir que os fatores relacionados na LIQS nos atletas com LPIQS podem ser decorrentes de déficits locais remanescentes após a reabilitação da LPIQS. Dessa forma a não correção dos déficits de força muscular e flexibilidade de isquiossurais nos atletas com LPIQS parecem ser determinantes para recidiva dessa lesão em atletas de futebol. Já no grupo de atletas sem LPIQS, a identificação e correção de assimetrias de força muscular de glúteo máximo, flexibilidade de isquiossurais e postura pélvica parecem ser o caminho para prevenção de LIQS no futebol.

REFERÊNCIAS

1. HUNTER, D. G.; SPEED, C. A. The assessment and management of chronic hamstring/posterior thigh pain. Best. *Pract. Res. Clin. Rheumatol*., v. 21, n. 2, p. 261-77, Apr 2007.

2. FOREMAN, T. K. *et al*. Prospective studies into the causation of hamstring injuries in sport: a systematic review. *Physical Therapy in Sport*, v. 7, p. 101-9, 2006.

3. WOODS, C. *et al*. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football: analysis of hamstring injuries. British Journal of Sports Medicine, v. 38, p. 36-41, 2004.

4. HOSKINS, W. T.; POLLARD, H. P. Hamstring injury management: part one: issues in diagnosis. *Manual Therapy*, v. 10, n. 2, p. 96-107, 2005.

5. MCMASTER, W. C.; WALTER, M. Injuries in soccer. *Am. J. Sports*. Med., v. 6, p. 354-357, 1978.

6. DADEBO, B.; WHITE, J.; GEORGE, K. P. A survey of flexibility training protocols and hamstring strains in professional football clubs in England. *British Journal of Sports Medicine*, v. 38, n. 4, p. 388-394, 2004.

7. VERRALL, G. M.; SLAVOTINEK, J. P.; BARNES, P. G. The effect of sports specific training on reducing the incidence of hamstring injuries in professional Australian Rules football players. *Br. J. Sports Med*, v. 39, n. 6, Jun 2005.

8. BURKETT, L. N. Causative factors in hamstring strains. *Medicine and Science in Sports*, v. 2, p. 39–42, 1970.

9. AGREE, C. J. Hamstring injuries. *Sports Medicine*, v. 2, p. 21-33, 1985

10. ORCHARD, J. *et al*. Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *Am. J. Sports. Med*., v. 25, p. 81-85, 1997.

11. CROISIER, J. L.; CRIELAARD, J. M. Hamstring muscle tear with recurrent complaints: an isokinetic profile. *Isokinetics Exerc. Sci*., v. 8, p. 175-180, 2000.

12. YAMAMOTO, T. Relationship between hamstring strains and leg muscle strength. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 33, p. 194-199, 1993.

13. CROISIER, J. L. *et al*. Isokinetic assessment of knee flexors and extensors in professional soccers players. *Isokinetics and Exercises Science*, v. 11, p. 61-62, 2003.

14. CAMERON, M.; ADAMS, R.; MAHER C. Motor control and strength as predictors of hamstring injury in elite players of Australian football. *Physical Therapy in Sport*, v. 4, p. 159-166, 2003.

15. CROISIER, J. L. et al. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective sudy. The American Journal of Sports Medicine, v. 36, n. 8, p. 1469- 1477, 2008.

16. JACOBS, R.; BOBBERT, M. F.; VAN INGEN SCHENAU, G. J. Mechanical output from individual muscles during explosive leg extensions: the role of biarticular muscles. *Journal of Biomechanics*, v. 29, n. 4, p. 513-523, 1996.

17. DEVLIN, L. Recurrent posterior thigh symptoms detrimental to performance in rugby union: predisposing factors. *Sports Med*, v. 29, p. 273-287, 2000.

18. VOGT, L.; PFEIFER, K.; BANZER, W. Neuromuscular control of walking with chronic low-back pain. *Manual Therapy*, v. 8, n. 1, p. 21-28, 2003.

19. HOSKINS, W.; POLLARD, H. Hamstring injury management-Part 2: Treatment. *Manual Therapy*, V.10, n.3, p.180-90, Aug 2005b.

20. JONHAGEN, S.; NEMETH, G.; ERIKSSON, E. Hamstring injuries in sprinters: the role of concentric and eccentric hamstring muscle strength and flexibility. *The American Journal of Sports Medicine,* v. 22, n. 2, p. 262-266, 1994.

21. WITVROUW, E. *et al*. Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players: a prospective study. *Am. .J Sports Med*., v. 31, p. 41-46, 2003.

22. GABBE, B. J. *et al.* Predictors of hamstring injury at the elite level of Australian Football. *Scand. J. Med Sci. Sports*, v. 16, p. 7-13, 2006.

23. ORCHARD, J. W. Intrinsic and extrinsic risk factors for muscle strains in Australian football. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 29, n. 3, p. 300-303, 2001.

24. VERRALL, G. M. *et al*. Clinical risk factors for hamstring muscle strain injury: a prospective study with correlation of injury by magnetic resonance imaging. *Br. J. Sports Med*., v. 35, p. 435-439, 2001.

25. GABBE, B. J.; BENNELL, K. L.; FINCH, C. F. Why are older Australian football players at greater risk of hamstring injury? *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 9, p. 327-333, 2006.

26. WATSON, A. W. Sports injuries related to flexibility, posture, acceleration, clinical defects, and previous injury, in high-level players of body contact sports. *Int. J. Sports Med*. V. 22, n. 3, p. 222-225, Apr 2001.

27. SHERRY, M. A.; BEST, T. M. A comparison of 2 rehabilitation programs in the treatment of acute hamstring strains. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, v. 34, n. 3, p. 116-125, 2004.

28. BAHR, R.; KROSSHAUG, T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. Br J Sports Méd, v. 39, p. 324-329, 2005.

29. FONSECA, S. T. *et al*. Integration of stress and their relationship to the kinetic chain. In: MAGEE, D. J. *et al*. *Scientific Foundations and Principles of Practice in Musculoskeletal rehabilitation*. 1st ed. [S.l.]: Saunders Elsevier, 2007, chap.23, p.476-486.

30. GARRETT, W. E. Muscle strain injuries: clinical and basic aspects. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, v. 22, n. 4, p.436-443, 1990.

31. BENNELL, K. Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *British Journal of Sports Medicine*, v. 32, n. 4, p. 309-314, 1998.

32. SIMONSEN, E. B.; THOMSEN, L.; KLAUSEN, K. Activity of mono and biarticular leg muscles during sprint running. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, v. 54, n. 5, p. 524-532, 1985.

33. ASKLING, C., KARLSSON, J.; THORSTENSSON, A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine, Science and Sports*, v. 13, p. 244-250, 2003.

34. HENNESSEY, L.; WATSON, A. W. Flexibility and posture assessment in relation to hamstring injury. Br. J. *Sports Med*, v. 27, n. 4, p. 243-246, Dec. 1993.

35. FARIA, C. D. C. M.; LIMA, F. F. P.; TEIXEIRA-SALMELA, L. F. Estudo da relação entre o comprimento da banda ílio tibial e o desalinhamento pélvico. *Rev. Bras. Fisioter*., São Carlos, v. 10, n. 4, p. 373-379, out/dez. 2006.

36. AL-EISA, E. *et al*. Effects of pelvic asymmetry and low back pain on trunk kinematics during sitting: a comparison with standing. *Spine, v.*31, n. 5, p. 135-43, Mar 2006.

37. AL-EISA, E. *et al*. Effects of pelvic skeletal asymmetry on trunk movement: three-dimensional analysis in healthy individuals versus patients with mechanical low back pain. *Spine*. v. 3, p. 71-9, Feb 2006.

38. SUGIURA, Y. *et al*. Strength deficits identified with concentric action of the hip extensors and eccentric action of the hamstrings predispose to hamstring injury in elite sprinters. *J. Orthop. Sports Phys. Ther,* v. 38, n. 8, p. 457-64, Aug 2008.

39. HIDES, J. *et al*. MRI study of the size, symmetry and function of the trunk muscles among elite cricketers with and without low back pain. *British Journal of Sports Medicine* v. 42, n. 1, p. 509-13, Oct 2008.

40. SANDERS G, STAVRAKAS P. A technique for measuring pelvic tilt. *Phys. Ther.*, v. 61, n.1, p. 49-50, Jan 1981

41. ALVISO DJ, DONG GT, LENTELL GL. Intertester reliability for measuring pelvic tilt in standing. *Phys. Ther.*, v. 68, n. 9, p. 1347-1351, 1988.

42. LEVANGIE PK. The association between static pelvic asymmetry and low back pain. *Spine*, v. 24, n.12, p. 1234-42, Jun 1999

43. RASO, P. *et al*. Confiabilidade intra e inter-examinador da mensuração da inclinação e amplitude de movimento da pelve. *Anais do X Congresso Brasileiro de Biomecânica;* 3-6 junho, Ouro Preto, Brasil, 2003.

44. GABBE, B. J. *et al*. The reliability of commonly used lower extremity musculoskeletal screening tests. *Phys. Ther. Sport*., v. 5, p. 90-97, 2004.

45. GABBE, B. J. *et al*. Risk factors for hamstring injuries in community level Australian football. *British Journal of Sports Medicine,* v. 39, p. 106-110, 2005.

46. CURY, VCR *et al.* Predizendo ganhos de mobilidade em crianças com paralisia cerebral após aplicação de toxina botulínica A. *Rev. bras. fisioter.*, v. 13, n. 1, p. 44-51, 2009.

47. THACKER, S. B. *et al.* The Impact of stretching on sports injury risk: a sistematic review of the literature. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 36, n. 3, p. 371-378, 2004.