

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA/ SAÚDE DA CRIANÇA

AVALIAÇÃO COMPARATIVA DO JOELHO
DE NADADORES ASSINTOMÁTICOS E INDIVÍDUOS
CONTROLE ATRAVÉS DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

MARIANA DAMIAN MIZERKOWSKI

maridamiz@hotmail.com

PORTO ALEGRE

2010

MARIANA DAMIAN MIZERKOWSKI

AVALIAÇÃO COMPARATIVA DO JOELHO DE NADADORES ASSINTOMÁTICOS E
INDIVÍDUOS CONTROLE ATRAVÉS DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Dissertação apresentada como requisito para a
obtenção do grau de Mestre pelo Programa de
Pós-graduação em Medicina / Saúde da Criança
da Pontifícia Universidade Católica do Rio
Grande do Sul.

Orientador: Dr. Matteo Baldisserotto

Porto Alegre

2010

Dedico este trabalho à minha família que,
mesmo de longe, esteve sempre por perto.

AGRADECIMENTOS

A Deus, sempre presente.

Ao Professor Doutor Matteo Baldisserotto, cuja paixão pela pesquisa me inspirou desde o princípio.

A Ricardo B. Soder, pela preciosa ajuda neste trabalho.

Dra. Rose Petkowicz, pelo auxílio na avaliação esportiva dos nadadores.

Aos colegas do Hospital São Lucas pelo carinho, amizade e suporte.

Às amigas do mestrado, Maria Eugênia, Roberta e Larissa: a amizade e as risadas tornaram esta jornada muito mais agradável.

E às amigas insubstituíveis Ângela, Janete, Carolina, Elisabeth, Aguinara e Rogéria, pois a vida não é apenas trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq - pelo financiamento deste mestrado.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| RESUMO | 11 |
| RESUMO EM INGLÊS | 12 |
| 1 REFERENCIAL TEÓRICO | 13 |
| 1. 1 LESÕES MÚSCULO-ESQUELÉTICAS RELACIONADAS AO ESPORTE..... | 13 |
| 1. 2 NATAÇÃO..... | 16 |
| 1. 2.1 NATAÇÃO RECREAÇÃO X NATAÇÃO COMPETITIVA..... | 17 |
| 1. 2.2 BIOMECÂNICA E FISILOGIA NA NATAÇÃO..... | 18 |
| 1. 2.3 BIOMECÂNICA NOS QUATRO ESTILOS..... | 19 |
| 1. 3 LESÕES ARTICULARES NOS JOELHOS NA NATAÇÃO..... | 23 |
| 1. 4 IMAGEM NAS LESÕES ARTICULARES NA NATAÇÃO..... | 30 |
| 1. 5. NOVAS PERSPECTIVAS PARA O ESTUDO POR IMAGEM DE ATLETAS..... | 36 |
| 1. 6. JUSTIFICATIVA..... | 37 |
| 1. 7. OBJETIVOS..... | 38 |
| 1. 8. REFERÊNCIAS | 39 |
| 2 METODOLOGIA | 43 |
| 2. 1 REFERÊNCIAS..... | 48 |
| 3 ARTIGO PREPARADO PARA PUBLICAÇÃO | 49 |
| 4 CONCLUSÕES | 56 |
| 4. 1. REFERÊNCIAS..... | 58 |

| | |
|---|----|
| APÊNDICE A – TABELA..... | 59 |
| APÊNDICE B – FIGURA..... | 60 |
| ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA..... | 61 |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | | |
|-----------|--|----|
| Figura 1A | Pernada do nado livre | 20 |
| Figura 1B | Detalhe da pernada do nado livre | 20 |
| Figura 2A | Nado de costas – padrão das braçadas e pernadas..... | 21 |
| Figura 2B | Detalhe da pernada de costas..... | 21 |
| Figura 3A | Pernada do nado de peito – vista posterior..... | 22 |
| Figura 3B | Pernada do nado de peito – vista superior | 22 |
| Figura 3C | Pernada do nado de peito – vista lateral..... | 22 |
| Figura 4A | Nado golfinho – vista lateral | 23 |
| Figura 4B | Nado golfinho – detalhe da pernada..... | 23 |
| Figura 5A | Ilustração da virada livre..... | 24 |
| Figura 5B | Ilustração da virada costas..... | 24 |
| Figura 5C | Ilustração da virada do nado livre com cambalhota..... | 24 |
| Figura 6 | Linhas de força durante a pernada do nado de peito..... | 25 |
| Figura 7A | Ilustração da articulação do joelho, gordura infrapatelar e prefemoral..... | 26 |
| Figura 7B | Ilustração do pinçamento dos corpos adiposos durante a flexão do joelho..... | 26 |
| Figura 8 | Ilustração da prega sinovial infrapatelar..... | 29 |
| Figura 9 | Ilustração das pregas suprapatelar e infrapatelar..... | 29 |
| Figura 10 | Ilustração da prega lateral do joelho..... | 29 |
| Figura 11 | Ilustração dos meniscos..... | 30 |
| Figura 12 | Imagem de RM – aumento de volume da gordura quadriciptal..... | 32 |

| | | |
|-----------|--|----|
| Figura 13 | Imagem de RM – alteração da gordura infrapatelar..... | 32 |
| Figura 14 | Imagem de RM – edema ósseo..... | 34 |
| Figura 15 | Imagem de RM – alteração de pregas sinovial e derrame articular..... | 35 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|----------|------------------------------------|----|
| Tabela 1 | Anormalidades no joelho na RM..... | 59 |
|----------|------------------------------------|----|

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BMI – *Body mass index*

DP – Desvio padrão

FOV – *Field of view*

FSE – *Fast spin echo*

IMC – Índice de massa corporal

LCA – Ligamento cruzado anterior

LCP – Ligamento cruzado posterior

MRI – *Magnetic Resonance Image*

PD – *Proton density* (densidade de prótons)

RM – Ressonância Magnética

STIR – *Short tau inversion recovery*

TC – Tomografia computadorizada

TE – Tempo de eco

TR – Tempo de repetição

US – Ultrassonografia

VO₂max – Consumo máximo de oxigênio

LISTA DE SÍMBOLOS

T – Tesla

RESUMO

OBJETIVO: Comparar, através da ressonância magnética, o joelho de adolescentes assintomáticos que praticam natação com o joelho de adolescentes assintomáticos que não praticam esportes de impacto.

MÉTODOS: Estudo transversal controlado comparando o joelho de 27 voluntários assintomáticos do sexo masculino (54 joelhos), com idade entre 14 e 15 anos, divididos em dois grupos: 13 nadadores de elite e 14 adolescentes no grupo controle. Imagens de ressonância magnética ponderadas nas seqüências T1 e densidade de prótons no plano sagital, imagens ponderadas em STIR nos planos axial, coronal e sagital foram obtidas em magneto aberto de 0,35T. Os exames foram avaliados por dois radiologistas experientes, cegados para os grupos do estudo. O teste exato de Fisher foi utilizado para a análise estatística e o nível de significância estabelecido em $p < 0.05$. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da instituição onde foi realizado.

RESULTADOS: Ao menos uma anormalidade foi detectada em 18 joelhos (69,2%) no grupo de nadadores e apenas em nove joelhos do grupo controle (32,1%) ($p < 0,013$). A alteração mais comum foi o edema da gordura infrapatelar, encontrado em 53,8% dos nadadores e somente em 25% dos joelhos do grupo controle ($p < 0,05$). A segunda alteração mais encontrada foi o edema ósseo (26,9%), depois edema da gordura pré-femoral (19%) e líquido articular (15,3%).

CONCLUSÃO: Mais anormalidades foram encontradas nas imagens de ressonância magnética do joelho de nadadores assintomáticos que no joelho dos indivíduos do grupo controle.

PALAVRAS CHAVE: joelho, adolescentes, assintomático, Ressonância Magnética (RM).

ABSTRACT

PURPOSE: To compare, using MRI, the knees of asymptomatic adolescent swimmers to the knees of adolescents who do not practice any impact sports regularly.

MATERIAL AND METHODS: In this cross-sectional study, 27 asymptomatic male volunteers (54 knees), aged 14 and 15 years, were divided into 2 groups: 13 elite swimmers and 14 control adolescents. Sagittal T1-weighted and proton density images, as well as axial, coronal and sagittal STIR images, were obtained using a 0.35T open-field MRI unit. The exams were evaluated by 2 experienced radiologists, blinded to the study groups. The Fisher exact test was used for statistical analyses, and the level of significance was set at $p < 0.05$. This study was approved by the Ethics in Research Committee of the institution where it was conducted.

RESULTS: At least one abnormality was detected in 18 knees (69.2%) in the group of swimmers, but in only 9 knees (32.1%) in the control group ($p < 0.013$). The most common finding was edema of infrapatellar fat pad, seen in 53.8% of the swimmers, but in only 25% of the control group ($p < 0.05$), followed by bone marrow edema (26.9%), edema of prefemoral fat pad (19%) and joint effusion (15.3%).

CONCLUSION: Significantly more abnormalities detected by MRI were found in the knees of asymptomatic adolescent elite swimmers than in the control group.

KEY WORDS: knee, adolescents, asymptomatic, MRI

CAPITULO 1

REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 -LESÕES MÚSCULO-ESQUELÉTICAS RELACIONADAS AO ESPORTE

A prática desportiva tem sido incentivada como prevenção de doenças e manutenção do bem-estar físico e psicológico por profissionais de todas as áreas da saúde ao longo dos anos. Nos Estados Unidos da América (EUA), o serviço de saúde pública relaciona atividades que são consideradas como atividade física apropriada, tais como futebol, corrida, caminhada, natação, dentre outros, como sendo desporto que envolve vários grupos musculares em movimentos dinâmicos por períodos acima de 20 minutos, três ou mais vezes na semana, requerendo 60% ou mais da capacidade cardiorrespiratória do indivíduo (1).

A maior participação de crianças e adolescentes em atividades físicas tem sido reconhecida nas últimas décadas e acompanhada do aumento de lesões agudas e por *overuse* (2-5).

Lesão por *overuse* é o termo utilizado para descrever alterações crônicas, em geral relacionadas a alto estresse fisiológico sem tempo suficiente para a recuperação do tecido envolvido (6). Não há um termo mais específico em português, e por isso o termo em inglês foi mantido e será utilizado para descrever os padrões de atividade e lesões nos pacientes deste estudo.

Os locais mais freqüentemente lesionados são o tornozelo e o joelho, e a dor não-traumática no joelho é a queixa mais prevalente (4). A dor no joelho foi mais relacionada a atividades com movimentos repetitivos e monótonos como os da natação (7) do que em atividades com impacto, mas com movimentos variados, como o tênis.

Adirim e al (4) estima que as diferenças físicas e fisiológicas observadas entre atletas jovens e adultos podem ser as responsáveis pela maior vulnerabilidade das crianças em relação às lesões no esporte. Com características corporais que variam com a idade nem sempre os equipamentos de proteção servirão adequadamente em crianças. A cartilagem de crescimento encontrada nas fises ósseas abertas é mais sensível ao estresse, e o seu fechamento precoce pode ser induzido por certos exercícios como o levantamento de peso.

Outro fator importante a se considerar durante a avaliação de lesões esportivas em crianças é a idade em que se inicia o treinamento. Em crianças menores, a coordenação motora ainda em desenvolvimento pode colocá-las sob maior risco de lesões (4).

Lesões agudas e por *overuse* tem sido relatadas à medida em que as crianças e adolescentes fazem a transição entre os movimentos do esporte na prática recreativa para os movimentos padronizados desenvolvidos no treinamento desportivo (8). Estima-se que de 30% a 50% das lesões relacionadas a esportes entre crianças estejam

relacionadas a *overuse* (9) e por ser lesão de acometimento insidioso, determinar o momento de sua ocorrência nem sempre é possível (7).

Baxter-Jones et al., (8) estudando lesões em atletas de elite mostrou que, enquanto no futebol, ginástica e tênis as lesões agudas predominavam, na natação as lesões por *overuse* eram mais comuns. A natação é um esporte sem contato direto entre os participantes e sem carga, por isso dor e lesões no joelho normalmente decorrem de *overuse* (10), principalmente pelo treinamento que nadadores de elite desenvolvem semanalmente durante os anos de prática do esporte (11). A sobrecarga de exercícios leva a micro traumas sobre tecidos que estão em desenvolvimento e podem gerar alterações biomecânicas na musculatura em torno de articulações e aumentar o risco de lesões. (12).

A avaliação destas lesões ocorre à medida em que os atletas apresentam sintomas e procuram atendimento especializado. Contudo, avaliar dor articular em atletas é tarefa laboriosa. Major et al. (13) estudando joelho de jogadores de basquete, preferiu utilizar o termo “presumivelmente” assintomáticos quando se referia aos jogadores. Não referir dor para permanecer em quadra seria o motivo para não haver queixas entre aqueles atletas.

Embora a dor no joelho seja a segunda causa de sintomas entre nadadores depois da dor no ombro, Rodeo et al., (10) estudando nadadores de elite, destaca que a dor no joelho é comum entre adolescentes e pode não estar relacionada à natação.

O diagnóstico das lesões muitas vezes necessita de estudos de imagem, e a ressonância magnética é o método de escolha para o sistema músculo-esquelético.

1. 2 - NATAÇÃO

Para entender melhor a relação da prática da natação com os focos de estresse gerados sobre o joelho, é necessário conhecer as modalidades praticadas para correlacioná-las às queixas clínicas do paciente.

A natação tem sido praticada como esporte olímpico desde os jogos da Grécia. No Brasil, esportes aquáticos são muito atraentes em especial durante os meses quentes do ano. Há praticantes de todas as idades e níveis sociais.

Entre as crianças é um esporte bastante popular por envolver a recreação durante o treinamento. Para um bom desempenho na água, os praticantes aprendem as quatro modalidades principais que são o nado livre (ou crawl), nado de costas, nado borboleta (ou golfinho) e nado de peito. O nado de costas e o nado livre possuem semelhanças no movimento desenvolvido pelos braços e pernas. Ademais, os outros dois estilos diferem na pernada e na braçada, aspectos que serão descritos em capítulo adiante.

O treinamento por faixas etárias é prática comum e segundo Maglischio (14) a natação foi um dos primeiros esportes a demonstrar que as crianças podiam treinar com a mesma intensidade dos adultos. O treinamento precoce como nadador num grupo por faixa etária deverá preparar os futuros atletas a suportarem maiores intensidades de treinamento quando forem atletas adultos.

Maglischio ainda refere que “as crianças são capazes de treinar por tanto tempo e com tanto esforço quanto os adultos. (...) podem estar mais bem preparadas para esse treinamento, desde que seja mantido um ritmo que se relacione com sua capacidade.

(...) são capazes de treinar mais próximo às suas velocidades máximas sem ficarem cansadas.” (14). Ainda assim, não nadam de forma tão econômica quanto os adultos.

Pequenas mudanças no posicionamento dos membros podem alterar significativamente o desempenho de um atleta na água, e por isso o início precoce possibilita aos atletas mais tempo para aperfeiçoar sua habilidade de natação.

1. 2.1 - NATAÇÃO RECREAÇÃO X NATAÇÃO COMPETITIVA

A maioria das crianças praticantes da natação não o fará em nível competitivo. As atividades relacionadas à competição se referem a treinamento acima de quatro dias por semana, por no mínimo duas horas por treinamento. Em geral, os nadadores de esportes competitivos não realizam pausas nos treinamentos durante as férias das atividades escolares e, mesmo longe do clube ou escola onde realizam seu treinamento, desenvolvem atividades físicas.

A prática de treinamento competitivo entre as crianças aumentou nas últimas décadas (8), assim como a frequência de lesões relacionadas ao esporte. A filosofia de início precoce dos treinamentos para alcançar performance em competições internacionais faz com que muitas crianças iniciem a prática regular antes de atingirem a puberdade.

Novamente, crianças com a coordenação motora em desenvolvimento podem não desempenhar adequadamente os movimentos de cada modalidade, expondo-se ao risco de lesões articulares.

1. 2. 2 - BIOMECÂNICA E FISIOLOGIA NA NATAÇÃO

A performance atlética tem sido melhorada ao longo dos anos com o avanço da tecnologia capaz de mensurar o rendimento e desempenho dos praticantes de atividades competitivas. Neste âmbito, a fisiologia do esporte vem sendo empregada para estudar a função muscular e, desta maneira, adaptar os atletas ao melhor uso de suas capacidades para alcançar melhores resultados com menor esforço.

Na natação não é diferente. Nesta área, contudo, se emprega além da capacidade muscular do atleta, as propriedades de impulsão do mesmo em meio líquido, utilizando os princípios da hidrodinâmica. Sem o atrito no solo, a exemplo da corrida, o impulso do nadador na água se deve mais à sua capacidade de propulsão do que à resistência criada pela água num sistema aberto, que é a piscina (15). Por isso, ao contrário da maioria dos esportes realizados em solo, a natação necessita de maior desenvolvimento das extremidades superiores do atleta (16). A maior parte das lesões relatadas na natação se refere à extremidade superior, em especial ao ombro (11).

A extremidade inferior também pode sofrer lesões durante a prática da natação, porque a pernada participa na propulsão do atleta ainda que em menor intensidade.

Em relação ao treinamento por modalidade, as crianças recebem instruções para quatro modalidades até cerca dos 14 -15 anos, quando a especialização por estilo se inicia. Além do desenvolvimento físico, isto se deve também ao fato de o rendimento máximo do VO_2 max ser alcançado em torno desta faixa etária (16).

Para um bom desempenho durante o nado, quatro fatores principais serão decisivos para o rendimento: a braçada, a posição do corpo do atleta em relação à

superfície da água, o rolamento lateral do corpo para equilibrar o movimento e a pernada.

1.2.3 - BIOMECÂNICA NOS QUATRO ESTILOS

Para a avaliação das modalidades de natação e seu potencial lesivo ao joelho, será descrita apenas a pernada de cada um dos estilos e , quando relevante, outros fatores que possam ser considerados passíveis de causar lesões.

Nado livre ou *Crawl*

Os padrões de pernada mais comuns no nado livre são o de seis e de duas batidas, ou seja, no primeiro, serão três movimentos para cima e três para baixo de cada perna por ciclo e no segundo, um movimento para cima e outro para baixo de cada perna por ciclo. O movimento da perna para baixo é a fase propulsiva e o movimento ascendente serve como fase de recuperação. Algum movimento lateral é desenvolvido durante as pernadas para ajudar a estabilizar o rolamento lateral do corpo.

O movimento para baixo da perna é realizado basicamente por flexão do quadril. O pé fica para trás da coxa por flexão do joelho no início do movimento. O trajeto para baixo se continua por extensão do joelho, gerada pela flexão do quadríceps. O movimento para cima da perna é realizado pela extensão do quadril, e o joelho permanece totalmente estendido (figuras 1A e 1B).



Figura 1A - pernada do nado livre



Figura 1B – detalhe da pernada do nado livre.

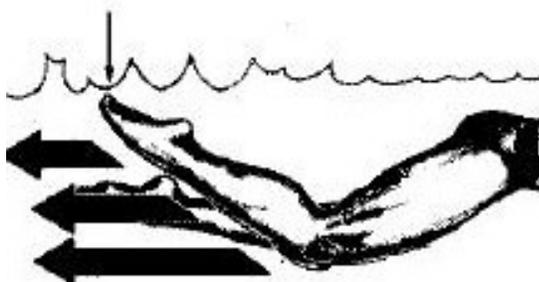


Figura 1C – direção da força de propulsão durante a pernada para baixo.

Nado de costas

A pernada desenvolvida durante o nado de costas é bastante similar à pernada do nado livre (figuras 2A e 2B).

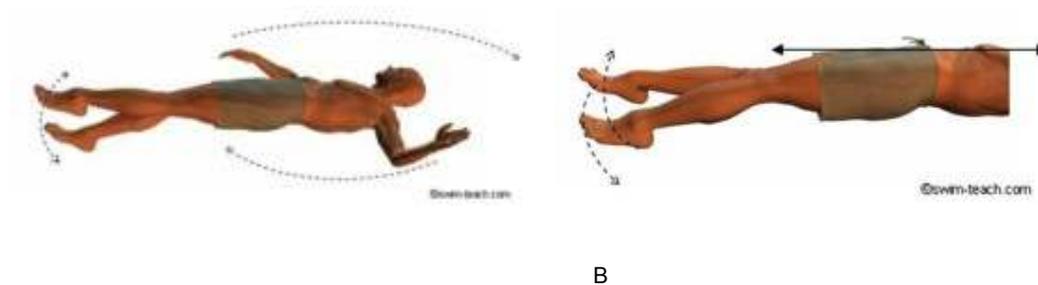


Figura 2 A- nado de costas. B – detalhe da pernada no nado de costas

Nado de peito

A pernada deste estilo é dividida em abertura, fechamento e recuperação.

A recuperação das pernas é iniciada durante a fase de fechamento dos braços. Os pés são trazidos para junto do corpo com flexão dos joelhos e quadris. Ao atingirem a linha média o mais próximo do corpo possível, os pés realizam inversão e iniciam o movimento de abertura para fora, para baixo e para trás. Neste ponto, a abertura dos joelhos deverá ser pouco maior que a largura do quadril.

O fechamento se inicia após a abertura e é o responsável pela propulsão. Os pés iniciam o trajeto contrário e o movimento termina quando os pés se unem na linha média e os joelhos estão estendidos (figuras 3A, 3B e 3C).

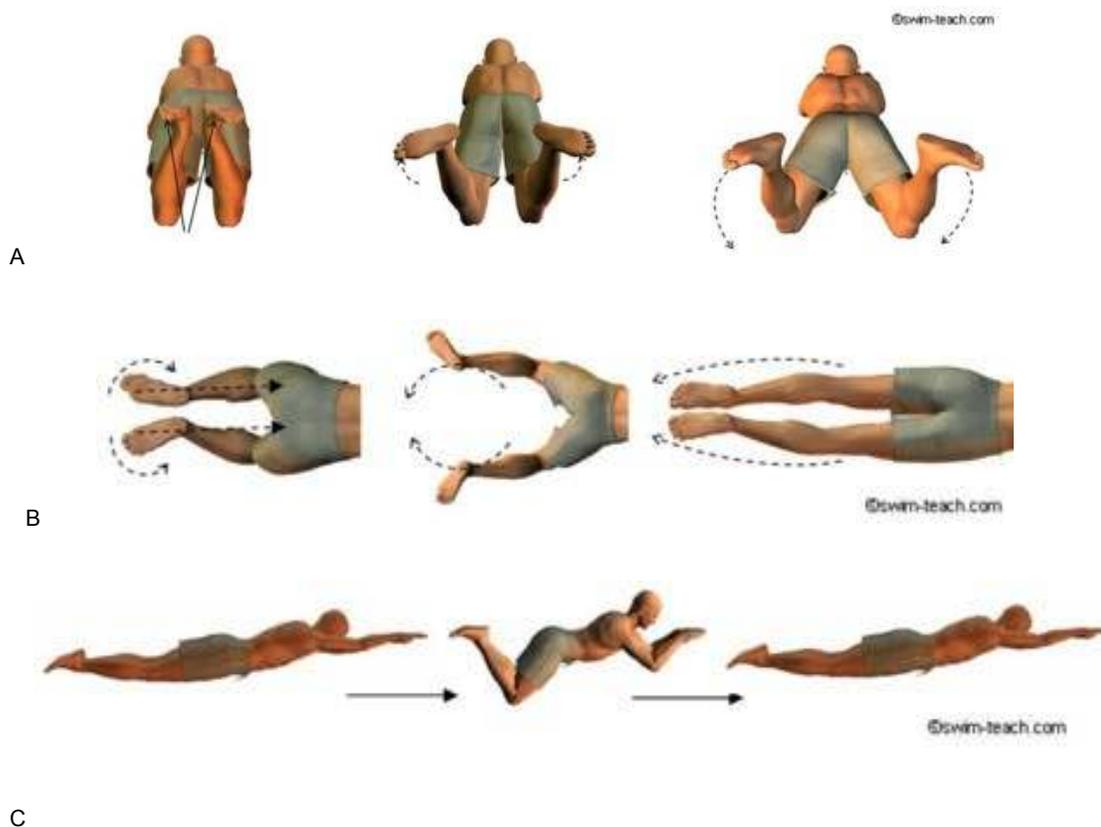
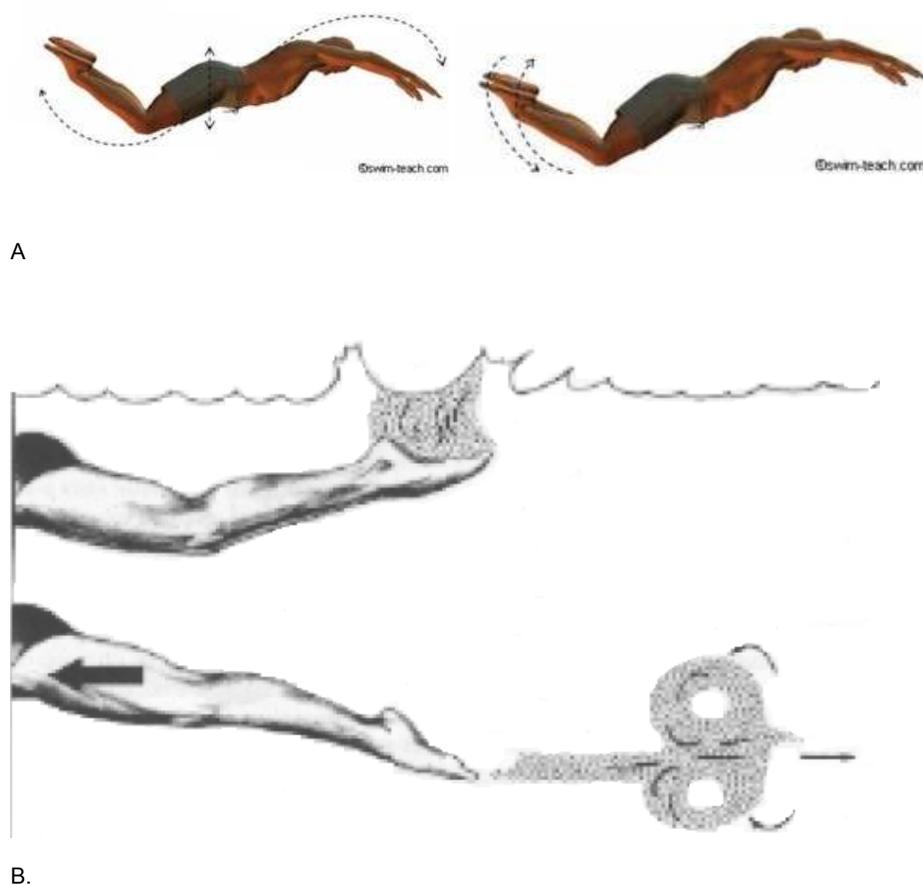


Figura 3- pernada do nado de peito– A– vista posterior. B –vista superior. C- vista lateral.

Nado borboleta

Nesta modalidade a pernada é similar ao *nado livre*, mas as pernas se mantêm unidas, com os movimentos para cima e para baixo realizados ao mesmo tempo. Para cima, o movimento é realizado basicamente por extensão do quadril. O joelho é mantido estendido.

Durante o movimento para baixo, o quadril é fletido. No início do movimento os joelhos são fletidos e seguem estendendo-se para, ao final do movimento, estar em extensão completa (figura 4A e 4B).

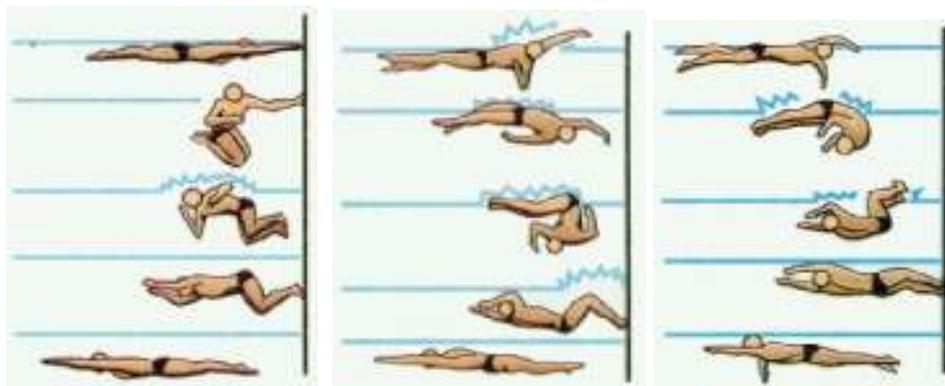


B.

Figura 4 nado golfinho. A- vista lateral. B- detalhe da pernada e da força propulsiva.

1.3 LESÕES ARTICULARES NOS JOELHOS NA NATAÇÃO

Na natação todos os estilos dependem de movimentos de flexão do joelho durante a pernada habitual que, em conjunto com várias paradas e retomadas em que o agachamento parcial é necessário para a virada (figuras 5A, 5B e 5C), levam a estresse repetitivo sobre certos compartimentos do joelho.



A

B

C

Figura 5 – Viradas A- Nado livre. B- costas. C- nado livre com cambalhota.

As lesões no joelho decorrentes de cada tipo de nado refletem o movimento realizado durante as fases das modalidades, pormenorizadas em itens anteriores. A maioria das lesões relatadas se refere ao nado de peito, pois a pernada desenvolvida realiza movimentos que não são fisiológicos ao joelho e têm sido descritas na literatura como joelho do nadador de peito.

Compartimento medial:

Na modalidade de peito, durante a fase de recuperação na pernada, os pés são invertidos e realizam abdução com os joelhos ainda juntos na linha média (figura 6). Isto leva a grande carga em valgo (17) e estresse no compartimento medial do joelho, em especial no ligamento colateral medial, em qualquer ponto de sua extensão, podendo levar a distensões, lacerações e rupturas. A técnica inadequada, com abdução excessiva das coxas durante a flexão do quadril e dos joelhos, predispõe o atleta a esta condição conhecida como o joelho do nadador de peito (15). Inflamação do retináculo medial e do ligamento colateral medial podem estar relacionados à dor nestes atletas.

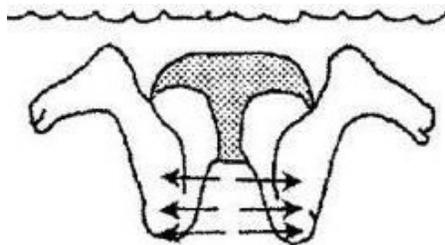


Figura 6 – Linhas de força durante a pernada de peito

Corpos adiposos:

Estão localizados na articulação do joelho e são a gordura infrapatelar ou de Hoffa, gordura pré-femoral, pré-patelar e quadricipital (figura 7A). Podem causar dor no joelho quando lesionados ou quando se tornam inflamados. Um dos motivos de inflamação e edema destes corpos adiposos é o pinçamento entre estruturas ósseas, ligamentares e tendíneas (18- 20) (figura 7B).

O edema da gordura infrapatelar pode estar relacionado à grande frequência de movimentos de flexão - extensão do joelho realizados durante a pernada, e que podem resultar em pinçamento da gordura no espaço femorotibial anterior (18) (figura 7B). O pinçamento gera hemorragia e reação inflamatória da gordura, causando a alteração observada na imagem de RM, que será apresentada em à frente (18). Achados semelhantes foram demonstrados em atletas que praticam esportes de alto impacto (21) e em alguns estudos prospectivos com indivíduos não-atletas.

Ainda, a gordura infrapatelar pode ser pinçada em seu aspecto súpero-lateral (figura 7B). Patela alta, mecanismo extensor do joelho lateralizado, mau alinhamento da patela e perda da gordura junto à face lateral da patela são alterações relacionadas ao pinçamento da gordura de Hoffa entre o tendão patelar e o côndilo femoral (18) .

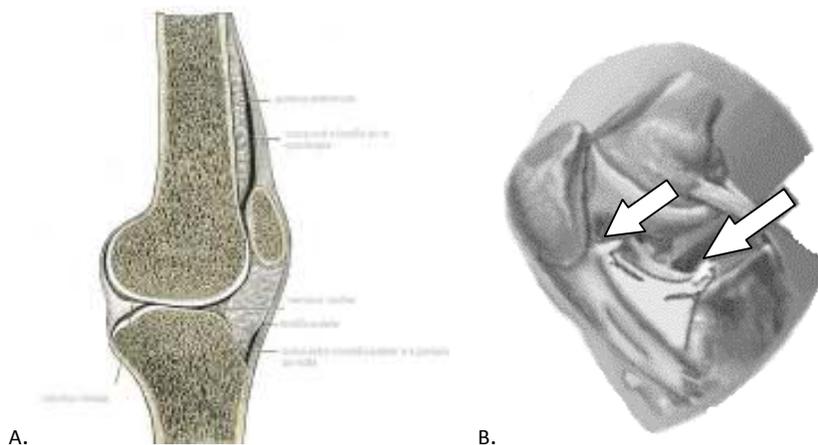


Figura 7 – A. Esquema da localização da gordura de Hoffa (ou infrapatelar) e da gordura prefemoral. B. Pinçamento da gordura de Hoffa durante a flexão do joelho (seta maior) e pinçamento de sua porção súpero-lateral (seta menor).

A gordura pré-femoral, localizada na região suprapatelar posterior ao tendão quadriciptal, pode sofrer pinçamento contra o côndilo femoral durante a extensão do joelho e gerar um processo inflamatório (19).

Edema ósseo:

É uma das respostas do osso ao estresse. A dinâmica do osso em relação ao estresse com hipertrofia e remodelamento foi apontada por Kornaat et al. (22) como uma causa plausível de edema ósseo em atletas assintomáticos. À histologia o remodelamento do osso evidencia micro fraturas e edema medular.

Esta alteração de imagem foi descrita em atletas de diversos esportes diferentes, tais como basquete e futebol (22-24) e não foi totalmente associado com sintomas, mesmo entre atletas de elite. Major et al. (13) encontrou edema ósseo em jogadores de basquete assintomáticos e sugeriu que esta anormalidade possa estar relacionada à transmissão

direta de impacto repetitivo através da cartilagem articular ao osso subjacente, o que causaria esta alteração característica no sinal do osso (13).

Outra explicação possível para o edema ósseo em atletas foi relatada por Vanhoenacker et al. (24) que sugeriu que uma mudança biomecânica devida à prática desportiva leva ao desenvolvimento de edema em certos compartimentos do joelho como uma resposta fisiológica ao estresse repetido. Esta observação também foi feita por Krampfl et al. (25) avaliando maratonistas, nos quais o edema ósseo identificado distante da região subcondral poderia estar relacionado ao processo da corrida como uma reação óssea ao estresse. Este padrão na imagem poderia, segundo estes autores, estar relacionado a áreas de hematopoiese aumentada onde houvesse hiperplasia da medula óssea, já descrita em maratonistas assintomáticos.

Em relação aos nadadores de elite, a fonte de estresse articular pode estar relacionada à flexão repetida durante os movimentos do joelho no nado livre, borboleta e nado de costas. A virada do nadador utiliza a flexão do joelho de forma mais acentuada, pois o movimento é um agachamento junto à parede da piscina e pode gerar o mesmo estresse articular. O impacto medial durante a pernada no nado de peito, como já descrito anteriormente, é decorrente do movimento menos fisiológico ao joelho e pode ser uma das fontes de sobrecarga geradoras do edema ósseo, em especial no côndilo femoral e platô tibial laterais.

A resposta do osso à carga parece sugerir uma seqüência que vai da resposta fisiológica à fratura de estresse e, neste contexto, os exames destes atletas devem ser cuidadosamente avaliados, pois em geral, não se pode determinar com precisão em que ponto deste *continuum* o paciente se encontra (22,26).

Derrame articular:

Líquido articular pode ser encontrado na vigência de alterações na articulação do joelho sejam agudas ou crônicas. Em pequenas quantidades pode ser identificado no recesso suprapatelar lateral e na linha média, no recesso infrapatelar e na região adjacente ao ligamento cruzado anterior (LCA).

O líquido articular pode ser coletado em um recesso localizado entre a face posterior da gordura de Hoffa e a cápsula articular. Porém, a presença de líquido nesta topografia não está necessariamente relacionada à presença de derrame articular (27).

A prática desportiva também foi relacionada à presença de líquido articular em indivíduos fisicamente ativos, praticantes regulares de corrida e maratonistas (28), que pode ser considerado variação normal na ausência de patologia.

Prega sinovial:

É um remanescente embrionário das camadas sinoviais do joelho. (29) e podem ser encontradas pregas suprapatelar , mediopatelar (ou infrapatelar) e lateral (30) (Figuras 8,9 e 10). Muitos portadores de pregas sinoviais não apresentam sintomas (30). Quando ocorre um processo inflamatório da plica, seja por traumas repetitivos ou agudos (17, 30), ela se torna sintomática e o atleta pode apresentar dor anterior no joelho.

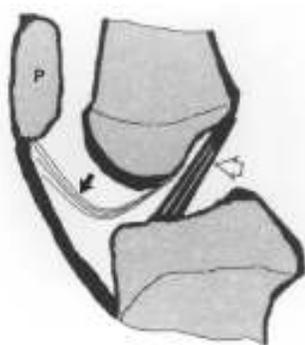


Figura 8 – Prega sinovial infrapatelar (seta preta), Ligamento cruzado anterior (seta branca).
Fonte: Cothran et al.. AJR 2003 (29).P= patela.

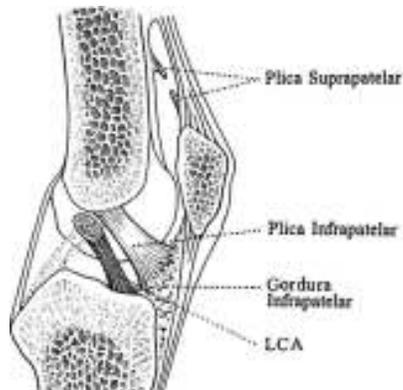


Figura 9 – Ilustração :prega suprapatelar.
Fonte: Boyd et al.. Clin J Sports Med 2005. (31)

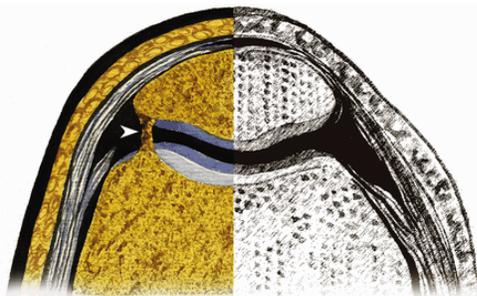


Figura 10 - Ilustração mostrando o recesso lateral do joelho indicando prega súpero-lateral (cabeça de seta). Fonte: Garcia-Valtouille et al. Anatomy and MR imaging appearance of synovial plicae of the knee Radiographics. 2002 Jul-Aug ;22(4):775-84.

Meniscos:

Coxins em forma de meia lua localizados sobre os platôs tibiais que ajudam a distribuir as forças compressivas e torcionais no joelho (32-34) (figura 11). Lesões meniscais podem ocorrer em associação a lesões dos ligamentos cruzados ou isoladamente. A história de lesões destas estruturas é de rotação ou hiperflexão do joelho, que comprime o côndilo femoral contra o platô tibial lesionando o menisco entre eles (35). Na natação, técnica inadequada na pernada e o agachamento realizado para a virada podem ser fontes de hiperflexão no joelho (figura 5).

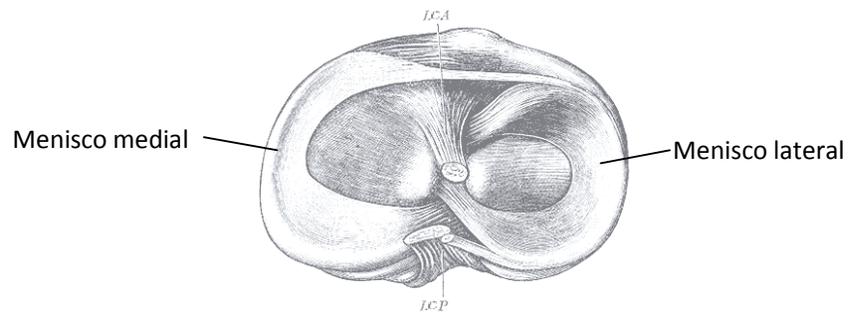


Figura 11 - Ilustração dos meniscos

Ligamentos:

Lesões ligamentares em adolescentes, cujas fises ósseas ainda estejam abertas são raras, pois o ligamento é mais resistente que a placa de crescimento onde está inserido (9). A desinserção ligamentar, por sua vez, é relativamente comum em adolescentes (36). O ligamento mais comumente lesado é o LCA.

Cartilagem articular:

Recobre superfícies ósseas como os côndilos femorais, platô tibial e face posterior da patela, evitando o atrito direto entre as estruturas ósseas. Lesões cartilagíneas podem ocorrer em traumas agudos como o deslocamento da patela, mas estão mais relacionados a trauma crônico repetitivo (32-34). Exercícios repetitivos em alta frequência que provoquem o impacto da patela contra o fêmur podem lesionar a cartilagem articular, em especial da patela em atletas com mau alinhamento da patela, levando a lesão condral. Qualquer lesão de cartilagem pode estar relacionada a edema

ósseo subcondral (17,32-34). Na natação, a pernada em todos os estilos utiliza a flexão do joelho em algum grau e a virada é comum a todos as modalidades.

1.4 - IMAGEM DAS LESÕES ARTICULARES NA NATAÇÃO

Os métodos de imagem utilizados por muitas décadas para a avaliação do sistema músculo-esquelético foram a radiografia convencional e a cintilografia. Contudo, a ultrassonografia e a ressonância magnética foram prontamente incluídas nos protocolos diagnósticos para as lesões relacionadas ao esporte (37). O estudo por RM é o método de imagem não invasivo de escolha para a avaliação de alterações articulares do joelho. Vários artigos descrevem o padrão de imagem para as lesões traumáticas e por sobrecarga nos joelhos. O padrão normal para a população geral foi descrito e está bem estabelecido, servindo como base para a comparação (38).

Lesões dos corpos adiposos:

Achados positivos na RM não estão sempre relacionados com sintomas na região dos corpos adiposos (18), embora a dor anterior do joelho possa estar relacionada com hipersinal ao longo da prega infrapatelar (31) ou da gordura suprapatelar (20, 39).

Alterações na gordura prefemoral já foram descritas anteriormente estudando-se atletas e não atletas (19, 20). Nestes estudos, as alterações no sinal da RM foram associadas a sinal de gordura, sinal intermediário (similar à intensidade de sinal de músculo ou cartilagem) e sinal de líquido. Os autores sugeriram que a gordura pré-patelar pode ser pinçada durante a extensão do joelho assim como ocorre com a gordura infrapatelar em

atletas. Também, quando o sinal correspondia ao da gordura nesta região, não havia correlação significativa com efeito de massa ou dor no joelho.

A gordura quadriciptal, localizada no recesso suprapatelar posteriormente ao tendão que lhe dá o nome, pode apresentar alteração do sinal na RM. Houve correlação do aumento do sinal nesta região e dor anterior no joelho (20), com intensidade de sinal que variava do sinal da gordura ao hipersinal de líquido. Os autores observaram que, quanto maior o sinal, maior a possibilidade de esta gordura apresentar efeito de massa e estar relacionada aos sintomas, embora a causa não pudesse ser estabelecida nos casos estudados (figura 12).

A gordura infrapatelar pode ser pinçada durante os movimentos de flexão e extensão do joelho, ser lesionada secundariamente à lesão ligamentar ou mesmo sofrer trauma direto (18). Estas alterações podem estar acompanhadas de dor anterior no joelho e aumento de volume na região infrapatelar. Nas imagens de RM pode-se observar aumento da intensidade do sinal na gordura de Hoffa, com ou sem derrame articular (figura 13).



Figura12 Imagem sagital ponderada em T1 PD SE com saturação de gordura com aumento de volume da gordura quadriciptal e do sinal.
Fonte: Roth et al. AJR 2004 [20]



Figura 13 : espessamento e hipersinal na gordura de Hoffa (setas).Imagem sagital ponderada em T2 com saturação de gordura.Fonte: Saddik et al. Skeletal Radiol 2007 [18]

Edema ósseo:

Tem sido alvo de controvérsias desde sua primeira descrição na ressonância magnética em 1988 por Wilson et al. (40). Estes autores atribuíram o hipossinal no osso nas seqüências em T1 e hipersinal em T2 ao aumento do conteúdo de água nestas áreas e, portanto, justificariam o termo “edema”. Com o seguimento dos pacientes avaliados no estudo, os achados não se repetiram e não houve outras alterações nos locais descritos. Outros autores, estudando alterações ósseas relacionadas a osteoartrite identificaram na patologia outras alterações ósseas que predominavam sobre o aumento do conteúdo de água e que ofereceriam outra explicação para as alterações observadas nas imagens (41).

Os estudos que avaliaram exames de ressonância magnética de atletas assintomáticos descreveram o edema ósseo de maneira frequente (13,21,42). Estes achados começaram a despertar um novo olhar sobre a relação das anormalidades nas imagens e a dor referida pelos atletas. Major et al. (13) avaliando joelho de jogadores de basquete antes do início da temporada de jogos, encontrou áreas de edema ósseo em mais de 40% dos indivíduos avaliados, sem outras alterações que pudessem estar relacionadas à osteoartrite. Os autores concluíram que esta anormalidade poderia estar relacionada à transmissão da carga axial através dos meniscos e então para o osso subcondral, resultando em micro fraturas ou contusões. Outros autores (26) não correlacionam o edema ósseo a fratura trabecular ou cortical, mas à presença de hemorragia e edema medulares no osso. Ainda assim, diante da falta de sintomas referida pelos atletas, todas estas anormalidades precisam ser correlacionadas às queixas dos pacientes para se evitar tratamentos desnecessários, podendo, inclusive, reduzir o tempo útil do atleta.

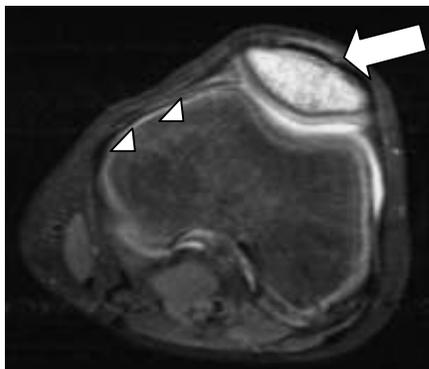


Figura 14- Edema ósseo na patela (seta) em imagem axial ponderada em T2 FSE, com saturação de gordura. Note o aspecto normal do osso no fêmur (cabeça de seta). Fonte: Vanhoenacker et al. Eur J Radiol, 2007 (24).

Líquido articular:

A localização de líquido articular de acordo com o volume já foi estudado em cadáveres (43, 44). Kolman et al. (44) estudando o valor preditivo negativo para derrame articular e presença de patologia no joelho de pacientes sintomáticos encontrou o ponto de corte em 10mm, com medida realizada no recesso suprapatelar lateral, com sensibilidade de 92% e especificidade de 60%. Alguns pacientes, contudo, com medidas abaixo deste valor, também apresentavam patologia. Neste estudo, pacientes com edema ósseo, lesões meniscais e lesão do LCA apresentavam quantidade de líquido articular entre 0 e 8mm. Algumas tentativas de se quantificar o volume de derrame articular relacionado a lesões ou dor já foram tentadas, mas diferenciar a quantidade de líquido que pode ser considerada fisiológica de líquido patológico ainda é alvo de questionamentos (33, 44) (figura 15).

Alterações em pregas sinoviais.

Nas imagens por RM, alterações nas pregas sinoviais se apresentam com espessamento da estrutura, acompanhado ou não de derrame articular (17) (figura 15). Os

movimentos de salto e corrida podem levar ao pinçamento da prega contra o côndilo femoral e causar os sintomas (31,45).

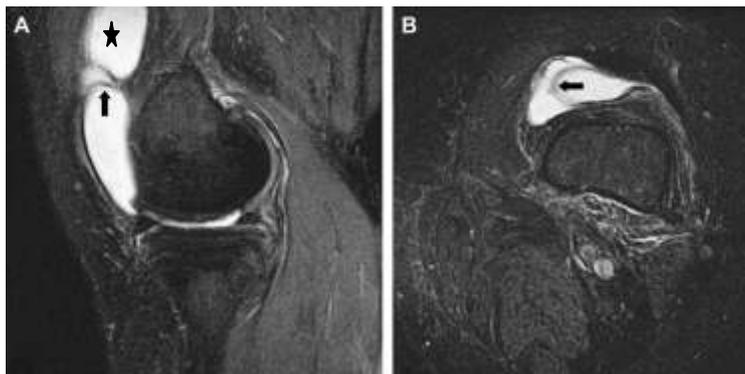


Figura 15 - Prega mediopatelar alterada (setas) com derrame articular associado (*). A. Imagem sagital ponderada em T2 com saturação de gordura. B. Imagem axial ponderada em T2 com saturação de gordura da mesma prega em A. Fonte: O'Keeffe et al. Magn Reson Imaging Clin N Am, 2009 (17)

Meniscos:

Alteração do sinal intra-substancial e da morfologia do menisco são os critérios utilizados para determinar lesões nestas estruturas. As rupturas podem se estender até a superfície do menisco e fragmentos podem ser observados distantes do menisco de origem. Cuidado deve ser tomado ao avaliar o menisco de adolescentes e crianças, pois a maior vascularização em relação aos adultos pode gerar hipersinal nos meniscos, simulando lesão (32-34).

Ligamentos:

A imagem das lesões ligamentares agudas refletem o estágio em que se encontram. Lesões de grau I são as rupturas microscópicas e o edema e a hemorragia

estão presentes. Há hipersinal e espessamento do ligamento acometido nas seqüências ponderadas em T1 e T2. O grau II é a ruptura parcial macroscópica e a descontinuidade parcial pode ser observada nas imagens. A ruptura completa (grau III) é identificada na imagem com ou sem deslocamento dos cotos do ligamento (32-34). À medida que a lesão vai sofrendo reparo, o sinal tende a decrescer.

Cartilagem articular:

Hipersinal é observado no local da lesão (32-34,46). Há 4 graus identificados através da RM: grau I- irregularidade da cartilagem com edema; grau II – afinamento de mais de 50% da espessura da cartilagem, mas não de toda a espessura até a superfície óssea; grau III- lesão de toda a espessura da cartilagem, mas sem sinais de edema ósseo e grau IV- lesão de toda a espessura da cartilagem, com sinais de acometimento ósseo subcondral (47).

1.5 NOVAS PERSPECTIVAS PARA O ESTUDO POR IMAGEM DE ATLETAS

Atualmente, estudos apontam em uma nova direção: atletas assintomáticos têm apresentado anormalidades quando submetidos a exames de imagem e comparados à população geral (13, 22, 23, 48-51). Estas anormalidades já foram descritas em outros estudos que investigaram atletas de várias modalidades, dentre elas a corrida, o basquete, o futebol e a ginástica. Em comum, estas atividades compartilham o impacto sobre as articulações durante os movimentos praticados em cada modalidade esportiva.

De outro lado, a natação, tida como esporte livre de impacto direto, teve no ombro o foco de interesse, por causa dos movimentos rotacionais contra resistência que

são empregados na propulsão do nadador e no joelho dos atletas praticantes do nado de peito devido ao tipo de pernada desenvolvido. Dor no joelho é a segunda queixa mais comum entre nadadores (10).

Estudos que avaliaram o joelho de atletas adultos assintomáticos, incluindo jogadores de basquete, ginastas e maratonistas encontraram uma grande variedade de achados positivos de imagem (13, 22, 23, 48-51). Esta discrepância clinicorradiológica sugere que novos estudos em atletas assintomáticos devem ser conduzidos para a detecção pré-clínica e tratamento de alterações articulares precoces e ainda reversíveis.

1.6 JUSTIFICATIVA

Estudos que utilizaram a RM para examinar adultos assintomáticos confirmaram a grande importância da estreita correlação entre os dados clínicos e os achados de imagem, porque uma grande porcentagem de anormalidades incidentais encontradas na população geral e em alguns atletas não tem correlação com as queixas (22, 34, 49, 52-55).

Tais alterações na imagem podem sugerir uma intervenção precoce para evitar o desenvolvimento de deficiências funcionais no futuro. Por isso, entender melhor os achados incidentais de imagem em nadadores adolescentes assintomáticos pode prevenir interpretações equivocadas de anormalidades de imagem como lesões e, conseqüentemente, de serem a fonte de sintomas em atletas com tais queixas (32-34).

De nosso conhecimento, nenhum estudo por RM avaliou sistematicamente o joelho de nadadores de elite assintomáticos.

1.7. OBJETIVOS:

Geral:

Verificar se a prática de natação está associada a alterações no joelho, avaliadas pela ressonância magnética.

Específico:

Comparar as alterações mais comuns verificadas nos dois grupos.

1.8 REFERÊNCIAS:

1. Hart LE. Exercise and soft tissue injury. *Baillieres Clin Rheumatol*. 1994; 8(1):137-48.
2. Metzl JD. Expectations of pediatric sport participation among pediatricians, patients, and parents. *Pediatr Clin North Am*. 2002; 49(3): 497-504, v.
3. Connolly SA, Conolly LP, Jaramillo D. Imaging of sports injuries in children and adolescents. *Radiol Clin North Am*. 2001;39(4):773-90.
4. Adirim TA, Cheng TL. Overview of injuries in the young athlete. *Sports Med*. 2003;33(1): 75-81.
5. Carty, H. Children's sports injuries. *Eur J Radiol*. 1998;26(2):163-76.
6. Hogan KA, Gross RH. Overuse injuries in pediatric patients. *Orthop Clin North Am*.2003;34(3): 405-15.
7. Hahn T, Foldspang A. Prevalent knee pain and sport. *Scand J Soc Med*. 1998;26(1): 44-52.
8. Baxter-Jones A, Maffulli N, Helms P. Low injury rates in elite athletes. *Arch Dis Child*. 1993;68(1):130-2.
9. Sanchez R, Strouse PJ. The knee: MR imaging of uniquely pediatric disorders. *Magn Reson Imaging Clin N Am* .2009;17(3):521-37, vii.
10. Rodeo SA. Knee pain in competitive swimming. *Clin Sports Med*. 1999;18(2):379-87, viii.
11. Jones JH. Swimming overuse injuries. *Phys Med Rehabil Clin N Am*.1999;10(1): 77-94, vi.
12. Bergstrom KA, Brandseth K, Fretheim S, Tvilde K, Ekeland A. Activity-related knee injuries and pain in athletic adolescents. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2001;9(3): 146-50.
13. Major NM, Helms CA. MR imaging of the knee: findings in asymptomatic collegiate basketball players. *AJR Am J Roentgenol*. 2002;179(3):641-4.
14. Maglischo EW. *Nadando ainda mais rápido*. 1a. edição brasileira. Ed. Manole. 1999.
15. Johnson JE, Sim FH, Scott SG. Musculoskeletal injuries in competitive swimmers. *Mayo Clin Proc*. 1987;62(4):289-304.
16. Troup JP. The physiology and biomechanics of competitive swimming. *Clin Sports Med*. 1999;18(2):267-285.
17. O'Keeffe SA, Hogan BA, Eustace SJ, Kavanagh EC. Overuse injuries of the knee. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2009; 17(4):725-39, vii.
18. Saddik D, McNally EG, Richardson M. MRI of Hoffa's fat pad. *Skeletal Radiol*. 2004; 33(8): 433-44.

19. Kim YM, Shin HD, Yang JY, Kim KC, Kwon ST, Kim Jm. Prefemoral fat pad: impingement and a mass-like protrusion on the lateral femoral condyle causing mechanical symptoms. A case report. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007; 15(6):786-9.
20. Roth C, Jacobson J, Jamadar D, Caoili E, Morag Y, Housner J. Quadriceps fat pad signal intensity and enlargement on MRI: prevalence and associated findings. *AJR Am J Roentgenol.* 2004;182(6):1383-7.
21. Brunner MC, Evancho AM, Allman FL, Apple DF, Fajman WA. MRI of the athletic knee. Findings in asymptomatic professional basketball and collegiate football players. *Invest Radiol.* 1989;24(1):72-5.
22. Kornaat PR, de Jonge MC, Maas M. Bone marrow edema-like signal in the athlete. *Eur J Radiol.* 2008;67(1):49-53.
23. Pfirrmann CW, Zanetti M, Hodler J. Joint magnetic resonance imaging: normal variants and pitfalls related to sports injury. *Radiol Clin North Am.* 2002;40(2):167-80.
24. Vanhoenacker FM, Snoeckx A. Bone marrow edema in sports: general concepts. *Eur J Radiol.* 2007;62(1):6-15.
25. Krampla W, Mayrhofer R, Malcher J, Kristen KH, Urban M, Hruby W. MR imaging of the knee in marathon runners before and after competition. *Skeletal Radiol.* 2001;30(2):72-6.
26. Arendt EA, Griffiths HJ. The use of MR imaging in the assessment and clinical management of stress reactions of bone in high-performance athletes. *Clin Sports Med.* 1997;16(2):291-306.
27. Ozkur A, Adaletli I, Sirikci A, KervanciogluR, Bayram M. Hoffa's recess in the infrapatellar fat pad of the knee on MR imaging. *Surg Radiol Anat.* 2005;27(1):61-3.
28. Lohman M, Kivisaari A, Vehmas T, Kallio P, Malmivaara A, Kivisaari L. MRI abnormalities of foot and ankle in asymptomatic, physically active individuals. *Skeletal Radiol.* 2001; 30(2):61-6.
29. Cothran RL, McGuire PM, Helms CA, Major NM, Attarian DE. MR imaging of infrapatellar plica injury. *AJR Am J Roentgenol.* 2003; 180(5):1443-7.
30. Demirag B, Ozturk C, Karakayali M. Symptomatic infrapatellar plica. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006; 14(2):156-60.
31. Boyd CR, Eakin C, Matheson GO. Infrapatellar plica as a cause of anterior knee pain. *Clin J Sport Med.* 2005; 15(2):98-103.
32. Carrino JA, Schweitzer ME. Imaging of sports-related knee injuries. *Radiol Clin North Am.* 2002; 40(2):181-202.
33. Boks SS, Vroegindeweij D, Koes BW, Hunink MM, Bierma-Zeinstra SM. Magnetic resonance imaging abnormalities in symptomatic and contralateral knees: prevalence and associations with traumatic history in general practice. *Am J Sports Med.* 2006; 34(12):1984-91.

34. Crues JV 3rd. The impact of MRI on our understanding of the pathology of sports injuries. *Sportverletz Sportschaden*. 1994; 8(4):156-9.
35. Anderson SJ. Lower extremity injuries in youth sports. *Pediatr Clin North Am*. 2002; 49(3):627-41.
36. Kannus P, Jarvinen M. Knee ligament injuries in adolescents. Eight year follow-up of conservative management. *J Bone Joint Surg Br*. 1988; 70(5):772-6.
37. Sofka CM, Pavlov H. Sports injury update: imaging features. *Curr Probl Diagn Radiol*. 2001; 30(6):174-87.
38. Kocher MS, DiCanzio J, Zurakowski D, Micheli LJ. Diagnostic performance of clinical examination and selective magnetic resonance imaging in the evaluation of intraarticular knee disorders in children and adolescents. *Am J Sports Med*. 2001; 29(3):292-6.
39. Peace KA, Lee JC, Healy J. Imaging the infrapatellar tendon in the elite athlete. *Clin Radiol*. 2006; 61(7):570-8.
40. Wilson AJ, Murphy WA, Hardy DC, Totty WG. Transient osteoporosis: transient bone marrow edema? *Radiology*. 1988; 167(3):757-60.
41. Zanetti M, Bruder E, Romero J, Hodler J. Bone marrow edema pattern in osteoarthritic knees: correlation between MR imaging and histologic findings. *Radiology*. 2000; 215(3):835-40.
42. Lazzarini Km, Troiano RN, Smith RC. Can running cause the appearance of marrow edema on MR images of the foot and ankle? *Radiology*. 1997; 202(2):540-2.
43. Schweitzer ME, Flak A, Berthoty D, Mitchall M, Resnick D. Knee effusion: normal distribution of fluid. *AJR Am J Roentgenol*. 1992; 159(2):361-3.
44. Kolman BH, Daffner RH, Sciulli RL, Soehnlén MW. Correlation of joint fluid and internal derangement on knee MRI. *Skeletal Radiol*. 2004;33(2):91-5.
45. Duri ZA, Patel DV, Aichroth PM. The immature athlete. *Clin Sports Med*. 2002; 21(3):461-82, ix.
46. Koh ES, Lee JC, Healy JC. MRI of overuse injury in elite athletes. *Clin Radiol*. 2007; 62(11):1036-43.
47. Raissaki M, Apostolaki E, Karantanas AH. Imaging of sports injuries in children and adolescents. *Eur J Radiol*. 2007; 62(1):86-96.
48. Walczak BE, McCulloch PC, Lang RW, Zelazny A, Tedeschi F, Cole BJ. Abnormal findings on knee magnetic resonance imaging in asymptomatic NBA players. *J Knee Surg*. 2008; 21(1):27-33.
49. Kaplan LD, Schurhoff MR, Selesnick H, Thorpe M, Uribe JW . Magnetic resonance imaging of the knee in asymptomatic professional basketball players. *Arthroscopy*. 2005;21(5): 557-61.

50. Ludman CN, Hough DO, Cooper TG, Gottschalk A . Silent meniscal abnormalities in athletes: magnetic resonance imaging of asymptomatic competitive gymnasts. *Br J Sports Med.* 1999; 33(6): 414-6.
51. Stahl R, Luke A, Ma CB, Krug R, Steinbach L, Majumdar S, et al. Prevalence of pathologic findings in asymptomatic knees of marathon runners before and after a competition in comparison with physically active subjects-a 3.0 T magnetic resonance imaging study. *Skeletal Radiol.* 2008;37(7):627-38.
52. LaPrade RF, Bennett QM 2nd, Veenstra MA, Hodgman CG. The prevalence of abnormal magnetic resonance imaging findings in asymptomatic knees. With correlation of magnetic resonance imaging to arthroscopic findings in symptomatic knees. *Am J Sports Med.* 1994; 22(6):739-45.
53. Boden SD, Davis DO, Dina TS, Stoller DW, Brown SD, Vailas JC, et al. A prospective and blinded investigation of magnetic resonance imaging of the knee. Abnormal findings in asymptomatic subjects. *Clin Orthop Relat Res.* 1992;Sep(282): 177-85.
54. Sher JS, Uribe JW, Posada A, Murphy BJ, Zlatkin MB. Abnormal findings on magnetic resonance images of asymptomatic shoulders. *J Bone Joint Surg Am.* 1995; 77(1):10-5.
55. Helms CA. The impact of MR imaging in sports medicine. *Radiology.* 2002; 224(3):631-5.

CAPITULO II

2 METODOLOGIA

Participantes

Foi realizado estudo transversal controlado, que avaliou separadamente os joelhos de 27 adolescentes do sexo masculino com idade entre 14 e 15 anos de idade, totalizando 54 estudos por RM. O grupo dos atletas compreendeu 26 exames de 13 nadadores de elite assintomáticos da equipe Junior de um clube de natação. O grupo controle compreendeu 28 exames de RM de 14 adolescentes assintomáticos do sexo masculino e que não participavam de atividade física com impacto. Todos os participantes do grupo de nadadores seguiam uma rotina intensa de treinamento de pelo menos 3 horas de nado/dia por cinco dias na semana. Todos os indivíduos do grupo controle praticavam esportes de maneira esporádica na escola em freq ncia não superior a uma vez por semana por menos de uma hora por sessão.

O critério de inclusão para o grupo de nadadores foi: (1) ser assintomático; (2) ser atleta da equipe Junior do clube de natação; (3) ter praticado natação na equipe pelos últimos três anos em freq ncia de cinco vezes na semana. Os critérios de exclusão

foram: (1) história de cirurgia ou qualquer lesão traumática no joelho que tenha levado à descontinuidade do treinamento ou à redução de sua frequência; (2) alterações osteoarticulares ou más-formações; (3) história de doenças crônicas (diabetes, hipertensão, doenças reumáticas, cardíacas, renais, respiratórias ou neurológicas ou doença hepática crônica); (4) Índice de massa corporal (IMC) acima de 25.

Os critérios de inclusão para o grupo controle foram: (1) ser assintomático (2) não praticar atividade esportiva regular acima de duas vezes na semana por mais de uma hora por sessão. Os critérios de exclusão foram: (1) ter praticado esportes de impacto por mais de uma vez na semana nos últimos seis meses; (2) história de cirurgia ou de qualquer lesão traumática nos joelhos que tenha levado à interrupção das atividades diárias; (3) alterações osteoarticulares ou má-formações; (3) história de doenças crônicas (diabetes, hipertensão, doenças reumáticas, cardíacas, renais, respiratórias ou neurológicas ou doença hepática crônica); (4) IMC acima de 25.

Exames de Ressonância Magnética

Todos os exames foram realizados em equipamento de campo aberto de 0.35-Tesla (Magnetom C; Siemens, Erlangen, Germany) com bobina dedicada para o joelho. O seguinte protocolo foi utilizado: imagens em STIR (TR/TE, 4750/19) nos planos coronal, axial e sagital, imagens FSE em DP (TR/TE, 1660/19) no plano sagital e imagens ponderadas em T1 FSE (TR/TE, 525/19) no plano sagital. Uma matriz de 256 x 128, com espessura de corte de 3.5 mm com espaço entre os cortes de 1.1 mm e FOV (field of view) de 16 cm (1-4) .

O protocolo de avaliação compreendeu as seguintes estruturas e padrão de imagem:

1. os ligamentos serão considerados anormais quando apresentarem descontinuidade, alteração na espessura e na intensidade de sinal nas seqüências ponderadas em PD e STIR;

2. os meniscos serão considerados anormais quando apresentarem sinal anormal no seu interior nas seqüências ponderadas em PD e STIR ou quando essa alteração de sinal se estender para a superfície articular, determinando descontinuidade nos seus contornos (ruptura);

3. cartilagem hialina de revestimento será considerada anormal quando apresentar alto sinal focal ou difuso, ou demonstrar defeitos de espessura parcial ou total;

4. osso medular será considerado anormal quando apresentar sinal aumentado nas seqüências ponderadas em STIR;

5. tendões serão considerados anormais quando demonstrarem alteração de sinal nas seqüências ponderadas em PD e STIR ou alteração na espessura em relação ao segmento tendíneo normal;

6. presença ou ausência de derrame articular.

7. corpos adiposos serão considerados alterados quando apresentarem efeito de massa ou hipersinal nas seqüências ponderadas em STIR ou T1 com saturação de gordura ou T2 com saturação de gordura.

Análise das Imagens

Todas as imagens adquiridas dos 54 exames foram gravadas em *workstation* para análise posterior.

Todos os exames foram avaliados independentemente por dois radiologistas com cinco anos de experiência em imagem musculoesquelética, ambos com certificação pelo colégio brasileiro de radiologia. Os leitores foram cegados ao grupo em que pertenciam os participantes. Os casos de discordância foram resolvidos por consenso.

Análise estatística

A amostra foi calculada para uma diferença estatística de 40% entre os grupos com poder de 90%.

Os dados foram armazenados utilizando-se o software Microsoft Excel e a análise estatística foi realizada com o software *Statistical Package for Social Sciences* 13.0 (SPSS Inc. Chicago, Illinois). Os resultados foram considerados estatisticamente significativos para o valor de p menor ou igual a 0,05. O teste exato de Fisher foi utilizado para avaliar a diferença na frequência de alterações entre os dois grupos. A concordância entre os observadores foi avaliada através do teste kappa.

Questão Ética

Esta pesquisa foi submetida à aprovação do Comitê de Ética do Hospital São Lucas da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, de acordo com a

resolução normativa 196/96 do ministério da Saúde para pesquisa com seres humanos e registrada sob o número CEP 10/05018.

Todos os participantes e seus responsáveis legais assinaram termo de consentimento livre e esclarecido antes de serem incluídos no estudo.

2.1 REFERÊNCIAS:

1. Helms CA. The impact of MR imaging in sports medicine. *Radiology*. 2002 Sep;224(3):631-5.
2. Disler DG, Recht MP, McCauley TR. MR imaging of articular cartilage. *Skeletal Radiol*. 2000 Jul;29(7):367-77.
3. Hayes CW, Coggins CA. Sports-related injuries of the knee: an approach to MRI interpretation. *Clin Sports Med*. 2006 Oct;25(4):659-79.
4. Koh ES, Lee JC, Healy JC. MRI of overuse injury in elite athletes. *Clin Radiol*. 2007 Nov;62(11):1036-43.

CAPÍTULO III

3 ARTIGO PREPARADO PARA PUBLICAÇÃO

Magnetic Resonance Imaging of the Knee in Asymptomatic Adolescent Swimmers: a controlled study

Mariana D. Mizerkowski,*† MD, Ricardo B. Soder , † MSc MD, and Matteo Baldisserotto ,† PhD

From the † Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

Background: Swimming is a widespread sport activity regarded to provide an ideal form of exercise, which has little or no impact on the knees. However, overuse or repetitive microtrauma injuries may often affect the knee joint of young competitive swimmers. These early lesions are frequently asymptomatic for a considerable period of time before to cause discomfort of joint pain. In order to early diagnose and prevent future functional disabilities, the aim of the present study is to evaluate knee joint abnormalities of asymptomatic young elite swimmers using magnetic resonance imaging (MRI).

Purpose: The aim of the present study is to use MRI to evaluate the knee joints of asymptomatic young elite swimmers, comparing them to age and gender-matched controls who do not practice any impact sports regularly.

Material and Methods: We performed a cross-sectional controlled study to evaluate 54 knees of twenty-seven asymptomatic male adolescents aged 14 to 15 years. Participants were divided into two groups: 13 elite swimmers and 14 control adolescents. All the exams were performed using a 0.35Tesla open field unit and evaluated by 2 experienced radiologists blinded to study groups. The images were evaluated to detect the presence or absence of abnormalities.

Results: One or more imaging abnormalities were detected in 18 knees in the group of swimmers (69.2%; $p=0.013$). The most prevalent findings in the athletes were infrapatellar fat pad edema (53.8%; $p=0.049$), followed by bone marrow edema (26.9%; $p=0.022$), edema of prefemoral fat pad (19%; $p=0.022$) and joint effusion (15.3%; $p=0.047$).

Conclusion: Significantly more MRI abnormalities were found in the knee joints of asymptomatic elite swimmers. This high prevalence of positive imaging findings in swimmers may correspond to benign changes or pre-clinical lesions, which should be evaluated in a follow-up study.

Keywords: knee; adolescents, swimmers, asymptomatic; MRI.

Swimming is a popular recreational sport activity that has been frequently employed as a medical therapy all over the world. Many physicians have recommended this low-impact aerobic exercise to relieve symptoms of patients with degenerative knee joint lesions as a complementary pre- and postoperative treatment [11]. It can be used as an adjuvant therapy for patients undergoing orthopedic treatments and surgery, since this activity provides muscle building and cardiovascular training [1]. Furthermore, swimming improves posture and spinal alignment by reducing pressure along the vertebral column and by relaxing muscles. It has also been indicated for obese people to lose weight since this low-impact activity does not overload knee joints.

In contrast to recreational swimming, competitive swimmers frequently have faced overuse-related pain and musculoskeletal injuries. Most of them start high-performance swimming at an early age and maintain this training practice over many years, which is associated with repetitive movements and microtraumas that may evolve to deleterious osteoarticular lesions [26, 19, 9]. The most common osteoarticular lesions affect the shoulder and are generally caused by the impingement of the supraspinatus and biceps tendons against the overlying coraco-acromial arch. The knee is another joint that has been frequently compromised by injuries linked to different biomechanical mechanisms based on the swimming style or related to some vicious practice adopted by some athletes [19, 29]. The vast majority of knee injuries have been found in elite athletes that swim breaststroke or butterfly styles.

*Address correspondence to Mariana D. Mizerkowski
Av. Ipiranga, 6690, sala 209, CEP 90619-900 Porto Alegre, RS, Brasil. (e-mail: maridamiz@hotmail.com).
No potential conflict of interest declared.

Most of these lesions are caused by the whip kick movement, which places all of the force on the outer side of the knee and commonly affects the medial and the patellofemoral compartments [19].

Magnetic resonance imaging (MRI) has been the diagnostic method of choice to evaluate musculoskeletal swimming injuries. MRI is the most accurate imaging method for the diagnosis and confirmation of osteoarticular lesions associated with sports practice, such as bone marrow edema, joint effusion, as well as cartilage, ligament, tendon and meniscal lesions [25, 13, 4, 38, 21, 32].

Some reports that employed musculoskeletal MRI to examine asymptomatic adults have confirmed the great importance of close correlation between clinical features and imaging findings, because of a high percentage of incidental MRI abnormalities found in the general population and in some athletes without compatible complaints [21, 16, 22, 3, 2, 33, 12, 14]. Other similar studies focusing on the knee joints of asymptomatic adult athletes, including basketball players, gymnasts and marathon runners, have found a broad variation in the prevalence of positive imaging findings [25, 21, 16, 37, 24, 34, 28]. This clinico-radiological discrepancy suggests that new studies in asymptomatic athletes should be conducted for pre-clinical detection and treatment of early and still reversible osteoarticular changes. Furthermore, abnormal pre-clinical and incidental imaging findings may suggest an early intervention in order to avoid the development of future functional disabilities. In short, a better understanding of incidental musculoskeletal imaging findings in asymptomatic swimmers may avoid misinterpretations as pathology and, consequently, to be the source of symptoms in symptomatic athletes [9, 12, 6].

To the best of our knowledge, no MRI study has systematically evaluated the knee of asymptomatic elite swimmers. The aim of the present study is to use MRI to evaluate the knee joints of asymptomatic young elite swimmers, comparing them to age and gender-matched controls who do not practice any impact sports regularly.

SUBJECTS AND METHODS

This study was approved by the Ethics in Research Committee of the institution where it was conducted.

Patients

This cross-sectional controlled study, conducted from October to November 2009, enrolled 27 male-adolescent volunteers, aged between 14 and 15 years, whose knees were examined separately, which totaled 54 MRI scans. The athlete group comprised 26 MRI exams of 13 asymptomatic elite swimmers recruited from a local team that took part in national championships. The control group comprised 28 MRI exams of 14 asymptomatic adolescent boys who did not practice any impact sports. All participants in the group of swimmers followed an intensive practice routine of at least 3 hours per day 5 days a week. All the control

group participants practiced sports only sometimes in school at a frequency not greater than once a week for less than one hour each time. All participants and their guardians provided informed consent to participate in the study. The inclusion criteria for the group of swimmers were: (1) being asymptomatic; (2) being an athlete in the junior section of a swimming association; (3) having practiced swimming in the team for the last three years at a minimum frequency of 5 times a week. Exclusion criteria were: (1) history of surgery or any traumatic knee lesion that led to practice discontinuation or decreased frequency; (2) osteoarticular abnormalities or malformations; history of chronic disease (diabetes, hypertension, rheumatic, cardiac, renal, respiratory or neurological disease, chronic liver disease); (3) Body mass index (BMI) greater than 25.

The inclusion criteria for the control group were: (1) being asymptomatic; (2) do not practice sports activity over 2 times a week lasting more than 1 hour per session. The exclusion criteria were: (1) practice of impact sports more than once a week in the last 6 months; (2) history of surgery or any traumatic knee lesion that led to the interruption of daily activities; (3) osteoarticular abnormalities or malformations; history of chronic disease (diabetes, hypertension, rheumatic, cardiac, renal, respiratory or neurological disease, chronic liver disease); (4) BMI greater than 25.

Magnetic Resonance Imaging

All the exams were performed using a 0.35-Tesla open-field magnet (Magnetom C; Siemens, Erlangen, Germany) and a transmit-receive knee coil. The following protocol was used: stir images (TR/TE, 4750/19, inversion time= 140msec) in the axial, coronal and sagittal orientations, fast spin-echo proton density images (TR/TE, 1660/19) in the sagittal plane and fast spin-echo T1-weighted images (TR/TE, 525/19) in the sagittal plane. A matrix of 256 x 128, a slice thickness of 3.5 mm with an interslice gap of 1.1 mm and a field of view of 16 cm were used.

The images were evaluated to detect presence or absence of abnormalities. The following abnormalities were evaluated: joint effusion, bone marrow edema, and meniscus, ligament, tendon or cartilage abnormalities. Changes were analyzed and structures were classified as abnormal if they met the following criteria:

1. ligaments - rupture or changes in thickness or in signal intensity in PD and STIR weighted sequences;
2. meniscus - changes or discontinued outline of the joint surface or changes in signal intensity in the PD and STIR weighted sequences;
3. articular cartilage - increased signal intensity, changes in outlines, or reduced thickness;
4. bone marrow - increased signal intensity in the STIR weighted sequences in comparison with adjacent bone;
5. tendons - changes in signal intensity in PD and STIR weighted sequences or changes in thickness in comparison with normal tendon segments;
6. joint effusion - absent when there was less than 5 mm of synovial fluid in the suprapatellar bursa and

present when there was 5 mm or more, classified as small, moderate or large amount.

Image Analysis

All images acquired from the 54 exams were saved in a workstation for later analysis. Two radiologists with at least 5 years of experience in musculoskeletal imaging evaluated all exams independently. Observers were blinded to study groups. In case of disagreement, the findings were discussed until a consensus was reached.

Statistical Analysis

Data were stored in a Microsoft Excel spreadsheet and analyzed using the Statistical Package for the Social Sciences 13.0 (SPSS Inc, Chicago, Illinois). Results were statistically significant at a "p" value equal to or lower than 0.05. The Fisher exact test was used to evaluate differences in frequency of changes seen between the two groups. Interobserver agreement was assessed using "kappa" statistic.

RESULTS

Participant Characteristics

Baseline demographic characteristics were similar in the study and control groups. Mean age in the group of swimmers and in the control group was 14.73 ± 0.52 and 14.85 ± 0.43 years (mean \pm SD); mean weight, 57.80 ± 7.85 and 58.50 ± 6.90 kilos; mean height, 1.69 ± 0.08 and 1.67 ± 0.06 meters. BMI ranged from 17.79 to 23.43 in the group of players and from 17.01 to 21.72 in the control group.

Clinical examination revealed that none of the participants reported pain or any other type of knee symptom.

Knee abnormalities

The analysis of the knees of the two groups revealed that 27 of the 54 knees (50.0%) had one or more abnormalities detected by MRI.

In the group of athletes, composed of 13 elite swimmers, 26 knees were examined. MRI revealed one or more abnormality in 18 (69.2%) of these 26 knees. The most frequent abnormality was signal change in infrapatellar fat pad (Hoffa's fat pad), found in 14 knees (53.8%). In 9 knees (32.1%), the infrapatellar fat pad edema ran along the infrapatellar plica. Eight knees (30.7%) had edema in the superolateral portion of the infrapatellar fat pad (Figure 1). In three of the knees, the edema was detected in those two regions of the infrapatellar fat pad. The second most prevalent abnormality was bone bruises, found in 7 knees (26.9%) in the medial femoral condyle (Figure 2), the tibial plateau and the patella, in order of greater frequency. The third most prevalent abnormality was edema in the prefemoral fat pad, found in 5 knees



Figure 1 – 14-year-old asymptomatic male swimmer. Edema in the superolateral portion of infrapatellar fat pad (arrow). Sagittal STIR MR image (TR/TE, 4750/19).

(19.2%) (Figure 3). Joint effusion was detected in 4 knees (15.3%) (Figure 3). No meniscus, ligament or cartilage abnormalities were found in the evaluation of the MRI scans of swimmers.

In the control group, which comprised 14 asymptomatic individuals, 28 knees were examined. MRI revealed one or more abnormality in only 9 (32.1%) of these 28 knees. The most frequent abnormality was infrapatellar fat pad edema, which was seen in 7 of the 28 knees (25.0%). The edema ran along the infrapatellar plica in 4 knees (14.2%) and was found in the superolateral portion of the infrapatellar fat pad in 4 knees (14.2%). One of the knees had edema in the two portions of the infrapatellar fat pad. Small popliteal cysts were found in two knees (7.1%). Differently from the study group, only one knee in the control group (3.5%) had bone marrow edema, found in the medial femoral condyle. No meniscus, ligament or cartilage abnormalities, and no joint effusions were found in the evaluation of the control group MRI exams. The Fisher exact test revealed a statistically significant difference in the overall frequency of abnormalities in the 2 groups ($p=0.013$) because of the greater prevalence of abnormalities in the group of adolescent elite swimmers (Table 1).

The difference in frequency of infrapatellar fat pad edema, bone bruises, prefemoral fat pad edema and joint effusion between groups was statistically significant ($p<0.05$), and was much greater in the group of elite swimmers. The differences in other knee abnormalities were not statistically significant between the two groups of adolescent boys. Interobserver agreement was 0.82 (kappa) for all evaluations.



Figure 2 – 15-year-old asymptomatic male swimmer. Bone contusion in the medial femoral condyle (arrow). Coronal STIR MR image (TR/TE, 4750/19).

DISCUSSION

The most important finding of the present study was that MRI of the knee joint revealed more imaging abnormalities in the asymptomatic elite swimmers than in the control group. Although swimming does not cause direct impact on the bone and ligament structures of the knee joint, it produces a chronically repetitive leg movement that may be associated with the imaging changes found in our study [32].



Figure 3 – 15-year-old asymptomatic male swimmer. Prefemoral fat pad edema and joint effusion (arrows). Sagittal STIR MR image (TR/TE, 4750/19).

Infrapatellar fat pad edema, found in more than half of the athletes (53.8%), may be related to the high rate of repeated knee joint extension during leg movements and workout series, which can result in fat entrapment

in the anterior femorotibial joint space. Similar findings have been shown in athletes who practice high-impact sports [8] and in some prospective reports evaluating non-athlete individuals. These studies have revealed that positive MRI findings are not always associated with symptoms [31], although anterior knee pain may be related with MRI inflammatory signal changes along the infrapatellar plica [7] or suprapatellar fat pad [30, 27].

Similarly, prefemoral signal changes, found in 19% of the swimmers, have already been described in previous reports focusing on athlete and non-athlete individuals [30, 18]. In these studies, MRI signal abnormalities were associated to fat signal, intermediate signal (similar intensity of muscle or cartilage) and fluid signal. They have suggested that prefemoral fat pad may also be entrapped during knee extension, as well as it can occur with the infrapatellar fat pad in athletes. Furthermore, when the signal corresponded to fat in this topography, there is no significant association with mass effect or knee pain, and this may be an explanation for this finding in asymptomatic patients in the present study.

One frequent knee abnormality revealed by MRI was bone contusion, found in 26.9% of swimmers. This imaging finding has been described in athletes of several different sports [21, 28, 35] and has not been fully associated with symptoms, not even in elite athletes. Major et al. have found knee bone marrow edema in asymptomatic basketball players and have suggested that this abnormality may be assigned to the direct transmission of repetitive impact through articular cartilage to the underlying bone, which would cause this characteristic bone signal change [25].

Other possible explanation for bone marrow edema in athletes has been reported by Vanhoenacker et al. [35] who has suggested a biomechanical change due to sports practice, which leads to the development of edema in certain knee compartments as a physiological response to repeated stress. Regarding elite swimmers, the source of joint stress may be related to repetitive knee flexion and extension during leg movements in freestyle, butterfly and backstroke, and also associated with medial impaction during the whip kick movement in the breaststroke. The clinical meaning of bone marrow edema has been a focus of discussion since it was first described by MRI many years ago. Currently, there are still questions about the association between bone edema and knee pain [5]. Major et al. [25] have raised a hypothesis that bone contusion in asymptomatic basketball players may be related to initial stress lesions at very early stages. Similarly, Lazzarinni et al. [23] have used MRI in order to determine if running can cause bone marrow edema. They have suggested it may be a result of the sports practice itself.

Joint effusions were revealed in 15.3% of swimmers. Previous reports have described minor joint effusions in asymptomatic subjects, which were not associated with sports practice or knee lesions [35]. In athletes, it has been described as a MRI finding in asymptomatic individuals [28, 6]. Boks et al. [6] have described difficulty to determine which volume of joint effusion

Table 1 Knee Abnormalities – MRI Findings

| MRI Abnormality | Swimmers (n=26) | Control group (n=28) | P value |
|-----------------------------|-----------------|----------------------|---------|
| 1 or more abnormalities | 18 (69.2%) | 9 (32.1%) | P=0.013 |
| Bone marrow edema | 7 (26.9%) | 1 (3.5%) | P=0.022 |
| Prefemoral fat pad edema | 5 (19.2%) | - | P=0.022 |
| Infrapatellar fat pad edema | 14 (53.8%) | 7 (25%) | P=0.049 |
| Joint effusion | 4 (15.3%) | - | P=0.047 |
| Menisci | - | - | NS |
| Ligaments | - | - | NS |

Significant difference at $p < 0.05$. NS = not significant

would be physiological or pathological. On the other hand, larger cut-off points have been correlated with knee joint lesions. Although joint effusion can be frequently related to an underlying lesion (e.g. meniscal tear or ligament injury), no such abnormality was detected in the performed MRI.

There are differences in leg movements between swimming styles. The leg motion in the breaststroke is the most damaging for the knee. This swimming style causes stress on the medial compartment of the knee joint [29]. In the present study, the athletes have practiced all swimming styles in a similar frequency, duration and intensity of workouts, since they have not specialized in one style yet. This may be one of the limitations of our study, because it was not possible to detect an association between swimming style and MRI abnormalities. The cross-sectional design and the relatively small number of evaluated athletes were other possible study limitations that do not invalidate our results. Certainly, a longitudinal study with a larger number of athletes would allow further inferences. Another limitation was the low-field magnet used in the present study, which has slight less sensitivity for detection of cartilage lesions compared to high-field units [37]. Despite it, no cartilage lesion was found in all 56 scanned knees. To confirm these findings, a high-field magnet should be used in a subsequent study.

All evaluated athletes had regular check-ups by a physician in their swimming association. The observed imaging findings were described and reported to this physician in order to initiate a possible intervention.

REFERENCES

- Banas B, Kowalczyk B. [A strategy of rehabilitation in children with proximal femoral focal deficiency treated with modified Van Nes rotationplasty]. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol* 2006;71(4):313-315.
- Boden SD, Davis DO, Dina TS, Patronas NJ, Wiesel SW. Abnormal magnetic-resonance scans of the lumbar spine in asymptomatic subjects. A prospective investigation. *J Bone Joint Surg Am* 1990;72(3):403-408.
- Boden SD, Davis DO, Dina TS, Stoller DW, Brown SD, Vailas JC, Labropoulos PA. A prospective and blinded investigation of magnetic resonance imaging of the knee. Abnormal findings in asymptomatic subjects. *Clin Orthop Relat Res* 1992;(282):177-185.
- Bohndorf K. Imaging of acute injuries of the articular surfaces (chondral, osteochondral and subchondral fractures). *Skeletal Radiol* 1999;28(10):545-560.
- Boks SS, Vroegindeweij D, Koes BW, Bernsen RM, Hunink MG, Bierma-Zeinstra SM. MRI follow-up of posttraumatic bone bruises of the knee in general practice. *AJR* 2007;189(3):556-562.
- Boks SS, Vroegindeweij D, Koes BW, Hunink MM, Bierma-Zeinstra SM. Magnetic resonance imaging abnormalities in symptomatic and contralateral knees: prevalence and associations with traumatic history in general practice. *Am J Sports Med* 2006;34(12):1984-1991.
- Boyd CR, Eakin C, Matheson GO. Infrapatellar plica as a cause of anterior knee pain. *Clin J Sport Med* 2005;15(2):98-103.
- Brunner MC, Flower SP, Evancho AM, Allman FL, Apple DF, Fajman WA. MRI of the athletic knee. Findings in asymptomatic professional basketball and collegiate football players. *Invest Radiol* 1989;24(1):72-75.
- Carrino JA, Schweitzer ME. Imaging of sports-related knee injuries. *Radiol Clin North Am* 2002;40(2):181-202.
- Cook JL, Khan KM, Kiss ZS, Purdam CR, Griffiths L. Prospective imaging study of asymptomatic patellar tendinopathy in elite junior basketball players. *J Ultrasound Med* 2000;19(7):473-479.
- Conrozier T, Marre JP, Payen-Champenois C, Vignon E. National survey on the non-pharmacological modalities prescribed by French general practitioners in the treatment of lower limb (knee and hip) osteoarthritis. adherence to the EULAR recommendations and factors influencing adherence. *Clin Exp Rheumatol* 2008;26(5):793-798.
- Cruces JV 3rd. The impact of MRI on our understanding of the pathology of sports injuries. *Sportverletz Sportschaden* 1994;8(4):156-159.
- Disler DG, Recht MP, McCauley TR. MR imaging of articular cartilage. *Skeletal Radiol* 2000;29(7):367-377.
- Helms CA. The impact of MR imaging in sports medicine. *Radiology* 2002;224(3):631-635.
- Johnson JE, Sim FH, Scott SG. Musculoskeletal injuries in competitive swimmers. *Mayo Clin Proc* 1987;62(4):289-304.

16. Kaplan LD, Schurhoff MR, Selesnick H, Thorpe M, Uribe JW. Magnetic resonance imaging of the knee in asymptomatic professional basketball players. *Arthroscopy* 2005;21(5):557-561.
17. Kenal KA, Knapp LD. Rehabilitation of injuries in competitive swimmers. *Sports Med* 1996;22(5):337-347.
18. Kim YM, Shin HD, Yang JY, Kim KC, Kwon ST, Kim JM. Prefemoral fat pad: impingement and a mass-like protrusion on the lateral femoral condyle causing mechanical symptoms. A case report. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15(6):786-789.
19. Knobloch K, Yoon U, Kraemer R, Vogt PM. [200 - 400 m breaststroke event dominate among knee overuse injuries in elite swimming athletes]. *Sportverletz Sportschaden*, 2008;22(4):213-219.
20. Kolman BH, Daffner RH, Sciulli RL, Soehnen MW. Correlation of joint fluid and internal derangement on knee MRI. *Skeletal Radiol* 2004;33(2):91-95.
21. Kornaat PR, de Jonge MC, Maas M. Bone marrow edema-like signal in the athlete. *Eur J Radiol* 2008;67(1):49-53.
22. LaPrade RF, Burnett QM 2nd, Veenstra MA, Hodgman CG. The prevalence of abnormal magnetic resonance imaging findings in asymptomatic knees. With correlation of magnetic resonance imaging to arthroscopic findings in symptomatic knees. *Am J Sports Med* 1994;22(6):739-745.
23. Lazzarinni KM, Troiano RN, Smith RC. Can running cause the appearance of marrow edema of MRI images of foot and ankle? *Radiology* 1997;202(2):540-542.
24. Ludman CN, Hough DO, Cooper TG, Gottschalk A. Silent meniscal abnormalities in athletes: magnetic resonance imaging of asymptomatic competitive gymnasts. *Br J Sports Med* 1999;33(6):414-416.
25. Major NM, Helms CA. MR imaging of the knee: findings in asymptomatic collegiate basketball players. *AJR Am J Roentgenol* 2002;179(3):641-644.
26. McMaster WC. Swimming injuries. An overview. *Sports Med* 1996;22(5):332-336.
27. Peace KA, Lee JC, Healy J. Imaging the infrapatellar tendon in the elite athlete. *Clin Radiol* 2006;61(7):570-578.
28. Pfirrmann CW, Zanetti M, Hodler J. Joint magnetic resonance imaging: normal variants and pitfalls related to sports injury. *Radiol Clin North Am* 2002;40(2):167-180.
29. Rodeo SA. Knee pain in competitive swimming. *Clin Sports Med* 1999;18(2):379-387.
30. Roth C, Jacobson J, Jamadar D, Caoili E, Morag Y, Housner J. Quadriceps fat pad signal intensity and enlargement on MRI: prevalence and associated findings. *AJR Am J Roentgenol* 2004;182(6):1383-1387.
31. Saddik D, McNally EG, Richardson M. MRI of Hoffa's fat pad. *Skeletal Radiol* 2004;33(8):433-444.
32. Sanchez R, Strouse PJ. The knee: MR imaging of uniquely pediatric disorders. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2009;17(3):521-537.
33. Sher JS, Uribe JW, Posada A, Murphy BJ, Zlatkin MB. Abnormal findings on magnetic resonance images of asymptomatic shoulders. *J Bone Joint Surg Am* 1995;77(1):10-15.
34. Stahl R, Luke A, Ma CB, Krug R, Steinbach L, Majumdar S, Link TM. Prevalence of pathologic findings in asymptomatic knees of marathon runners before and after a competition in comparison with physically active subjects-a 3.0 T magnetic resonance imaging study. *Skeletal Radiol* 2008;37(7):627-638.
35. Vanhoenacker FM, Snoeckx A. Bone marrow edema in sports: General Concepts. *EJR* 2007;62(1):6-15.
36. Wacker F, König H, Felsenberg D, Wolf KJ. [MRI of the knee joint of young soccer players. Are there early changes of the internal structures of the knee due to competitive sports?]. *Rofo* 1994;160(2):149-153.
37. Walczak BE, McCulloch PC, Kang RW, Zelazny A, Tedeschi F, Cole BJ. Abnormal findings on knee magnetic resonance imaging in asymptomatic NBA players. *J Knee Surg* 2008;21(1):27-33.
38. Zanetti M, Pfirrmann CW, Schmid MR, Romero J, Seifert B, Hodler J. Patients with suspected meniscal tears: prevalence of abnormalities seen on MRI of 100 symptomatic and 100 contralateral asymptomatic knees. *AJR Am J Roentgenol* 2003;181(3):635-641.

CAPÍTULO IV

4 CONCLUSÕES

O achado mais importante deste estudo foi que a RM dos joelhos revelou mais anormalidades nas imagens dos joelhos dos nadadores assintomáticos que nos joelhos dos indivíduos controle. Embora a natação não cause impacto direto no osso e estruturas ligamentares do joelho (1), produz movimentos repetitivos cronicamente que podem estar associados às alterações nas imagens encontradas neste estudo .

Os achados mais prevalentes encontrados em nosso estudo foram o edema da gordura infrapatelar e da gordura prefemoral, edema ósseo e derrame articular no grupo dos nadadores. Estes resultados foram consistentes com estudos prévios em atletas assintomáticos de outros esportes (2-8).

Em comparação no grupo controle, observou-se maior prevalência de edema da gordura infrapatelar (25%) e ao longo da prega infrapatelar (14%). Contudo, as alterações neste grupo totalizaram 32,1%, diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo de nadadores.

A alta prevalência de achados positivos nas imagens de RM detectadas no grupo dos nadadores de elite assintomáticos pode corresponder a possíveis achados benignos ou lesões pré-clínicas potencialmente deletérias no futuro. Para avaliar estas possibilidades, estudos prospectivos deverão ser conduzidos para melhor entender o significado destas alterações.

4.1 REFERÊNCIAS

1. Rodeo SA. Knee pain in competitive swimming. *Clin Sports Med.* 1999 Apr;18(2):379-87, viii.
2. Brunner MC, Flower SP, Evancho AM, Allman FL, Apple DF, Fajman WA. MRI of the athletic knee. Findings in asymptomatic professional basketball and collegiate football players. *Invest Radiol.* 1989 Jan;24(1):72-5.
3. Cook JL, Khan KM, Kiss ZS, Purdam CR, Griffiths L. Prospective imaging study of asymptomatic patellar tendinopathy in elite junior basketball players. *J Ultrasound Med.* 2000 Jul;19(7):473-9.
4. Kaplan LD, Schurhoff MR, Selesnick H, Thorpe M, Uribe JW. Magnetic resonance imaging of the knee in asymptomatic professional basketball players. *Arthroscopy.* 2005 May;21(5):557-61.
5. Kornaat PR, de Jonge MC, Maas M. Bone marrow edema-like signal in the athlete. *Eur J Radiol.* 2008 Jul;67(1):49-53.
6. Ludman CN, Hough DO, Cooper TG, Gottschalk A. Silent meniscal abnormalities in athletes: magnetic resonance imaging of asymptomatic competitive gymnasts. *Br J Sports Med.* 1999 Dec;33(6):414-6.
7. Major NM, Helms CA. MR imaging of the knee: findings in asymptomatic collegiate basketball players. *AJR Am J Roentgenol.* 2002 Sep;179(3):641-4.
8. Walczak BE, McCulloch PC, Kang RW, Zelazny A, Tedeschi F, Cole BJ. Abnormal findings on knee magnetic resonance imaging in asymptomatic NBA players. *J Knee Surg.* 2008 Jan;21(1):27-33.

APÊNDICE A

Tabela 1 – Anormalidades nos joelhos – achados na RM

| <i>Anormalidade na RM</i> | <i>Nadadores (n=26)</i> | <i>Grupo controle (n=28)</i> | <i>Valor de P</i> |
|----------------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------|
| 1 ou mais anormalidades | 18 (69,2%) | 9 (32,1%) | P=0,013 |
| Edema ósseo | 7 (26,9%) | 1 (3,5%) | P=0,022 |
| Edema da gordura prefemoral | 5 (19,2%) | - | P=0,022 |
| Edema da gordura infrapatelar | 14 (53,8%) | 7 (25%) | P=0,049 |
| Derrame articular | 4 (15,3%) | - | P=0,047 |
| Meniscos | - | - | NS |
| Ligamentos | - | - | NS |
| Cartilagem articular | - | - | NS |

Diferença significativa com $p < 0,05$. NS = não significativo

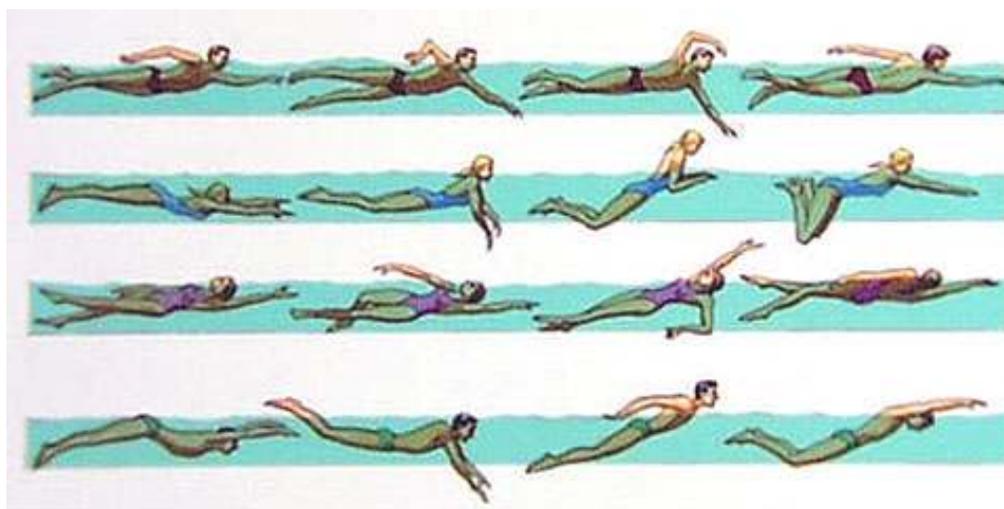
APÊNDICE B

Ilustração comparativa das quatro modalidades de natação: primeira linha nado livre, segunda, nado de peito, terceira, nado costas e quarta, nado golfinho ou borboleta.

