DANIEL AUGUSTO CARVALHO MARANHO

**Doença de Legg-Calvé-Perthes: avaliação com ressonância magnética do
labrum e da cartilagem acetabular em quadris com deformidades
sugestivas de impacto femoroacetabular**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo,
para obtenção do título de Doutor em
Medicina

Área de concentração: Ortopedia,
Traumatologia e Reabilitação do Aparelho
Locomotor

Orientador: Prof. Dr. José Batista Volpon

Ribeirão Preto
2011

Folha de aprovação

Daniel Augusto Carvalho Maranhão

Doença de Legg-Calvé-Perthes: avaliação com ressonância magnética do *labrum* e da cartilagem acetabular em quadris com deformidades sugestivas de impacto femoroacetabular

Tese apresentada à Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo,
para obtenção do título de Doutor em
Medicina

Área de concentração: Ortopedia,
Traumatologia e Reabilitação do Aparelho
Locomotor

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Dedicatória

Dedico este trabalho

Aos meus pais

Elisa e Fiovo, pelo amor, carinho, suporte e incentivo que recebi por toda minha vida.

Agradecimento especial

*Ao **Professor José Batista Volpon**, pela orientação nas atividades médicas e científicas e, acima disto, pela oportunidade privilegiada de aprendizado. Com admiração e gratidão, reconheço a experiência, valores éticos e sua constante busca na formação de seus alunos e residentes. Agradeço pela paciência, disponibilidade, correções e pela convivência diária.*

Agradecimentos

Primeiramente, aos **pacientes e familiares**, que apesar do grande inconveniente por parte da doença, consentiram de forma espontânea e altruísta com o desenvolvimento deste estudo. Agradeço pela compreensão e pela confiança.

Ao Prof. Dr. **Marcello Henrique Nogueira Barbosa**, pela imensa colaboração, pelas novas ideias que tanto contribuíram para o desenvolvimento e divulgação deste estudo, tão como pelo apoio do setor de Radiologia do HC-FMRP-USP. Além disso, agradeço pela amizade e pela valiosa oportunidade de aprendizado.

Ao Dr. **Bryan T. Kelly**, pelos ensinamentos sobre impacto femoroacetabular e cirurgia do quadril, tão como pela permissão do uso das imagens ilustrativas.

Aos amigos e colegas de trabalho: **Daniel Mendes Leal, Paulo Henrique Bortolin, Régis Nascimento Rodrigues, Maximiliano Aguiar Porto, Elias Leonel Paim, Alexandre Cury, Cátia Isumi Miyase, Nelson Fabrício Gava, Sandra Mara do Vale, Cláudio Karan Miranda, Leonardo Druzzili Pelizaro e Paulo Márcio de Carvalho Salotti** pela amizade e colaboração na seleção dos casos.

Ao colega **Marcelo Novelino Simão**, pela disponibilidade para discussão dos casos. A sua colaboração contribuiu significativamente para o desenvolvimento inicial deste projeto.

Aos técnicos, residentes de Radiologia, bem como a todos os funcionários do Setor de Ressonância Magnética do Centro de Ciências das Imagens e Física Médica do HC-FMRP-USP, pela colaboração neste projeto, especialmente ao técnico **Welton Souza de Lima**, que realizou a maior parte dos exames de ressonância.

Aos funcionários do Laboratório de Anatomia da FMRP-USP, especialmente ao **Waldeci R. Bim**, por possibilitar a documentação das ilustrações sobre anatomia do quadril.

Ao Centro de Métodos Quantitativos (CEMEQ), especialmente à **Juliana Boleta**, pela consultoria estatística.

Aos meus colegas de pós-graduação, pela convivência e amizade.

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Resumo

MARANHO, DAC. **Doença de Legg-Calvé-Perthes: avaliação com ressonância magnética do *labrum* e da cartilagem acetabular em quadris com deformidades sugestivas de impacto femoroacetabular**. 2011. 125 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.

As deformidades secundárias à doença de Legg-Calvé-Perthes (DLCP) podem resultar em osteoartrose tardia do quadril, mas lesões relacionadas ao impacto femoroacetabular (IFA) podem ocorrer mais precocemente, como as alterações da cintura cervicocapital (“*offset*”) e as anormalidades do *labrum* e da cartilagem acetabulares. O objetivo deste estudo foi avaliar, por meio de imagens de ressonância magnética (RM), a frequência e a localização das anormalidades do *labrum* e da cartilagem articular em quadris acometidos pela DLCP e com deformidades residuais. Sessenta e dois quadris em 58 pacientes (idade média: 13,73 anos) foram avaliados prospectivamente por meio de RM de alta resolução, sem uso de contraste magnético. Todos os pacientes foram diagnosticados com DLCP (tempo médio de acometimento: 7,18 anos) e tinham deformidades residuais sugestivas de IFA nas radiografias. O ângulo *alfa* na RM foi utilizado para avaliar a esfericidade da cabeça femoral. O *labrum* acetabular foi avaliado de acordo com sistema de classificação modificado (que considera o tipo e a extensão das anormalidades). A cartilagem acetabular foi avaliada quanto à presença de delaminação e defeitos condrais. A localização dos achados foi descrita com base na nomenclatura das horas do relógio. As imagens de RM foram interpretadas independentemente por dois observadores e, para a avaliação do *labrum*, a concordância interobservadores (*kappa*) foi aferida. Uma leitura consensual foi realizada e considerada para análises estatísticas. O ângulo *alfa* estava aumentado em 71% dos quadris (média±dp: 80±30°), anormalidades labrais foram identificadas em 77% e alterações da cartilagem articular em 57%. A maioria das anormalidades do *labrum* e da cartilagem acetabular estavam localizadas na região anterolateral, entre 2 e 12h. Houve correlação significativa positiva entre alterações do ângulo *alfa*, anormalidades do *labrum* e da cartilagem acetabular ($p<0,01$). Houve substancial concordância interobservadores em relação à classificação proposta para avaliar o *labrum* (coeficiente *Kappa*: 0,76). Com base na avaliação por RM, anormalidades do *labrum* e da cartilagem acetabular foram bastante frequentes em pacientes diagnosticados com DLCP e com deformidades residuais sugestivas de IFA, visualizadas em radiografias simples.

Esses achados sugerem que o diagnóstico de impacto femoroacetabular seja necessário para estabelecer o prognóstico e o tratamento na DLCP.

Descritores: quadril; cabeça do fêmur; acetábulo; criança; adolescente; doença de Legg-Perthes; quadril, radiografia; imagem por ressonância magnética.

Abstract

MARANHO, DAC. **Legg-Calvé-Perthes disease: MRI evaluation of the acetabular *labrum* and cartilage in hips with radiographic deformities suggestive of femoroacetabular impingement.** 2011. 125 s. Thesis (Doctorate) – School of Medicine of Ribeirão Preto, University of São Paulo, 2011.

Deformities secondary to Legg-Calvé-Perthes disease (LCPD) may result in late osteoarthritis, but lesions related to femoroacetabular impingement (FAI), such as changes at the femoral head-neck offset and damages to the acetabular *labrum* and cartilage, may occur earlier. The aim of the present study was to evaluate the frequency and location of injuries to the *labrum* and articular cartilage in deformed hips of patients with LCPD using magnetic resonance imaging (MRI). Sixty-two hips of 58 patients (average age, 13.73 years) were prospectively evaluated with noncontrast high-resolution MRI. All patients were diagnosed with LCPD (average follow-up, 7.18 years) and had hip deformities suggestive of FAI on plain radiograph films. MRI *alpha* angle was measured to assess the sphericity of the femoral head. The acetabular *labrum* was evaluated according to a modified classification system (considering the type and extent of the abnormality). The acetabular cartilage was evaluated for the presence of chondral delamination and defects. Findings were located using the clock-face nomenclature. MRI scans were independently read by two observers and interobserver reliability (*kappa*) was assessed for the labral evaluation. A consensus reading was considered for statistical analysis. The *alpha* angle was increased in 71% of hips (mean±sd, 80±30°), labral abnormalities were found in 77%, and cartilage damage in 57%. Most labral and cartilage lesions were located at the anterolateral region from 2 to 12h. There was significant correlation between abnormal *alpha* angle, *labrum* lesions, and cartilage lesions ($p<0.01$). There was substantial interobserver agreement for the proposed labral evaluation (*Kappa* coefficient, 0.76). Based on hip MRI evaluation, labral and cartilage abnormalities appear to be very frequent in patients diagnosed with LCPD showing hip deformities suggestive of FAI on plain radiographs. These findings suggest that evaluation for FAI may be required to establish prognosis and treatment decision making.

Keywords: hip; femur head; acetabulum; child, adolescent; Legg-Perthes disease; hip, radiography; magnetic resonance imaging.

Lista de Figuras

- Figura 01.** Artrografia do quadril na doença de Legg-Calvé-Perthes. O contraste intra-articular permite distinguir estruturas anatômicas não visualizadas na radiografia comum (setas), além de mostrar a morfologia da cabeça femoral mais adequadamente. _____22
- Figura 02.** História natural da doença de Legg-Calvé-Perthes. Inicialmente, há a fase de sinovite, que evolui para a fase de necrose e a seguir a fase de fragmentação (fases iniciais). Após, inicia-se o processo de cicatrização, com a ossificação e, por fim, o quadril adquire o formato definitivo. _____23
- Figura 03.** Classificação de Salter e Thompson. O tipo **A** apresenta fratura subcondral (área de necrose) menor que 50% do núcleo de ossificação da cabeça femoral e geralmente é central (porção lateral preservada). No tipo **B**, a fratura subcondral envolve a maior parte do núcleo de ossificação, inclusive a porção lateral. _____24
- Figura 04.** Classificação de Herring. No tipo **A**, o pilar lateral está preservado. No tipo **B**, há acometimento parcial da altura do pilar lateral (até 50%). No tipo **C**, há acometimento completo do pilar lateral. Casos intermediários entre **B** e **C** podem ser denominados **B/C**. _____25
- Figura 05.** Extrusão como sinal de risco. Apesar da necrose não ter afetado gravemente o pilar lateral do núcleo de ossificação, houve subluxação lateral e extrusão (**A, B, C**). A perda de proteção mecânica do pilar lateral expõe a área necrótica central ao colapso (**C, D**). _____25
- Figura 06.** A classificação de Stulberg pode estabelecer o prognóstico quanto ao futuro desenvolvimento de osteoartrose. A congruência esférica sugere baixo risco para osteoartrose na idade adulta (tipos **I** e **II**); a congruência não esférica sugere risco para osteoartrose tardia, por exemplo, na quarta ou quinta décadas de vida (tipos **III** e **IV**) e quadris incongruentes apresentam alto risco de osteoartrose precoce (tipo **V**). _____28
- Figura 07.** Comparação entre os resultados da DLCP em achados arqueológicos e em pacientes atuais. **A** – ossos do quadril de um homem de aproximadamente 50 anos, do século V-VI d.C.*. **B** – ossos do quadril de um homem adulto do século IX-X d.C.*. **C** – radiografia do quadril (incidência anteroposterior) de um paciente acometido pela DLCP, após ossificação, aos 11 anos. **D** – radiografia do quadril (incidência anteroposterior) de um paciente acometido pela DLCP, após ossificação, aos 17 anos. _____29
- Figura 08.** Aspectos da pelve de uma criança com idade aproximada de dois anos. União dos ossos ílio, púbis e ísquio, para formar a cartilagem trirradiada. **A** – Vista interna (medial). **B** – Vista lateral. _____30
- Figura 09.** Vista inferior do quadril, com o ligamento da cabeça do fêmur, que conecta a fôvea ao fundo do acetábulo. _____31
- Figura 10.** Vista anterior do acetábulo em pelve esqueleticamente imatura (**A**) e em pelve na idade adulta (**B**). O rebordo acetabular tem forma de onda, com

saliências e reentrâncias. PAI: proeminência anteroinferior; DA: depressão anterior; PAS: proeminência anterossuperior; DPS: depressão posterossuperior, PPI: proeminência posteroinferior. _____ 32

Figura 11. Orientação da abertura acetabular, em pelve esqueleticamente imatura, com o *labrum* acetabular (**A**), e em pelve do adulto (**B**). A cavidade acetabular é voltada para baixo, para lateral e para anterior. _____ 33

Figura 12. Vista lateral da cavidade acetabular direita. **A** – faceta articular acetabular em forma de ferradura, com a incisura troclear centralmente. **B** – revestimento por cartilagem articular hialina. _____ 33

Figura 13. **A** – Aspecto anterior do fêmur esquerdo normal (porção distal da cápsula rebatida). A cabeça femoral é esférica e o ângulo cervicodiafisário é de aproximadamente 130°. **B** – Vista superior da cabeça femoral, com a cápsula articular rebatida. Nota-se a cintura cervicocapital ou “*offset*” (setas). _____ 34

Figura 14. **A** – Vista anterior do acetábulo direito. O *labrum* é localizado no rebordo acetabular e aumenta o volume da cavidade. **B** – Vista lateral do acetábulo direito, com destaque ao ligamento transvers do acetábulo. **C** – O recesso capsulolabral ou perilabral é visualizado entre a cápsula articular (afastada) e o *labrum*. **D** – Corte axial oblíquo no plano do eixo anatômico do colo e centro da cabeça femoral. As porções anterior e posterior do *labrum* são evidenciadas. _____ 35

Figura 15. Representação do impacto femoroacetabular. _____ 36

Figura 16. **A** – Representação da deformidade tipo *cam* na junção cervicocapital, porção anterolateral. **B** – Em detalhe, deformidade tipo *cam* (vista anteroinferior). **C** – Durante a flexão e rotação interna do quadril, a saliência cervicocapital penetra na cavidade acetabular. **D** – O contato anormal provoca forças de cisalhamento contra a cartilagem hialina, que sofre separação do osso subcondral. _____ 37

Figura 17. **A** – Representação da deformidade tipo *pincer* na região anterolateral do acetábulo. **B** – Em detalhe: a deformidade consiste no aumento local da cobertura. **C** – Durante a flexão e rotação interna do quadril, o colo femoral sofre impacto contra o rebordo acetabular, com consequente compressão do *labrum*. **D** – O *labrum* acetabular pode sofrer lesões, ossificação, formação de cistos perilabrais ou degeneração. _____ 38

Figura 18. **A** - Quadril normal. **B** - Deformidade do tipo *pincer*, caracterizada pelo excesso de cobertura acetabular. **C** - Deformidade do tipo *cam*, caracterizada pela perda da cintura cervicocapital (redução do “*offset*”). **D** - Combinação das deformidades. _____ 39

Figura 19. **A** – RM no plano coronal, central na porção proximal do fêmur: a linha branca mostra o eixo anatômico do colo femoral e centro da cabeça femoral, e determina o plano axial oblíquo. **B** – Corte no plano axial oblíquo que mostra o cálculo do ângulo *alfa* (normal). _____ 54

Figura 20. Classificação dos achados de RM para o *labrum* acetabular. O Tipo I representa a degeneração intrassubstância e os Tipos II, III e IV representam lesões labrais. _____ 54

Figura 21. Classificação da lesão labral segundo a extensão. **Subtipo A:** alteração labral que ocupa uma posição no sistema do relógio. **Subtipo B:** alteração labral menor que um quadrante. **Subtipo C:** alteração labral maior que um quadrante. **Subtipo D:** alteração labral global. _____55

Figura 22. A imagem de RM ilustra o aspecto normal do *labrum* acetabular (seta) e da cartilagem articular (cabeça de seta), em paciente com sequela de DLCP. O *labrum* intacto apresenta morfologia triangular normal com sinal homogêneo de baixa intensidade. A cartilagem articular apresenta sinal regular e homogêneo de intensidade intermediária, nos lados femoral e acetabular. _____56

Figura 23. Aferição do ângulo *alfa* (NOTZLI et al., 2002) no corte sagital oblíquo, que passa pelo centro da cabeça femoral e eixo anatômico do colo. A circunferência que melhor se adapta aos contornos da cabeça femoral foi desenhada. O ângulo foi aferido entre a reta que corresponde ao eixo anatômico do colo femoral e a reta que conecta o centro da cabeça femoral ao ponto inicial de asfericidade do contorno cervicocapital. _____60

Figura 24. Imagens de RM com ilustração das anormalidades do *labrum* acetabular na sequela da doença de Legg-Calvé-Perthes, de acordo com o sistema de classificação proposto. **A** – O corte axial oblíquo mostra uma anormalidade do tipo I no aspecto posterior do *labrum* (seta); a cabeça de seta indica um corpo livre intra-articular. **B** – O corte axial oblíquo mostra uma lesão do tipo II no aspecto anterior do *labrum* (seta); a cabeça de seta indica o ligamento da cabeça do fêmur degenerado. **C** – O corte sagital mostra uma lesão labral do tipo III (avulsão); note a interferência secundária aos implantes metálicos na região supra-acetabular (cabeças de setas). **D** - O corte sagital mostra uma lesão labral do tipo IV, caracterizada pela grave degeneração (cabeça de seta) associada à avulsão (seta). _____62

Figura 25. A imagem de corte sagital de RM mostra a delaminação da cartilagem acetabular, na porção anterior (cabeças de seta), caracterizada por perda linear e focal da intensidade de sinal na região periférica da cartilagem articular, com linha de sinal de alta intensidade entre a cartilagem e o osso subcondral. _____65

Figura 26. DLCP bilateral, 18 anos (caso nº 50). Apesar da *coxa vara, magna, e brevis* à direita (**A, B**), o ângulo *alfa* é normal (**E**), assim como o *labrum* acetabular (setas) e a cartilagem articular (cabeças de seta) (**C, E, G**). No lado esquerdo (**A, B**), o ângulo *alfa*, o *labrum* e a cartilagem também são normais (**D, F, H**). **A, B** – Radiografias; **C, D** – RM corte coronal; **E, F** – RM corte axial oblíquo e **G, H** – RM corte sagital. _____69

Figura 27. DLCP à esquerda, 12 anos (caso nº 57). *Coxa magna, vara e brevis*, com perda da esfericidade e extrusão anterolateral da cabeça femoral (**A, B**). O ângulo *alfa* é ~100° (**E**). O *labrum* acetabular (setas) tem anormalidades do tipo III (**E, F**) e I (**C**). A cartilagem acetabular apresenta delaminação periférica (cabeças de setas em **G,H**). **A, B** – radiografias; **C, D** – RM corte coronal; **E, F** – RM corte axial oblíquo e **G, H** – RM corte sagital. _____70

Figura 28. DLCP à direita, 16 anos (caso nº 24). Nota-se a *coxa magna, vara e brevis* (**A, B**). O ângulo *alfa* é ~95° (**E**). O *labrum* acetabular (setas) tem anormalidades do tipo IV (**C, D**) e II (**F** – *labrum* posterior). A lesão labral anterior pode ser confirmada em **H** (cabeças de seta). A cartilagem acetabular apresenta

delaminação periférica (cabeças de seta em **D** e **G**). O ligamento da cabeça do fêmur está parcialmente rompido (cabeças de seta pretas em **F**). **A, B** – Radiografias; **C** - RM corte coronal; **D, G** - RM corte sagital; **E, F** – RM corte axial oblíquo; **H** – RM corte coronal (no nível identificado em **G**). _____71

Figura 29. DLCP bilateral, 17 anos (caso nº 13). À direita há *coxa plana, magna, vara e brevis*, com extrusão anterolateral (**A, B**). O ângulo *alfa* é 127°. Há degeneração e desinserção superior do *labrum* acetabular (tipo III – setas em **C**) com cisto perilabral (cabeças de seta em **C**). Há também desinserção labral anterior (tipo III – setas em **E, G**) e anormalidade tipo II posterior (cabeças de seta em **E**). A cartilagem acetabular é irregular (defeitos em **C, G**). À esquerda há *coxa magna, vara e brevis* (**A, B**). Apesar do ângulo *alfa* ser normal (31°), o *labrum* apresenta desinserção anterior (tipo III - setas em **F, H**) e anormalidade tipo I superior (seta em **D**). A cartilagem é normal (cabeças de seta em **D, H**). _____72

Figura 30. DLCP à direita, 9 anos (caso nº 54). **A, B** – radiografias evidenciam *coxa vara, magna, brevis e plana*, com extrusão anterolateral e possível abdução em dobradiça. **C, E** – RM corte coronal: as setas mostram a desinserção do *labrum* (tipo III) na porção superior, que é confirmada no corte axial em **H** (setas). **D, F** – RM corte axial: ângulo *alfa* elevado (109°), com lesão labral anterior tipo II e derrame articular perilabral posterior, que também é visualizado em **G** (setas). **G** – RM corte sagital: delaminação periférica da cartilagem (cabeças de seta). _____73

Figura 31. DLCP à direita, 14 anos (caso nº 29). **A, B, C** – radiografias evidenciam acentuada *coxa vara e brevis*, e elevação do trocanter maior. A abdução do quadril (**B**) evidencia o contato da região trocantérica com o rebordo acetabular. **D** – RM corte coronal: as setas mostram a desinserção do *labrum* (tipo III) na porção superior; as cabeças de seta mostram delaminação periférica da cartilagem acetabular. **E** – RM corte axial: ângulo *alfa* alterado (127°), com aparente subluxação anterior da cabeça femoral (seta preta) e aderência da cápsula articular no colo femoral (seta branca). **F** – RM corte sagital: avulsão do *labrum* acetabular (setas) associada à delaminação periférica da cartilagem. As imagens sugerem que haja impacto femoroacetabular secundário à *coxa vara e brevis* acentuadas. _____74

Figura 32. DLCP à direita, 19 anos, pós-operatório tardio de Salter (caso nº 12). **A, B** – radiografias não evidenciam deformidades significativas no fêmur, mas há retroversão acetabular (seta em **A**). **C** – RM corte axial: retroversão da porção superior do acetábulo (posição 1h: ~6° de retroversão). **D** – RM corte axial: ângulo *alfa* normal (38°), com sinal de alta intensidade na topografia do *labrum*. **E** – RM corte sagital: avulsão do *labrum* (tipo III - seta) associada à delaminação periférica da cartilagem (cabeças de seta). Mesmo com a interferência (cabeças de seta pretas), foi possível avaliar a porção periférica da cartilagem. As imagens sugerem que o impacto femoroacetabular possa ter sido predisposto pela retroversão do acetábulo. _____75

Figura 33. Representação esquemática do tratamento cirúrgico proposto para as lesões do *labrum* acetabular. _____80

Lista de Gráficos

Gráfico 01 . Fluxograma da seleção dos pacientes. _____	52
Gráfico 02. Distribuição dos tipos de tratamento de acordo com o número de quadris. ____	59
Gráfico 03. Distribuição dos valores do ângulo <i>alfa</i> . A reta horizontal mais espessa representa o limite superior da normalidade (55°). _____	61
Gráfico 03. Distribuição das anormalidades do <i>labrum</i> acetabular de acordo com a classificação para extensão das anormalidades (ver Figura 21). _____	63
Gráfico 04. Frequência de lesão da cartilagem articular de acordo com o tipo de anormalidade. _____	64
Gráfico 05. Distribuição da localização das anormalidades do <i>labrum</i> e da cartilagem acetabular de acordo com a nomenclatura das horas do relógio. _____	65

Lista de Tabelas

Tabela 01. Critérios radiográficos sugestivos de impacto femoroacetabular	51
Tabela 02. Protocolo de ressonância magnética não contrastada de alta resolução de 1,5 T para avaliação do quadril.	53
Tabela 03. Distribuição das anormalidades do <i>labrum</i> acetabular de acordo com a classificação e a região anatômica (N=normal; I, II, III e IV – tipos de anormalidades, de acordo com a classificação de anormalidades labrais da Figura 20)	63
Tabela 04. Resultados gerais	66

Lista de Abreviaturas e Siglas

HC-FMRP-USP	Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
FMRP-USP	Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
DLCP	doença de Legg-Calvé-Perthes
IFA	impacto femoroacetabular
RM	ressonância magnética
artroRM	ressonância magnética com contraste intra-articular
f	folhas
h	hora (s)
dp	desvio padrão
~	aproximadamente
nº	número
d.C.	depois de Cristo

Lista de Símbolos e Unidades

%	porcentagem
°	graus (medida de ângulo)
<	menor
>	maior
mm	milímetros
T	Tesla
ms	milissegundos

Sumário¹

1	Introdução	19
1.1	Doença de Legg-Calvé-Perthes	20
1.2	Considerações anatômicas relacionadas ao impacto femoroacetabular	30
1.3	Impacto femoroacetabular (IFA)	36
1.4	Ressonância magnética (RM) do quadril	43
2	Objetivos	48
3	Materiais e métodos	50
3.1	Pacientes	50
3.2	Ressonância magnética	52
	Protocolo de aquisição de imagens	52
	Interpretação das imagens de RM	53
3.3	Análise estatística	57
4	Resultados	59
5	Discussão	77
6	Conclusões	83
	Referências	85
	Apêndices	101
	Anexos	124

---

¹ Normas de acordo com as **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP: documento eletrônico e impresso. Parte I (ABNT)**. 2ª edição. São Paulo, 2009. Disponível em http://www.teses.usp.br/info/Caderno_Estudos_9_PT_1.pdf. Acesso em: 07 de setembro de 2011.

Introdução

1 Introdução

Cerca de cem anos após os primeiros relatos da doença de Legg-Calvé-Perthes (DLCP), ainda existem controvérsias sobre a etiologia, fisiopatologia e tratamento (CATTERALL, 1981; HEFTI e CLARKE, 2007; NELITZ et al., 2009). As deformidades da cabeça femoral resultantes da DLCP são mais frequentemente caracterizadas pela *coxa vara, magna, plana e brevis*, com o trocanter maior relativamente elevado, mas outras deformidades podem ocorrer (EIJER et al., 2006). Os indivíduos jovens com tais alterações podem ser inicialmente assintomáticos, mas a osteoartrose do quadril pode desenvolver-se durante o seguimento a médio e longo prazos (GOWER e JOHNSTON, 1971; CLARKE e HARRISON, 1983; McANDREW e WEINSTEIN, 1984; ZILKENS et al., 2009).

Mais recentemente, tem-se observado que quadris acometidos pela sequela da DLCP podem evoluir não apenas para osteoartrose tardia, mas também para lesões mais precoces, secundárias ao fenômeno do impacto femoroacetabular (IFA) (SNOW et al., 1993; GANZ et al., 2003; EIJER et al., 2006; GANZ et al., 2008). Durante o estágio de necrose na DLCP, as porções anterior e lateral da cabeça femoral podem colapsar e produzir extrusão osteocondral. Durante a movimentação, ocorre contato anormal da parte extrusa da junção cervicocapital contra o rebordo acetabular, o que predispõe à ocorrência de IFA (SNOW et al., 1993; EIJER et al., 2006), além do fenômeno da abdução em dobradiça (QUAIN e CATTERALL, 1986). Tais condições podem ser agravadas, caso ocorram alterações acetabulares secundárias (GANZ et al., 2003). O IFA pode ser causa potencial de lesões do *labrum* e da cartilagem articular acetabulares associadas à osteoartrose precoce do quadril (GANZ et al., 2003; GANZ et al., 2008).

Trabalhos publicados sugerem que o IFA secundário a deformidades da cabeça femoral e do acetábulo pode ser mais frequente do que tem sido geralmente suposto (BECK et al., 2005; LEUNIG et al., 2005; MAHESHWARI, MALIK e DORR, 2007; GANZ et al., 2008). As alterações articulares que predispõem ao IFA podem ser avaliadas em radiografias simples ou tomografias computadorizadas (TANNAST, SIEBENROCK e ANDERSON, 2007; PETERS et al., 2009; TANNAST e SIEBENROCK, 2009), mas o estado do *labrum* acetabular e da cartilagem articular necessita ser investigado por meio de outros métodos diagnósticos, como a ressonância magnética (RM) ou artroscopia (KASSARJIAN et al., 2005; MINTZ et al., 2005; SHINDLE et al., 2008; ANDERSON et al., 2009; POTTER e SCHACHAR, 2010).

Na presente investigação, foi feita a hipótese de que pacientes com deformidades do quadril secundárias à DLCP podem desenvolver IFA, com consequentes alterações do *labrum*

e da cartilagem acetabular. O objetivo foi avaliar radiograficamente a associação entre o IFA e as deformidades secundárias à DLCP. Deste modo, é apresentada uma revisão sobre a DLCP, as características anatômicas da articulação do quadril, o impacto femoroacetabular e a evolução da avaliação do quadril por meio da RM.

1.1 Doença de Legg-Calvé-Perthes

A DLCP é a necrose avascular idiopática do núcleo de ossificação da epífise proximal do fêmur. Foi descrita em 1910, simultaneamente por Arthur Thornton Legg (Boston - Estados Unidos da América), Jacques Calvé (França) e Georg Clemens Perthes (Alemanha) (DELITALA, 1915; WENGER, WARD e HERRING, 1991; CALVE, 2006; LEGG, 2006). Em 1910, Legg a definiu como “afecção obscura da articulação do quadril” (LEGG, 2006) e, em 1913, Perthes descreveu clínica e radiograficamente a doença e a diferenciou como osteocondrite deformante juvenil (NOBLE, 1925). Antes disso, a afecção era possivelmente confundida com a tuberculose do quadril (WALDENSTRÖM, 1909; WENGER, WARD e HERRING, 1991). Em 1921, Phemister mostrou radiograficamente que as alterações eram secundárias à necrose avascular (PHEMISTER, 1921). Hoje, ela pode ser considerada uma das osteocondroses da infância.

A etiologia é desconhecida e hipóteses como trauma, infecção, sinovite transitória, congestão venosa, hiperviscosidade sanguínea, anormalidades da coagulação e outros mecanismos foram sugeridos (GREEN e GRIFFIN, 1982; LIU e HO, 1991; GLUECK et al., 1996; ARRUDA et al., 1999; GALLISTL et al., 1999; ATSUMI et al., 2000; VOSMAER et al., 2010). A teoria combinada inclui associação das várias hipóteses de maneira sequencial ou repetitiva. Na hipótese traumática (NOBLE, 1925; BERRY, 1926), microfraturas poderiam ocorrer após traumas sobre o osso esponjoso imaturo e frágil da cabeça femoral, que associadas a algum grau de insuficiência perfusional, evoluiria com necrose óssea. A hipótese vascular é suportada pelas características da vascularização terminal da cabeça femoral, derivadas de vasos intra-articulares do colo, especialmente vulneráveis em crianças (TRUETA e HARRISON, 1953; PONSETI, 1956; PONSETI et al., 1983; ATSUMI et al., 2000), inclusive com possibilidade de ocorrência de anormalidades da coagulação ou da viscosidade sanguínea (GLUECK et al., 1996; ARRUDA et al., 1999; GALLISTL et al., 1999; VOSMAER et al., 2010). Também foi sugerido que a inflamação e o edema capsular associados à sinovite transitória do quadril possam interferir com a circulação sanguínea dos vasos epifisários (LANDIN, DANIELSSON e WATTSGARD, 1987; ERKEN e KATZ, 1990). Além disso, a

possibilidade de atraso na maturidade esquelética (WYNNE-DAVIES e GORMLEY, 1978; KRISTMUNDSDOTTIR, BURWELL e HARRISON, 1987; HALL et al., 1988) e anormalidades no metabolismo esquelético (PONSETI et al., 1983; WESTHOFF et al., 2006) podem indicar fator sistêmico, com manifestação predominantemente na epífise proximal do fêmur. Ponseti (1956) e Ponseti et al. (1983) sugeriram que alterações cartilaginosas na epífise poderiam primariamente causar o hipercrecimento e, secundariamente, a supressão perfusional, que tornaria a epífise avascular.

Epidemiologicamente, a afecção é relativamente comum e acomete cerca de 10,8 a cada 100.000 crianças (NELITZ et al., 2009). A faixa etária típica é de cinco a sete anos, mas pode acometer crianças entre três e 12 anos de idade. Meninos são três a cinco vezes mais acometidos que meninas (WENGER, WARD e HERRING, 1991).

Os primeiros sintomas são claudicação e dor no quadril. A dor é localizada principalmente na virilha, mas pode irradiar para coxa e joelho em 25% dos pacientes, o que pode atrasar o diagnóstico correto. Por isso, toda criança com queixa de dor no joelho deve ter o quadril cuidadosamente avaliado. É comum os pais associarem os inícios dos sintomas a um evento traumático, mas esta associação não está claramente estabelecida (WENGER, WARD e HERRING, 1991). O acometimento pode ser bilateral em 10 a 20% dos pacientes, de forma não simultânea, ou seja, os quadris apresentam-se em estágios de diferentes evoluções.

Semiologicamente, é comum a criança apresentar claudicação e restrição parcial da mobilidade do quadril, mais especificamente da rotação interna e da abdução. Algum componente de encurtamento também pode existir, em consequência do colapso da cabeça femoral ou devido à contratura em adução do quadril. Tardamente, o encurtamento pode ser atribuído aos distúrbios da placa de crescimento e pode acentuar a claudicação (WENGER, WARD e HERRING, 1991; NELITZ et al., 2009).

Historicamente, tanto o diagnóstico como os mais importantes sistemas de classificação e determinação prognóstica tem base nos achados das radiografias simples da pelve (WENGER, WARD e HERRING, 1991). Adicionalmente, a artrografia (Figura 01) pode auxiliar na decisão de tratamento (LAREDO-FILHO, 1992), mas nem sempre é necessária.

Figura 01. Artrografia do quadril na doença de Legg-Calvé-Perthes. O contraste intra-articular permite distinguir estruturas anatômicas não visualizadas na radiografia comum (setas), além de mostrar a morfologia da cabeça femoral mais adequadamente.

Fonte: Arquivos da Disciplina de Ortopedia Pediátrica, HC-FMRP-USP.

Outros exames de imagem podem ser realizados, mas apenas de forma complementar e não como padrão diagnóstico. A cintilografia óssea pode diagnosticar precocemente a doença, mas é pouco utilizada, pois pouco acrescenta à radiografia. A ultrassonografia pode mostrar derrame articular e sinovite, sendo mais frequentemente realizada para diagnóstico diferencial entre as artrites agudas do quadril. A tomografia computadorizada pode ser útil para avaliação tridimensional pré-operatória, em casos selecionados. A RM, além de poder identificar mais precocemente os estágios iniciais da doença e possibilitar a avaliação dinâmica, pode ser especialmente útil na avaliação de estruturas articulares como a cartilagem e o *labrum*. Adicionalmente, a porção extrusa da cartilagem pode ser mais adequadamente identificada na RM em casos de abdução em dobradiça (WENGER, WARD e HERRING, 1991).

Todos os sistemas de estadiamento cronológico são baseados nos conceitos descritos por Waldenström (WALDENSTRÖM, 1923; WENGER, WARD e HERRING, 1991). O curso natural da doença é autolimitado e a evolução é dividida em dois estágios. O estágio inicial compreende a fase de necrose, quando há o surto vascular e o núcleo de ossificação torna-se denso, radiopaco e menor. Após, a epífise sofre fragmentação e a região esclerótica fica entremeada por áreas líticas, que podem corresponder à absorção de osso necrótico. O segundo estágio é a fase de cicatrização, quando o trabeculado ósseo começa a reaparecer na epífise e a

revascularização torna-se evidente. Após a ossificação, surge a fase de remodelação, quando o formato da cabeça femoral torna-se definitivo (Figura 02).

Figura 02. História natural da doença de Legg-Calvé-Perthes. Inicialmente, há a fase de sinovite, que evolui para a fase de necrose e a seguir a fase de fragmentação (fases iniciais). Após, inicia-se o processo de cicatrização, com a ossificação e, por fim, o quadril adquire o formato definitivo.

Fonte: Arquivos da Disciplina de Ortopedia Pediátrica, HC-FMRP-USP.

O distúrbio de crescimento da epífise da cabeça femoral pode causar *coxa magna* e *vara*, nos estágios tardios da doença, com relativo encurtamento do colo femoral e com o trocanter maior relativamente alto.

Classificações foram descritas com base no grau de acometimento da epífise femoral. Em 1971, Catterall propôs quatro graus de acometimento, de acordo com a extensão da necrose do núcleo de ossificação (CATTERALL, 1971). Entretanto, os índices de confiabilidade e de prognóstico foram, posteriormente, considerados limitados (CHRISTENSEN et al., 1986).

Em 1984, Salter e Thompson descreveram a classificação com apenas dois grupos (Figura 03), definidos pela extensão da fratura subcondral visualizada nos estágios iniciais da doença (SALTER e THOMPSON, 1984). Quando a fratura não atinge a porção epifisária lateral, o envolvimento em geral é menor que 50% da epífise e é classificada como tipo A. No grupo B, há evidência de acometimento da porção lateral e a fratura subcondral/necrose estende-se por toda epífise (SALTER e THOMPSON, 1984). A fratura subcondral é mais bem visualizada nas radiografias em perfil (WENGER, WARD e HERRING, 1991). A desvantagem é que muitos casos não

são diagnosticados na fase inicial da doença. Presume-se que o tecido ósseo epifisário abaixo da fratura subcondral corresponda à região de necrose e que a área epifisária lateral à fratura corresponda a osso normal e viável. Assim, em casos mais tardios, sem fratura subcondral visível, extrapola-se que a extensão da necrose visualizada no núcleo de ossificação da epífise possa ser utilizada para a classificação.

Figura 03. Classificação de Salter e Thompson. O tipo **A** apresenta fratura subcondral (área de necrose) menor que 50% do núcleo de ossificação da cabeça femoral e geralmente é central (porção lateral preservada). No tipo **B**, a fratura subcondral envolve a maior parte do núcleo de ossificação, inclusive a porção lateral.

Fonte: Arquivos da Disciplina de Ortopedia Pediátrica, HC-FMRP-USP.

Em 1992, Herring et al. propuseram um sistema de classificação bastante interessante (Figura 04), com base na altura do pilar lateral do núcleo de ossificação da epífise, visualizada na incidência AP da bacia (HERRING et al., 1992; HERRING, 1994). O pilar lateral age como suporte mecânico, que previne o colapso e achatamento da cabeça, e por isso a classificação tem grande valor prognóstico nas fases de necrose e fragmentação e tem elevada concordância interobservadores (HERRING et al., 1992; HERRING, 1994; ISMAIL e MACNICOL, 1998).

Figura 04. Classificação de Herring. No tipo **A**, o pilar lateral está preservado. No tipo **B**, há acometimento parcial da altura do pilar lateral (até 50%). No tipo **C**, há acometimento completo do pilar lateral. Casos intermediários entre **B** e **C** podem ser denominados **B/C**.
Fonte: Arquivos da Disciplina de Ortopedia Pediátrica, HC-FMRP-USP.

No entanto, o pilar lateral preservado pode perder a capacidade de proteção quando ele estiver extruso ou quando houver subluxação lateral. A área acometida pela necrose fica exposta à carga e torna-se susceptível a colapsar (Figura 05). O quadril pode evoluir para abdução em dobradiça. Assim, a quantidade de extrusão epifisária é também importante fator prognóstico na DLCP (GREEN, BEAUCHAMP e GRIFFIN, 1981).

Figura 05. Extrusão como sinal de risco. Apesar da necrose não ter afetado gravemente o pilar lateral do núcleo de ossificação, houve subluxação lateral e extrusão (**A**, **B**, **C**). A perda de proteção mecânica do pilar lateral expõe a área necrótica central ao colapso (**C**, **D**).

Fonte: Arquivos da Disciplina de Ortopedia Pediátrica, HC-FMRP-USP.

Os quadris acometidos pela sequela da DLCP podem apresentar bons resultados até a quarta década de vida, na maioria dos pacientes, embora cerca de metade deles necessitem de artroplastia do quadril após 50 anos de doença (CATTERALL, 1971; HERRING et al., 1992).

Características clínicas consideradas como fatores de risco para a DLCP são idade elevada no início da doença, sobrepeso, limitação grave da mobilidade articular do quadril e gênero feminino (NELITZ et al., 2009). Radiograficamente, os sinais clássicos de cabeça em risco são subluxação lateral, calcificação epifisária lateral, sinal de Gage, cisto e reação difusa metafisárias e horizontalização da placa de crescimento (CATTERALL, 1971).

O início da doença antes dos seis anos representa prognóstico favorável, devido ao maior potencial de remodelação, enquanto que início após oito anos indica prognóstico desfavorável (WENGER, WARD e HERRING, 1991). Envolvimento da necrose maior que 50% do núcleo de ossificação (SALTER e THOMPSON, 1984), acometimento maior que 50% do pilar lateral (HERRING et al., 1992) e extrusão da epífise maior que 20% (GREEN, BEAUCHAMP e GRIFFIN, 1981) indicam prognóstico desfavorável.

Os objetivos comuns dos vários tratamentos envolvem a prevenção do surgimento de deformidades da cabeça femoral e da perda da congruência articular. Classicamente, o grau de incongruência é o principal fator determinante para as alterações pré-artrosicas (STULBERG, COOPERMAN e WALLENSTEN, 1981). Para obter tais objetivos, o tratamento é baseado no princípio de contenção, dependendo da gravidade radiológica da doença, presença de sinais de riscos, limitação da mobilidade do quadril e idade do paciente.

O princípio de contenção consiste em proporcionar cobertura adequada da cabeça femoral, dentro de uma estrutura esferoidal como o acetábulo, durante a fase plástica, em que a cabeça torna-se mais vulnerável ao colapso. Teoricamente, a cobertura da cabeça femoral permite que ela cicatrize com uma forma mais esférica e mais congruente com o acetábulo, o que diminui os riscos do desenvolvimento precoce de osteoartrose (STULBERG, COOPERMAN e WALLENSTEN, 1981; WENGER, WARD e HERRING, 1991).

No passado, tentativas de prevenir deformidades da cabeça eram realizadas com restrição mecânica da carga, repouso na cama, uso de muletas e imobilização do quadril com gesso. Órteses especiais de abdução ainda são usadas em alguns centros.

Entretanto, a imobilização com órteses ou gesso pode, na verdade, aumentar agudamente a pressão intra-articular. Além disso, a imobilização prolongada pode produzir consequências negativas, como atrofia muscular, contraturas, ganho de peso corporal e exclusão social (NELITZ et al., 2009). Em virtude disso, esses tratamentos tem sido abandonados

em favor da fisioterapia e do tratamento cirúrgico para casos mais graves (KRAUSPE e RAAB, 1997; WILD et al., 2003; NELITZ et al., 2009). A restrição de atividades de carga pode limitar-se aos esportes de impacto que envolvam corrida ou saltos e, atividades leves podem ser praticadas, como natação ou andar de bicicleta (NELITZ et al., 2009).

O fator prognóstico mais universalmente aceito é a idade do paciente durante o início da doença (GREEN, BEAUCHAMP e GRIFFIN, 1981). De forma geral, pacientes jovens, com menos de seis anos de idade, e boa mobilidade do quadril são mantidos em observação, com restrição relativa da carga, alongamento dos adutores e analgesia, se necessária. Durante o curso do tratamento, avaliação periódica deve ser realizada para a presença de dor, mobilidade articular em todos os planos, além de radiografias para avaliar a esfericidade, congruência e contenção (KRAUSPE e RAAB, 1997).

Para os casos com fatores prognósticos desfavoráveis, podem ser realizados procedimentos cirúrgicos com o objetivo de aumentar a contenção da cabeça femoral. Para isso, o quadril deve ter mobilidade parcialmente preservada (pelo menos 30° de abdução) e ainda estar na fase plástica da doença, ou seja, nas fases iniciais de necrose ou fragmentação, quando o núcleo de ossificação tem predisposição a colapsar, mas a cabeça femoral tem ainda potencial para remodelar, após ser devidamente recoberta pelo acetábulo.

Ainda, a hipótese de abdução em dobradiça deve ser afastada com radiografias com quadril em abdução. Se a cabeça sofrer afastamento maior que 2 mm em relação ao fundo do acetábulo, o fenômeno está caracterizado (NELITZ et al., 2009).

Evidências sugerem que quando a doença é manifestada após seis anos de idade, com acometimento maior que 50% do pilar lateral (Herring B/C ou C) e mais de 50% de envolvimento da cabeça femoral (Thompson B), o tratamento cirúrgico pelo princípio de contenção apresenta resultados mais favoráveis que o tratamento não cirúrgico (HERRING, KIM e BROWNE, 2004; WIIG, TERJESSEN e SVENNINGSSEN, 2008). Antes da cirurgia, caso haja restrição de abdução, uma adequada mobilidade do quadril precisa ser obtida por meio de analgesia, tração cutânea e repouso no leito. Entretanto, o início tardio da doença é um critério desfavorável e o tratamento cirúrgico pode ser benéfico, embora não tanto quanto em crianças mais jovens (NOONAN et al., 2001; ARKADER, SANKAR e AMORIM, 2009).

A centralização da cabeça femoral pode ser obtida por meio de cirurgias como osteotomias femorais ou pélvicas, ou mesmo procedimentos combinados. Cada tipo de procedimento tem indicações e contraindicações específicas e os mais amplamente realizados são a osteotomia femoral varizante e a osteotomia pélvica de Salter (NELITZ et al., 2009; KIM et al.,

2011). A artrografia transoperatória é medida complementar para auxiliar na decisão de tratamento (LAREDO-FILHO, 1992).

Outros procedimentos podem ser propostos, como a osteotomia valgizante, osteotomia para alongamento do colo femoral ou epifisiodesse do trocanter maior (BANKES, CATTERALL e HASHEMI-NEJAD, 2000; WENGER, KISHAN e PRING, 2006). As variações da doença e do tratamento são dificuldades adicionais para estudos a longo prazo que buscam atingir a terapêutica ideal e, uma descrição específica dos métodos de tratamentos e indicações seria complexa e controversa, o que foge demasiadamente do tema desta tese.

O grau de deformidade e congruência que os quadris adquirem após a ossificação representam importantes fatores prognósticos a longo prazo. Alguns métodos quantitativos, baseados em radiografias simples, foram descritos com objetivo de avaliar os resultados, entre eles o índice de Eyre-Brook (EYRE-BROOK, 1936), de Wiberg (WIBERG, 1939), o coeficiente epifisário de Sjövall (SJÖVALL, 1942), o índice de capuz de Jonsäter (JONSÄTER, 1953), os círculos concêntricos de Mose² (1964 apud WENGER, WARD e HERRING, 1991, p. 781), as mudanças subjetivas de índice epifisário de Harrison (HARRISON, TURNER e NICHOLSON, 1969) e o método de Harry e Gross (HARRY e GROSS, 1987), que compara a cabeça femoral e o acetábulo com círculos. Mesmo o fechamento prematuro da placa de crescimento foi associado como fator prognóstico (CLARKE e HARRISON, 1983). No entanto, não existe consenso ou uma uniformização no sistema de classificação (WENGER, WARD e HERRING, 1991).

A divisão em subtipos de acordo com a classificação de Stulberg é importante e, de acordo com a esfericidade e congruência (Figura 06), crianças e adolescentes podem ser aconselhados em relação à prática de atividades esportivas e à escolha profissional (STULBERG, COOPERMAN e WALLENSTEN, 1981).

Figura 06. A classificação de Stulberg pode estabelecer o prognóstico quanto ao futuro desenvolvimento de osteoartrose. A congruência esférica sugere baixo risco para osteoartrose na idade adulta (tipos I e II); a congruência não esférica sugere risco para osteoartrose tardia, por exemplo, na quarta ou quinta décadas de vida (tipos III e IV) e quadris incongruentes apresentam alto risco de osteoartrose precoce (tipo V).

² MOSE, K. **Legg-Calvé-Perthes disease: a comparison between three methods of conservative treatment.** 1964. 131 p. (Doctoral thesis). Universitetsforlaget, Aarhus, 1964.

Fonte: Arquivos da Disciplina de Ortopedia Pediátrica, HC-FMRP-USP.

Recentemente, Smrcka et al. (2009) identificaram dois prováveis casos de DLCP, em material arqueológico na República Tcheca, proveniente dos séculos V e X d.C., respectivamente (Figuras 07A e 07B). As radiografias das Figuras 07C e 07D ilustram casos de DLCP, que foram tratados de acordo com os mais atuais princípios e conceitos. É evidente que o resultado final, em termos de geometria articular, não foi muito diferente das deformidades originadas há mais de 1000 anos.

Figura 07. Comparação entre os resultados da DLCP em achados arqueológicos e em pacientes atuais. **A** – ossos do quadril de um homem de aproximadamente 50 anos, do século V-VI d.C.*. **B** – ossos do quadril de um homem adulto do século IX-X d.C.*. **C** – radiografia do quadril (incidência anteroposterior) de um paciente acometido pela DLCP, após ossificação, aos 11 anos. **D** – radiografia do quadril (incidência anteroposterior) de um paciente acometido pela DLCP, após ossificação, aos 17 anos.

* Figuras 7A, B - Com a cordial permissão de Springer Science & Business Media: **Clinical Orthopaedics and Related Research**, “Case reports: Legg-Calve-Perthes disease in Czech archaeological material”, v.467, n.1, 2009, p. 293-2977, Smrcka, V., Marik, I., Svenssonova, M. e Likovsky, J., figuras número1A e 2A, licença número 2739341113438). Figuras 7C, D - Arquivos da Disciplina de Ortopedia Pediátrica, HC-FMRP-USP.

1.2 Considerações anatômicas relacionadas ao impacto femoroacetabular

O quadril é uma articulação diartrodial, caracterizada por quatro componentes, que são: a cavidade, a cartilagem e a cápsula articulares, além da sinóvia e fluido sinovial. Articulações esferoidais do tipo bola e soquete, como o quadril, são um tipo especial de diartrose com mobilidade multiaxial.

A articulação do quadril é profunda e circundada por densos ligamentos, uma cápsula articular espessa (por vezes mais espessa que 5 mm) e uma massa muscular volumosa. Não obstante a dificuldade de acesso, a articulação é anatomicamente complexa, pois a topografia é especialmente composta para garantir mobilidade e locomoção, mas também suportar cargas mecânicas surpreendentemente altas.

O acetábulo é formado pela união dos ossos ílio, púbis e ísquio (Figura 08). A cavidade acetabular é profunda, o que torna a articulação estável e robusta para o suporte de carga. Além disso, o *labrum* acetabular e o ligamento da cabeça do fêmur (Figura 09) auxiliam na estabilidade, respectivamente, por aumentar o volume da cavidade e por conectar a fôvea da cabeça do fêmur ao fundo do acetábulo.

Figura 08. Aspectos da pelve de uma criança com idade aproximada de dois anos. União dos ossos ílio, púbis e ísquio, para formar a cartilagem trirradiada. **A** – Vista interna (medial). **B** – Vista lateral.

Fonte: Laboratório de Anatomia da FMRP-USP.

Figura 09. Vista inferior do quadril, com o ligamento da cabeça do fêmur, que conecta a fôvea ao fundo do acetábulo.

Fonte: Laboratório de Anatomia da FMRP-USP.

O conhecimento das características morfológicas do acetábulo é essencial para a condução cirúrgica das afecções do quadril. Pontos importantes da morfologia do acetábulo são a forma do rebordo acetabular, a profundidade da cavidade e a orientação do plano de abertura do acetábulo (KOHNEIN et al., 2009). Na verdade o acetábulo é semelhante a uma semiesfera, porém é volumetricamente menor. Além disso, a forma do acetábulo não é exatamente esférica, mas levemente conchoide ou elipsoide, com variações do raio entre 0,1 a 1,8 mm (MENSCHIK, 1997; KOHNLEIN et al., 2009).

O rebordo acetabular não é circular (Figura 10), mas distribuído de forma complexa, semelhante a uma “onda”, e possui áreas de elevação e de depressão (VANDENBUSSCHE et al., 2007). Foram identificadas três proeminências localizadas nas regiões anteroinferior, anterossuperior e posteroinferior, e duas áreas de reentrâncias, uma anterior e outra posterossuperior. A interpretação radiográfica desses pontos anatômicos é bastante sutil e muito dependente da inclinação pélvica (KOHNEIN et al., 2009).

Figura 10. Vista anterior do acetábulo em pelve esqueléticamente imatura (**A**) e em pelve na idade adulta (**B**). O rebordo acetabular tem forma de onda, com saliências e reentrâncias. PAI: proeminência anteroinferior; DA: depressão anterior; PAS: proeminência anterossuperior; DPS: depressão posterossuperior, PPI: proeminência posteroinferior.

Fonte: Laboratório de Anatomia da FMRP-USP.

A orientação do acetábulo também é complexa e peculiar, de forma que o plano de abertura acetabular influencia na amplitude de movimentação do fêmur. A inclinação anteroposterior do acetábulo é definida pela orientação rotacional do eixo central no plano sagital e o valor normal sugerido é de $19^{\circ} \pm 6^{\circ}$ (anterior). A versão acetabular é a rotação acetabular no plano axial e o valor normal sugerido é de $21^{\circ} \pm 5^{\circ}$ (anteversão). A inclinação lateral do acetábulo é definida pela rotação no plano coronal e o valor normal sugerido é de $48^{\circ} \pm 4^{\circ}$ (lateral) (KOHNEIN et al., 2009). Todos os parâmetros determinam que a abertura da cavidade acetabular seja voltada para anterior, inferior e lateral (Figura 11) (FIELD e RAJAKULENDRAN, 2011). Alterações no plano de abertura anterior do acetábulo são clinicamente importantes para os conceitos atuais de impacto femoroacetabular e, do ponto de vista cirúrgico, o plano de abertura deve ser adequadamente avaliado em osteotomias pélvicas, artroplastias e acetabuloplastias.

Figura 11. Orientação da abertura acetabular, em pelve esquelética imatura, com o *labrum* acetabular (A), e em pelve do adulto (B). A cavidade acetabular é voltada para baixo, para lateral e para anterior.

Fonte: Laboratório de Anatomia da FMRP-USP.

A face articular do acetábulo tem formato semelhante a uma ferradura, revestida por cartilagem hialina. Internamente à face articular (semilunar), há a incisura acetabular, que é a depressão óssea que origina a fossa acetabular ou cotiloide (Figura 12A). A fossa acetabular é preenchida por tecido fibroadiposo e membrana sinovial (FIELD e RAJAKULENDRAN, 2011). A superfície articular acetabular (Figura 12B) é mais larga na região anterossuperior e relativamente menor nas mulheres que nos homens, provavelmente porque a incisura acetabular é maior nas mulheres (KOHNEIN et al., 2009). A cartilagem articular acetabular é normalmente mais espessa superolateralmente (~2 mm) (ATHANASIOU, AGARWAL e DZIDA, 1994).

Figura 12. Vista lateral da cavidade acetabular direita. A – faceta articular acetabular em forma de ferradura, com a incisura troclear centralmente. B – revestimento por cartilagem articular hialina.

Fonte: Laboratório de Anatomia da FMRP-USP.

A cabeça femoral normal (Figura 13) é esférica e condições que evoluem com perda da esfericidade predisõem à osteoartrose (STULBERG, COOPERMAN e WALLENSTEN, 1981; HARRIS, 1986). Além disso, a transição cervicocapital deve ser cinturada circunferencialmente (“*offset*”) (SIEBENROCK et al., 2004), e esta região tem sido tema de vários estudos por causa da relação com o IFA (TOOGOOD, SKALAK e COOPERMAN, 2009). Foram descritos vários métodos de análise da transição cervicocapital, como o ângulo *alfa* (NOTZLI et al., 2002), a aferição linear do “*offset*” anterior e posterior (ITO et al., 2001) e a aferição da rotação da cabeça femoral (TOOGOOD, SKALAK e COOPERMAN, 2009). Valores normais do ângulo *alfa* são de $\sim 45^\circ$, da anteversão do colo femoral de $\sim 10^\circ$ a 15° e do ângulo cervicodiafisário de $\sim 130^\circ$ (TOOGOOD, SKALAK e COOPERMAN, 2009).

Figura 13. **A** – Aspecto anterior do fêmur esquerdo normal (porção distal da cápsula rebatida). A cabeça femoral é esférica e o ângulo cervicodiafisário é de aproximadamente 130° . **B** – Vista superior da cabeça femoral, com a cápsula articular rebatida. Nota-se a cintura cervicocapital ou “*offset*” (setas).
Fonte: Laboratório de Anatomia da FMRP-USP.

O *labrum* acetabular (lábio acetabular³) é a estrutura fibrocartilaginosa, contínua com o rebordo acetabular, e forma o ligamento transvers do acetábulo inferiormente na fossa acetabular (Figura 14). O *labrum* aumenta a profundidade acetabular (KELLY et al., 2005; FIELD e RAJAKULENDRAN, 2011), aumenta a superfície articular do quadril em 22% e o volume do acetábulo em 33% (SELDES et al., 2001). Como estrutura anular ao redor do acetábulo, o contato

³ Apesar do termo lábio acetabular ser preconizado pela Nomenclatura Anatômica Internacional (SOCIEDADE BRASILEIRA DE ANATOMIA. **Terminologia Anatômica**. São Paulo: Manole, 2003), o termo *labrum*, derivado do latim, é mais frequentemente utilizado na prática clínica e no meio científico e, por isso, foi empregado nesta tese.

do *labrum* com a cabeça femoral exerce um efeito de vedação, que por sua vez, cria uma pressão hidrostática intra-articular. Isto gera dois tipos de efeitos: um de “sucção”, que aumenta a resistência articular ao afastamento, outro de “retenção” do fluido sinovial, que lubrifica a cartilagem articular. Assim, é considerado que o *labrum* não apenas aumente a estabilidade, mas distribua mais uniformemente as forças de compressão no quadril, por uniformizar a distribuição e a pressão do fluido sinovial durante a descarga de peso, o que também diminui as forças de cisalhamento entre as camadas de cartilagem hialina (FERGUSON et al., 2003; FIELD e RAJAKULENDRAN, 2011). Além disso, em situações em que o *labrum* está avulsionado, não funcional ou ausente, movimentos anormais de translação entre a cabeça femoral e o acetábulo, secundários à instabilidade, podem ocorrer cronicamente e predispor à osteoartrose (SHU e SAFRAN, 2011).

Figura 14. **A** – Vista anterior do acetábulo direito. O *labrum* é localizado no rebordo acetabular e aumenta o volume da cavidade. **B** – Vista lateral do acetábulo direito, com destaque ao ligamento transverso do acetábulo. **C** – O recesso capsulolabral ou perilabral é visualizado entre a cápsula articular (afastada) e o *labrum*. **D** – Corte axial oblíquo no plano do eixo anatômico do colo e centro da cabeça femoral. As porções anterior e posterior do *labrum* são evidenciadas.

Fonte: Laboratório de Anatomia da FMRP-USP.

Atualmente, o *labrum* é considerado como fonte de dor recorrente no quadril. A inervação do *labrum* é proveniente de ramos do nervo para o músculo quadrado femoral e do

nervo obturatório (PUTZ e SCHRANK, 1998) e, provavelmente, esses ramos são responsáveis pela sensibilidade dolorosa e pela propriocepção (KIM e AZUMA, 1995).

A vascularização do *labrum* é originada de ramos radiais, provenientes do anel vascular periacetabular, formado predominantemente por ramos das artérias glútea superior e inferior, posteriormente, com contribuições menores dos ramos das artérias circunflexas medial e lateral, anteriormente (KALHOR et al., 2010). Dentro do tecido labral, a face capsular apresenta maior vascularidade e a face articular é relativamente avascular (KELLY et al., 2005). A hipótese de que a irrigação sanguínea seja oriunda do tecido ósseo ou da cápsula articular é inconsistente (KALHOR et al., 2010). Tal característica é importante para a decisão de tratamento, pois a vascularização do *labrum* é proveniente de ramos de um complexo vascular periférico e provavelmente permanece íntegra em casos de lesão, o que corrobora as evidências favoráveis às técnicas de reinserção labral (KALHOR et al., 2010).

1.3 Impacto femoroacetabular (IFA)

O IFA é a condição de contato anormal entre a região proximal do fêmur e o acetábulo, resultante de anormalidades anatômicas femorais, acetabulares ou mistas (Figura 15). O IFA pode ocorrer também em quadris anatomicamente normais, em condições suprafisiológicas e excessivas de movimentação. Em quadris com predisposição anatômica, um menor grau de mobilidade é necessário para produzir tais conflitos mecânicos (GANZ et al., 2003).

Figura 15. Representação do impacto femoroacetabular.

Fonte: Vídeo interativo sobre IFA. Disponível em <http://www.bryankellymd.com/fai-movie.html>. Uso das imagens gentilmente autorizado pelo Dr. Bryan T. Kelly.

Há dois tipos distintos de IFA (Figura 16). O primeiro é o tipo *cam*, causado por anormalidade anatômica na junção cervicocapital femoral, definida por um aumento do raio ou diminuição da cintura cervicocapital (“*offset*”). Como resultado, forças de cisalhamento produzem compressão e abrasão na cartilagem e no *labrum* acetabular (GANZ et al., 2003). A compressão do *labrum* e da cartilagem entre duas superfícies ósseas rígidas induz a lesões e até a fraturas do rebordo acetabular (WENGER, KISHAN e PRING, 2006). De acordo com Ganz et al. (2003), quando a cartilagem está desinserida do *labrum* e do osso subcondral, pode haver instabilidade adicional e aumento da avulsão labral.

Figura 16. A – Representação da deformidade tipo *cam* na junção cervicocapital, porção anterolateral. B – Em detalhe, deformidade tipo *cam* (vista anteroinferior). C – Durante a flexão e rotação interna do quadril, a saliência cervicocapital penetra na cavidade acetabular. D – O contato anormal provoca forças de cisalhamento contra a cartilagem hialina, que sofre separação do osso subcondral.

Fonte: Vídeo interativo sobre IFA. Disponível em <http://www.bryankellymd.com/fai-movie.html>. Uso das imagens gentilmente autorizado pelo Dr. Bryan T. Kelly.

O segundo tipo de IFA é o tipo *pincer* (Figura 17), que é o contato linear entre o rebordo acetabular e a junção cervicocapital, resultante do excesso de cobertura acetabular anterior (retroversão acetabular) ou global (*coxa profunda*). Assim, o *labrum* é a primeira estrutura a sofrer lesão e o impacto repetitivo e contínuo resulta em degeneração

intrassubstância, formação gangliônica ou ossificação (GANZ et al., 2003). A ossificação predispõe ao maior aprofundamento do acetábulo e piora do excesso de cobertura (CORTEN et al., 2011). Por outro lado, a flexão forçada persistente pode forçar a cabeça femoral contra o rebordo posterior do acetábulo e causar lesão condral posteroinferior (GANZ et al., 2003).

Figura 17. **A** – Representação da deformidade tipo *pincer* na região anterolateral do acetábulo. **B** – Em detalhe: a deformidade consiste no aumento local da cobertura. **C** – Durante a flexão e rotação interna do quadril, o colo femoral sofre impacto contra o rebordo acetabular, com consequente compressão do *labrum*. **D** – O *labrum* acetabular pode sofrer lesões, ossificação, formação de cistos perilabrais ou degeneração.

Fonte: Vídeo interativo sobre IFA. Disponível em <http://www.bryankellymd.com/fai-movie.html>. Uso das imagens gentilmente autorizado pelo Dr. Bryan T. Kelly.

No impacto tipo *pincer*, as lesões labrais e condrais são mais restritas à área onde há excesso de cobertura acetabular e há tendência para ocorrer lesões de menor gravidade. No impacto tipo *cam*, as lesões podem ser mais extensas e a cartilagem pode sofrer lesões mais profundas e com maior risco de delaminação (GANZ et al., 2003; ANDERSON et al., 2009). Uma combinação entre os dois tipos de impacto (Figura 18) ocorre na maioria dos casos (GANZ et al., 2003; LAVIGNE et al., 2004).

Figura 18. A - Quadril normal. B - Deformidade do tipo *pincer*, caracterizada pelo excesso de cobertura acetabular. C - Deformidade do tipo *cam*, caracterizada pela perda da cintura cervicofemoral (redução do “offset”). D - Combinação das deformidades.

Fonte: Lavigne et al. Anterior femoroacetabular impingement: part I. Techniques of joint preserving surgery. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, n. 418, p. 62. 2004.

Do ponto de vista histórico, o “impacto do colo femoral contra a margem acetabular anterior” já havia sido descrito em 1936, por Smith-Petersen, em Boston (Massachusetts – Estados Unidos da América). Ele sugeriu que o contato entre a sinóvia e a cartilagem resultaria em congestão, sinovite, irritação periosteal e alterações hipertróficas. Com base em casos clínicos diagnosticados como osteoartrose (“*malum coxae senilis*”), sequelas de escorregamento epifisário proximal do fêmur e até DLCP, ele propôs duas opções de tratamento: a primeira seria retirar uma porção anterior no colo femoral (cervicoplastia) e a segunda, retirar uma porção anterior do acetábulo (acetabuloplastia). Na época, ele considerou inadequada a cervicoplastia, tratou os casos por meio de acetabuloplastia e houve satisfação com os resultados clínicos imediatos (SMITH-PETERSEN, 1936).

A lesão labral começou a ser associada aos sintomas no quadril por volta da década de 80, quando Dorrel e Catterall descreveram a síndrome da lesão labral (DORRELL e CATTERALL, 1986). Os autores associaram os achados artrográficos de lesão do *labrum* acetabular em pacientes com displasia do quadril, com os sintomas mecânicos de dor e estalido. Também verificaram que esses quadris sofreram degeneração precoce. Previamente, lesões traumáticas do *labrum* haviam sido identificadas, como em casos de irredutibilidade de luxação posterior do quadril secundária à interposição do *labrum* (PATERSON, 1957; DAMERON, 1959), em casos de

dor no quadril pós-queda, que evoluíram para artrose (ALTENBERG, 1977) e, após, novas associações com displasia do quadril (MATSUI, OHZONO e SAITO, 1988), atividades esportivas (IKEDA et al., 1988) e outras afecções, incluindo a doença de Legg-Calvé-Perthes (FITZGERALD, 1995). Mesmo na DLCP, um caso sintomático de lesão labral foi descrito em 1981 (GROSSBARD, 1981). Porém, Dorrel e Catterall foram pioneiros ao associarem a lesão do *labrum* com a degeneração precoce do quadril.

Alguns anos após, o grupo de Reinhold Ganz, em Berna (Suíça) começou a popularizar a síndrome do rebordo acetabular, em que pacientes com displasia evoluíram com avulsão do *labrum* associada a fragmento osteocondral (*os acetabulum*) (KLAUE, DURNIN e GANZ, 1991). A manobra semiológica combinada de flexão, rotação interna e adução aproximava a porção anterior do colo femoral contra o rebordo acetabular e provocava dor⁴ (KAPANDJI, 1985 apud KLAUE, DURNIN e GANZ, 1991, p. 424). O teste provocativo para o IFA havia sido então introduzido.

Na década de 90, Ganz percebeu que alguns pacientes com displasia do desenvolvimento do quadril, após serem submetidos à osteotomia periacetabular, não conseguiam mais flexionar totalmente a articulação. Como a osteotomia proporcionava grande reorientação do acetábulo, foi verificado que a porção acetabular anterior bloqueava a movimentação do fêmur. Ganz concluiu que a hipercorreção da displasia produzia o bloqueio, devido à acentuada cobertura acetabular anterior (retroversão) (MYERS, EIJER e GANZ, 1999).

A partir de então, o conceito de que o IFA induzisse à lesão do *labrum* acetabular e osteoartrose precoce do quadril começou a ser popularizado (KLAUE, DURNIN e GANZ, 1991; GANZ et al., 2001; GANZ et al., 2003). Desde então, Ganz e diversos outros autores descreveram detalhes anatômicos, fisiopatológicos e propostas terapêuticas para o IFA. Nos últimos anos, o IFA tornou-se tema importante na ortopedia mundial, como fonte de dor em indivíduos jovens e como uma das causas da osteoartrose do quadril (WENGER, KISHAN e PRING, 2006).

No entanto, a associação da osteoartrose do quadril com anormalidades anatômicas foi sugerida há muito tempo (ELMSLIE, 1933; MURRAY, 1965; SOLOMON, 1976; 1984; RAB, 1999; TONNIS e HEINECKE, 1999). Harris (1986) associou doenças da infância que deformam anatomicamente o quadril com a osteoartrose precoce. Alterações do acetábulo como *coxa profunda* (GEKELER, 1978) e retroversão (REYNOLDS, LUCAS e KLAUE, 1999) também foram associadas à osteoartrose precoce, assim como alterações da anteversão acetabular e femoral (TONNIS e HEINECKE, 1999).

---

⁴ KAPANDJI, I. A. Funktionelle Anatomie der Gelenke : Schematisierte und kommentierte Zeichnungen zur menschlichen Biomechanik. 9ª. Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag, v. 3 (Rumpf und Wirbelsäule), 1985. 24-25 p.

Diversos pesquisadores sugeriram relação entre a osteoartrose precoce do quadril e deformidades femorais semelhantes ao escorregamento subclínico da cabeça femoral (deformidade tipo “*tilt*”) (MURRAY, 1965; RESNICK, 1976; GOODMAN et al., 1997; RAB, 1999; ITO et al., 2001). A diminuição do espaço de movimentação entre o colo femoral e o rebordo acetabular foi identificada em pacientes com escorregamento epifisário proximal do fêmur (LEUNIG et al., 2000) e após fraturas do colo (EIJER, MYERS e GANZ, 2001). A saliência metafisária, além de gerar conflitos mecânicos contra o rebordo acetabular, supostamente aumenta a pressão intra-articular e pode levar a alterações degenerativas (RAB, 1999).

Classicamente, a sobrecarga mecânica axial é hipótese amplamente aceita para osteoartrose do quadril, em situações de deformidade associada à concentração excêntrica e excessiva de forças. No entanto, o IFA trouxe um novo conceito, em que o processo degenerativo é mais relacionado com a movimentação do que com a sobrecarga mecânica (GANZ et al., 2003).

Na DLCP, um dos primeiros relatos sobre IFA, nos conceitos mais atuais, foi realizado por Bowen e colaboradores em 1993, em Wilmington (Delaware, EUA) (SNOW et al., 1993). De acordo com os autores, o impacto anterior ainda era um fenômeno previamente não reconhecido e assemelhava-se ao fenômeno de abdução em dobradiça, que produzia impacto mais lateralmente. Assim, após a fase de ossificação, pacientes poderiam apresentar dor à rotação interna do quadril e a deformidade poderia ser diagnosticada por meio de exames de imagem ou cirurgia.

O próprio fenômeno da abdução em dobradiça havia sido descrito há mais tempo, na década de 80 (CATTERALL, 1981; GROSSBARD, 1981). A restrição de abdução por hipercrecimento cartilaginoso da cabeça femoral além dos limites do acetábulo pode resultar em impacto da porção superolateral contra o rebordo acetabular. Abdução adicional causaria a dobradiça, com movimentação excêntrica da cabeça femoral, que é afastada do fundo do acetábulo (HARRISON, 1986; SNOW et al., 1993).

Propostas de tratamento foram desenvolvidas para adultos com IFA e também aplicadas para pacientes mais jovens. No entanto, a anatomia e a fisiopatologia do IFA na criança diferem das do adulto e o estudo cuidadoso das indicações e dos riscos envolvidos no tratamento necessitam ser estabelecidos antes das técnicas serem difundidas para o tratamento de crianças e adolescentes (WENGER, KISHAN e PRING, 2006).

Na DLCP e em outras afecções do quadril da infância e adolescência, como displasia do quadril e escorregamento epifisário proximal do fêmur, há predisposição anatômica para o desenvolvimento de IFA. O tratamento clássico deve ser precoce (osteotomias para displasia,

contenção para DLCP, fixação *in situ* para o escorregamento), de forma que a cabeça femoral permaneça esférica, contida e concêntrica em relação ao acetábulo, e o quadril permaneça congruente (WENGER, KISHAN e PRING, 2006). Acredita-se que esta seja a melhor forma de diminuir as possibilidades da degeneração precoce do quadril.

No entanto, apesar de melhorar a cobertura da cabeça femoral, dentro do princípio de contenção no tratamento da DLCP, as osteotomias pélvicas podem produzir retroversão acetabular (MYERS, EIJER e GANZ, 1999) e a osteotomia varizante pode aproximar o colo femoral do rebordo acetabular. Este efeito também ocorre com as órteses de abdução. Assim, como o espaço de movimentação entre o rebordo acetabular e o colo femoral torna-se diminuído, os princípios clássicos de tratamento para a DLCP podem, contraditoriamente, predispor ao IFA (GANZ et al., 2003).

Além disso, em muitos casos de DLCP, o acetábulo sofre remodelação em resposta à deformidade da cabeça femoral e torna-se displásico. Associadamente, pode haver subluxação lateral da cabeça ou extrusão do pilar lateral devido à *coxa magna*. O *labrum* passa a sofrer carga anormal com forças de cisalhamento e compressão, que cronicamente, predispõem a ocorrência de hipertrofia, degeneração e cistos perilabrais (DORRELL e CATTERALL, 1986; LEUNIG et al., 2004).

Atualmente, existe tendência para tentar restabelecer a morfologia anatômica em pacientes adolescentes com deformidade residual e tentar prevenir o fenômeno do IFA (WENGER, KISHAN e PRING, 2006). Novas técnicas cirúrgicas têm sido aplicadas, como a luxação cirúrgica do quadril (REBELLO et al., 2009; ANDERSON et al., 2010) e a artroscopia do quadril (SNOW et al., 1993; ROY, 2005; 2009), além de procedimentos extra-articulares clássicos como a osteotomia valgizante (BANKES, CATTERALL e HASHEMI-NEJAD, 2000).

No entanto, a decisão de tratamento e os critérios clínicos e radiográficos precisos que indicam o tratamento cirúrgico em casos de IFA na DLCP são ainda desconhecidos. Além disso, não existem evidências que suportam a melhora no prognóstico a longo prazo, tão pouco se pacientes assintomáticos ou oligossintomáticos precisam ser tratados cirurgicamente, para prevenir piora dos sintomas e progressão do processo degenerativo. Novas pesquisas, semelhantes ao modelo desta tese, podem gerar perspectivas e avanços diagnósticos e terapêuticos para a DLCP.

1.4 Ressonância magnética (RM) do quadril

Com a crescente demanda cirúrgica para as afecções do quadril, métodos diagnósticos mais precisos tornaram-se necessários. O diagnóstico por artroscopia ou por cirurgia aberta é considerado definitivo, porém, devido aos riscos anestésicos e cirúrgicos, não podem ser aceitos como métodos exclusivamente diagnósticos, mas sim, terapêuticos.

Assim, a RM tornou-se a modalidade preferida para a investigação das estruturas articulares do quadril, porque ela avalia estruturas ósseas e de partes moles de forma satisfatória e a resolução de contraste permite definir bem o *labrum*, a cartilagem, o espaço articular, a cápsula, o osso cortical e o esponjoso (RAKHRA, 2011). No entanto, a avaliação do quadril é anatomicamente complexa, pois, além de ser uma articulação mais profunda, o contorno esférico e a pequena espessura da cartilagem articular do fêmur e do acetábulo representam dificuldades para avaliação da superfície articular (POTTER e SCHACHAR, 2010).

A RM do quadril é mais adequadamente realizada em sistemas com campo magnético de 1,5 e 3,0 Tesla (T), com bobinas delicadas de superfície ou bobinas cardíacas, que produzem um campo pequeno de visão, com alta resolução espacial (POTTER e SCHACHAR, 2010). Bobinas de corpo, com campo grande de visão, geram menor resolução e dificuldades para visualização de estruturas delicadas, como o *labrum* e a cartilagem, mas permitem avaliação global da pelve e permitem analisar a versão acetabular e o estado muscular.

As imagens coronais devem ser obtidas desde o plano do nervo ciático, posteriormente ao quadril, até a visualização completa do músculo iliopsoas, anteriormente. A magnetização gera captação de imagens com diferentes contrastes, como a intensidade de baixo sinal do *labrum* fibrocartilaginoso, de moderado sinal da cartilagem articular e de alto sinal do fluido intra-articular. Nos cortes coronais, é possível avaliar a cartilagem articular acetabular sobre a cabeça femoral, a porção superior do *labrum* e a cobertura lateral do acetábulo. Adicionalmente, a RM permite avaliação da musculatura abduutora, dos rotadores externos e da inserção do psoas no trocanter menor (POTTER e SCHACHAR, 2010).

Imagens no plano sagital permitem a avaliação da porção anterior do *labrum*, onde a maior parte das lesões é localizada. Além disso, permitem avaliação confiável da cartilagem articular sobre a cabeça femoral (POTTER e SCHACHAR, 2010).

Imagens no plano axial permitem a visualização das porções anterior e posterior do *labrum*, tão como a cartilagem articular das paredes anterior e posterior do acetábulo (POTTER e

SCHACHAR, 2010). Adicionalmente, geram cortes transversais das estruturas que cruzam a articulação do quadril, como o tendão do iliopsoas e os nervos ciático e femoral.

As alterações classicamente encontradas no impacto femoroacetabular, descritas como uma tríade de achados de RM com contraste intra-articular (artroRM), são caracterizadas pelo aumento do ângulo *alfa* associado à lesão anterossuperior do *labrum* e da cartilagem acetabular (KASSARJIAN et al., 2005), alterações que podem também ser aplicadas à RM não contrastada.

A imagem de RM do *labrum* normal evidencia uma estrutura bem definida em forma triangular, com margens agudas e com sinal de baixa intensidade em todas as sequências de RM. Existe uma inserção óssea contínua no rebordo acetabular e uma interface de transição com a cartilagem articular (junção condrolabral) (RAKHRA, 2011), que é especialmente difícil de ser avaliada nas imagens de RM (HODLER et al., 1992).

Abe et al. (2000) identificaram variações na forma e no sinal do *labrum* acetabular na RM, de acordo com a idade. Mesmo em indivíduos assintomáticos, os grupos etários mais idosos apresentaram maior frequência de alteração de sinal e de formato, enquanto que os indivíduos na faixa etária entre 10 e 19 anos, mesma faixa da amostra deste estudo, apresentaram aspecto normal do *labrum*, com pouca variação. Ou seja, o *labrum* possui forma triangular com margens bem definidas e sinal homogêneo de baixa intensidade, mas sofre degeneração progressiva com a idade e a morfologia torna-se arredondada e ocorre aumento de sinal.

Em relação à cartilagem articular, a interpretação das imagens deve ser cuidadosamente realizada. A manutenção da espessura do espaço cartilaginoso não exclui lesões, como defeitos focais ou delaminação subcondral e alterações de intensidade de sinal interno da cartilagem devem ser especialmente interpretadas (POTTER e SCHACHAR, 2010). Quadris com predisposição à osteoartrose são mais compreensivamente estudados por meio de técnicas mais complexas que avaliam a composição tecidual da cartilagem, como a orientação do colágeno (mapeamento quantitativo em T2) (NISHII et al., 2008) e depleção de proteoglicanos (dGEMRIC) (ZILKENS et al., 2010). Mais detalhes sobre alterações labrais e condrais estão descritos adiante, nesta tese.

De acordo com estudos que avaliaram a capacidade de detectar lesões labrais (Apêndice A), a artroRM apresentou a sensibilidade entre 50 e 100%, especificidade entre 44 e 100% e acurácia entre 64 e 96%, e a RM não contrastada apresentou sensibilidade entre 25 e 97%, especificidade entre 33 e 100% e acurácia entre 36 e 95% (HODLER et al., 1995; CZERNY et al., 1996; LEUNIG et al., 1997; CZERNY et al., 1999; PLOTZ et al., 2000; PLOTZ et al., 2001; BYRD e JONES, 2004;

KEENEY et al., 2004; CHAN et al., 2005; MINTZ et al., 2005; JAMES et al., 2006; TOOMAYAN et al., 2006; ZLATKIN et al., 2010; PERDIKAKIS et al., 2011).

Em relação aos estudos que avaliaram a capacidade de detecção de lesões condrais (Apêndice B), a artroRM apresentou sensibilidade entre 22 e 81%, especificidade entre 33 e 100% e acurácia entre 50 e 82%, enquanto que a RM não contrastada apresentou sensibilidade entre 18 e 94%, especificidade entre 75 e 100% e acurácia entre 84 a 88% (SCHMID et al., 2003; BYRD e JONES, 2004; KEENEY et al., 2004; KNUESEL et al., 2004; MINTZ et al., 2005; JAMES et al., 2006; PFIRRMANN et al., 2008; ANDERSON et al., 2009; ZLATKIN et al., 2010; PERDIKAKIS et al., 2011).

Devido à distensão articular pela injeção de contraste, lesões periféricas podem ser mais facilmente visualizadas e o recesso entre a cápsula e o *labrum* é mais facilmente identificável na artroRM, enquanto que na RM convencional o recesso pode não ser distinguível (HODLER et al., 1995). Além disso, a resposta clínica após injeção de anestésico apresenta alto valor preditivo para afecção intra-articular (BYRD e JONES, 2004). Czerny et al. (1996) sugeriram que a RM não contrastada tivesse menor capacidade para detectar pequenas lesões labrais, especialmente quando anormalidades internas se estendessem até a superfície labral.

Embora a injeção intra-articular direta de gadolínio tenha aumentado a capacidade diagnóstica nas afecções do quadril, especialmente na detecção de lesões labrais, existem controvérsias quanto à avaliação da cartilagem articular devido aos menores índices de sensibilidade e especificidade (SCHMID et al., 2003; KEENEY et al., 2004; ZLATKIN et al., 2010).

Adicionalmente, com a melhora na qualidade técnica das imagens, estudos mais recentes têm sugerido que a RM sem contraste seja também altamente efetiva para avaliação do *labrum* e da cartilagem articular. Mintz et al. (2005) avaliaram 92 pacientes com RM não contrastada submetidos à artroscopia e identificaram que o exame tem elevada acurácia para detectar lesão condral, inclusive com adequada correlação interobservadores. James et al. (2006) e Zlatkin et al. (2010) também relataram elevada acurácia para detecção de lesões labrais e condrais por meio da RM não contrastada de alta resolução. Sundberg, Toomayan e Major (2006) sugeriram que a RM não contrastada de 3,0 T possa ser ainda superior à artroRM de 1,5 T para avaliação do *labrum* acetabular. No entanto, a RM não contrastada é muito dependente de sequências fluido sensíveis, como as ponderadas em T2 e densidade de prótons, pois elas geram imagens em que o fluido sinovial apresenta sinal de alta intensidade quando comparados ao sinal de baixa intensidade do *labrum* e da cápsula, ou mesmo ao sinal intermediário da cartilagem articular (RAKHRA, 2011).

Assim, existe atualmente grande tendência em considerar a RM não contrastada de alta resolução como uma forma efetiva e com acurácia para avaliar o *labrum* e a cartilagem articular do quadril, desde que feita com técnica adequada (KELLY et al., 2005; JAMES et al., 2006; POTTER e SCHACHAR, 2010; RAKHRA, 2011). Além disso, existem situações que a artroRM não é factível, seja por motivos relacionados aos pacientes, por motivos técnicos do local ou por carência ou indisponibilidade de um radiologista especializado.

Deste modo, é esperado que a RM não contrastada com alta resolução transforme-se no método ideal de investigação das lesões labrais e condrais no quadril, pois não é um procedimento invasivo, não expõe pacientes à radiação ionizante ou ao contraste e tecnicamente, é um método mais simples para gerenciamento, mais barato, necessita de menos profissionais envolvidos, além de ser mais rápido, quando comparado à artroRM direta ou indireta (RAKHRA, 2011).

Objetivos

---

2 Objetivos

Avaliar anormalidades do *labrum* acetabular, da cartilagem articular acetabular e do contorno cervicocapital femoral, em pacientes com deformidade no quadril secundária à doença de Legg-Calvé-Perthes, sugestiva de impacto femoroacetabular, por meio da ressonância magnética, como forma de estudar radiologicamente a presença do impacto femoroacetabular.

Além disso, foi proposto determinar a frequência das anormalidades e buscar associações estatísticas entre elas, de forma a estabelecer evidências positivas entre o fenômeno do impacto femoroacetabular e as deformidades adquiridas do quadril na doença de Legg-Calvé-Perthes.

Materiais e métodos

3 Materiais e métodos

Foi realizado estudo de modelo prospectivo, durante um período de quatro anos, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (Processo HC nº 9108/2008, Anexo A). A natureza, o objetivo, os métodos, os desconfortos, riscos e benefícios desta pesquisa foram previamente esclarecidos aos pacientes e/ou aos seus pais ou responsáveis, que autorizaram a participação por meio do termo de consentimento escrito (Apêndice C). Um protocolo de pesquisa foi preenchido para cada paciente com dados clínicos, radiográficos, procedimentos cirúrgicos e evolução (Apêndice D).

3.1 Pacientes

Os pacientes com doença de Legg-Calvé-Perthes envolvidos neste estudo foram avaliados, seguidos e tratados na Disciplina de Ortopedia Pediátrica e do Adolescente do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, entre abril de 2006 e abril de 2010. A seleção dos casos foi realizada consecutivamente durante o seguimento clínico de rotina.

O critério de inclusão foi a presença de deformidade radiográfica residual no quadril sugestiva de IFA, representado por um ou mais dos seguintes achados (Tabela 01): perda da concavidade da junção cervicocapital, redução do “*offset*” cervicocapital, perda da esfericidade da cabeça femoral, extrusão anterolateral da cabeça femoral com ou sem displasia acetabular, *coxa vara*, retroversão proximal do fêmur, excesso de cobertura acetabular anterolateral (retroversão acetabular) ou global (*coxa profunda*) e alterações do rebordo acetabular (ossificação, protrusão após cirurgia pélvica ou presença de *os acetabulum*) (GOODMAN et al., 1997; ITO et al., 2001; GANZ et al., 2003; PEELLE et al., 2005; TANNAST, SIEBENROCK e ANDERSON, 2007).

Tabela 01. Critérios radiográficos sugestivos de impacto femoroacetabular

---

1.	perda da concavidade da junção cervicocapital femoral, com convexidade ou proeminência local (diminuição do “ <i>offset</i> ”)
2.	perda da esfericidade da cabeça femoral
3.	extrusão da porção anterolateral da cabeça femoral
4.	<i>coxa vara</i>
5.	retroversão da cabeça femoral
6.	excesso de cobertura acetabular anterolateral (retroversão acetabular) ou global (<i>coxa profunda</i>)
7.	ossificação no rebordo acetabular
8.	rebordo acetabular anterossuperior saliente após cirurgia pélvica
9.	<i>os acetabulum</i>

Os critérios de exclusão foram a presença de implante metálico próximo ao quadril, que pudesse interferir significativamente na qualidade da imagem de RM, ou cirurgia prévia no quadril que envolvesse abertura da cápsula articular. Quadris com implantes pequenos ou únicos, relativamente distantes da cartilagem e do *labrum*, não contraindicaram a realização da RM. A presença ou não de dor no quadril, limitação da mobilidade do quadril, o método de tratamento realizado, ou qualquer outra variável clínica, não influenciaram na inclusão ou exclusão.

Após a seleção do paciente e consentimento dos pais, foram obtidas novas radiografias de todos os indivíduos, nas incidências AP da pelve, perfil tipo Lauenstein (posição de rã) (CLOHISY et al., 2007; CLOHISY et al., 2008) e o perfil alongado do colo femoral (flexão: 90°, abdução: 20-45°, rotação neutra – incidência de Imhäuser) (MEYER et al., 2006; GEKELER, 2007). Então, os pacientes foram submetidos ao estudo pela RM unilateral do quadril.

Para os pacientes previamente submetidos à cirurgia pélvica ou femoral, foi estabelecido intervalo mínimo de um ano entre a cirurgia e a realização da RM, para garantir remodelação óssea do acetábulo e da porção proximal do fêmur e evitar imagens com alterações inflamatórias pós-cirúrgicas.

Sessenta e dois pacientes foram avaliados por meio da RM do quadril, mas quatro foram excluídos devido à baixa resolução de imagem ou por distorções maiores secundárias a implantes metálicos. Após as exclusões, restaram 58 pacientes, com 62 quadris (quatro casos com acometimento bilateral). Em seis quadris, a avaliação da cartilagem articular estava

comprometida devido a distorções menores, que não comprometeram a avaliação do *labrum* acetabular. Portanto, o *labrum* acetabular foi avaliado em 62 quadris e a cartilagem articular em 56 quadris (Gráfico 01).

Gráfico 01 . Fluxograma da seleção dos pacientes.

3.2 Ressonância magnética

Protocolo de aquisição de imagens

A ressonância nuclear magnética do quadril não contrastada de alta resolução foi realizada em sistema de 1,5 T (Achieva Medical System, Philips Healthcare, Best, the Netherlands) no Setor de Ressonância Magnética da Divisão de Diagnóstico por Imagens do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Os sujeitos foram posicionados em decúbito dorsal horizontal, com os quadris em posição neutra e os pés alinhados paralelamente e mantidos imóveis por um suporte posicionador. Foi realizada avaliação multiplanar por meio de duas sequências panorâmicas da pelve, com bobina de corpo, e quatro sequências localizadas do quadril unilateral, com uma bobina delicada flexível de superfície, para produzir um campo pequeno com alta resolução espacial (Tabela 02).

As sequências panorâmicas da pelve foram realizadas nos planos axial e coronal. As sequências localizadas do quadril foram realizadas nos planos coronal, sagital e axial oblíquo

e ponderadas em T1 e em T2 com supressão de gordura (T2-SG). Os cortes no plano axial oblíquo foram obtidos paralelamente ao eixo anatômico do colo femoral e centro da cabeça femoral.

Tabela 02. Protocolo de ressonância magnética não contrastada de alta resolução de 1,5 T para avaliação do quadril.

	Sequências					
	Pelve Coronal	Pelve Axial	Quadril Coronal T1	Quadril Coronal T2-SG	Quadril Sagital T2-SG	Quadril Axial Oblíqua T2-SG
	COR STIR SENSE	AXI T2 SP SENSE	COR T1 SENSE	COR T2 SPAIR	SAG T2 SPAIR	AXI T2 SPAIR
Tamanho da imagem (mm)	560x560	480x480	512x512	480x480	480x480	480x480
TE (ms)	45	60	20	60	60	45
TR (ms)	4455	5357	500	3755	3756	2000
TI (ms)	140					
Matrix	268x179	300x281	256x196	200x138	204x138	224x148
FOV (mm)	380x380x119	280x342x135	180x180x52	180x180x52	180x180x54	180x180x54
NEX	2	2	4	3	3	4
Espessura (mm)	5	5	3	3	3	3
Espaço entre cortes (mm)	0	0	0	0	0	0

TE = Tempo de eco; TR = tempo de repetição; TI = tempo de inversão; FOV = campo de visão, NEX = número de excitações

Interpretação das imagens de RM

A esfericidade da cabeça femoral foi avaliada nas imagens de RM de acordo com o ângulo *alfa*, aferido no plano axial oblíquo do eixo do colo femoral e centro da cabeça femoral (NOTZLI et al., 2002). A circunferência de melhor acomodação foi desenhada sobre os limites da cabeça femoral e o ponto onde a cabeça se estendesse além da circunferência foi determinado. O ângulo *alfa* foi aferido entre o eixo anatômico do colo femoral e a linha que conectou o centro da cabeça femoral ao ponto inicial de asfericidade do contorno cervicocapital (TANNAST, SIEBENROCK e ANDERSON, 2007; RAKHRA et al., 2009) (Figura 19). Toda aferição foi realizada duas vezes pelo mesmo examinador. Ângulos maiores que 55° foram considerados alterados (NOTZLI et al., 2002; BEAULE et al., 2005; RAKHRA et al., 2009).

Figura 19. **A** – RM no plano coronal, central na porção proximal do fêmur: a linha branca mostra o eixo anatômico do colo femoral e centro da cabeça femoral, e determina o plano axial oblíquo. **B** – Corte no plano axial oblíquo que mostra o cálculo do ângulo *alfa* (normal).
 Fonte: Arquivos da Disciplina de Ortopedia Pediátrica, HC-FMRP-USP.

O estado do *labrum* acetabular foi determinado por meio da classificação ilustrada na Figura 20. O sistema proposto é uma modificação da classificação de Czerny (CZERNY et al., 1996).

Labrum Normal				• Morfologia triangular ou levemente arredondada, com margens regulares e recesso perilabral • Sinal de baixa intensidade homogêneo
Tipo I				• Pequeno sinal interno de alta intensidade que não acomete a superfície do <i>labrum</i> • Forma normal ou levemente alterada (degeneração), com recesso perilabral
Tipo II				• Rupturas periféricas (fissuras) • Sinal interno de alta intensidade que acomete a margem labral • Base labral: não acometida e estável • Morfologia: triangular ou espessada (degeneração)
Tipo III				• Avulsão ou ruptura na base labral • Sugestivo de instabilidade • Sinal de alta intensidade entre a base labral e o osso subcondral • Morfologia: triangular ou espessada (degeneração)
Tipo IV				• Grave degeneração + avulsão • Morfologia gravemente alterada • Degeneração cística grave • Tecido labral possivelmente não viável

Figura 20. Classificação dos achados de RM para o *labrum* acetabular. O Tipo I representa a degeneração intrassubstância e os Tipos II, III e IV representam lesões labrais.

A localização e a extensão das anormalidades do *labrum* acetabular foram descritas de acordo com a nomenclatura das horas do relógio (LEUNIG et al., 1997; BLANKENBAKER et al., 2007). O ponto mais anteromedial do rebordo acetabular foi estabelecido como 3 horas (3h), o ponto superior 12h e o posterolateral 9h. A Figura 21 ilustra o sistema utilizado para classificar a extensão das anormalidades labrais.

Figura 21. Classificação da lesão labral segundo a extensão. **Subtipo A:** alteração labral que ocupa uma posição no sistema do relógio. **Subtipo B:** alteração labral menor que um quadrante. **Subtipo C:** alteração labral maior que um quadrante. **Subtipo D:** alteração labral global.

A cartilagem articular do acetábulo foi avaliada e considerada normal quando a imagem era regular e homogênea. A presença de delaminação periférica da cartilagem foi considerada quando um dos dois critérios seguintes foi encontrado: (1) linha de sinal de alta intensidade entre a cartilagem articular acetabular e o osso subcondral na porção periférica do acetábulo, nas sequências T2 com supressão de gordura, ou (2) região periférica anormal de cartilagem com sinal focal linear de baixa intensidade e em continuidade com a superfície da cartilagem central de sinal normal nas sequências ponderadas em T1 ou T2 com supressão de gordura (BEAULE e ZARAGOZA, 2003; BEAULE, ZARAGOZA e COPELAN, 2004; PFIRRMANN et al., 2008; ANDERSON et al., 2009). A substituição da intensidade habitual de sinal da cartilagem articular pela intensidade de alto sinal do líquido sinovial foi considerada defeito condral focal (MINTZ et al., 2005). A presença difusa de intensidade de baixo sinal dentro da cartilagem articular com diminuição da espessura foi considerada osteoartrose.

As anormalidades do *labrum* e da cartilagem articular acetabular foram consideradas presentes apenas quando encontradas em pelo menos dois cortes consecutivos no mesmo plano ou quando encontradas na mesma localização em dois planos diferentes. Os examinadores das imagens de RM estavam cientes da possibilidade da ocorrência do recesso sublbral, caracterizado por uma fenda bem definida, de espessura parcial, que separa o

labrum da cartilagem acetabular, localizada nas porções anteroinferior ou posteroinferior do acetábulo, sem anormalidades intralabrais ou condrais concomitantes (DINAUER, MURPHY e CARROLL, 2004; STUDLER et al., 2008).

A Figura 22 ilustra o aspecto normal do *labrum* acetabular e da cartilagem articular.

Figura 22. A imagem de RM ilustra o aspecto normal do *labrum* acetabular (seta) e da cartilagem articular (cabeça de seta), em paciente com sequela de DLCP. O *labrum* intacto apresenta morfologia triangular normal com sinal homogêneo de baixa intensidade. A cartilagem articular apresenta sinal regular e homogêneo de intensidade intermediária, nos lados femoral e acetabular.

Fonte: Arquivos da Disciplina de Ortopedia Pediátrica, HC-FMRP-USP.

A cartilagem articular do fêmur foi avaliada quanto à presença de defeitos condrais e colapso subcondral. O ligamento da cabeça do fêmur, a fôvea e o tecido sinovial também foram avaliados, assim como a presença de imagens sugestivas de corpos livres intra-articulares.

3.3 Análise estatística

As imagens foram interpretadas independentemente por um radiologista especializado no sistema musculoesquelético e por um cirurgião ortopédico pediátrico com treinamento prévio e com experiência clínica e cirúrgica na avaliação do quadril por RM. Para o estado do *labrum* acetabular na RM, foi realizada análise do coeficiente *kappa* com objetivo de avaliar a concordância interobservadores para o sistema de classificação proposto (LANDIS e KOCH, 1977).

Uma leitura consensual entre os dois avaliadores foi estabelecida para avaliação da prevalência das anormalidades, que foi então submetida à análise estatística. Para as análises descritivas, foram utilizados os resultados referentes ao número de quadris afetados. Para análise qualitativa, foram utilizados os resultados referentes ao número de pacientes e, em casos bilaterais, o lado mais acometido foi selecionado. Foi utilizado o teste exato de Fisher e o nível de significância aplicado foi de 5%.

Resultados

4 Resultados

O lado direito foi acometido em 53% (33 quadris) e o esquerdo em 47% (29 quadris) dos casos. A idade média na ocasião do exame de RM foi de 13,73 anos (desvio padrão, 3,19; mínima, 6,5; mediana, 13,42 e máxima, 21,5 anos). O tempo médio de acometimento da doença (período entre o aparecimento dos sintomas da DLCP e a realização da RM) foi de 7,18 anos (desvio padrão, 3,26; mínimo, 1; mediana, 7 e máximo, 15 anos). Cinquenta e cinco quadris (88,8%) foram avaliados após a ossificação completa da cabeça femoral, mas houve três quadris na fase de necrose (4,8%), três na de fragmentação (4,8%) e um quadril na fase de ossificação (1,6%). No momento da realização da RM, trinta e dois pacientes (55%) apresentavam-se sem sintomas de dor no quadril e 26 (45%) pacientes apresentavam sintomas variáveis de dor no quadril.

Vinte e três (37%) dos 62 quadris foram submetidos a tratamento expectante (repouso relativo, alongamento dos adutores e restrição de atividades e da descarga de peso) e 39 quadris foram tratados cirurgicamente (63%). As cirurgias realizadas foram a osteotomia de Salter (20 quadris [32,3%]), a osteotomia varizante (cinco quadris [8,1%]), artrodiastase com fixador externo (quatro casos [6,4%]), osteotomia tríplice (dois casos [3,2%]) e osteotomia de Pemberton (um caso [1,6%]). Os outros sete casos cirúrgicos (11,3%) foram submetidos a uma combinação de procedimentos, devido à má evolução clínica após um dos procedimentos acima mencionados (Gráfico 02).

Gráfico 02. Distribuição dos tipos de tratamento de acordo com o número de quadris.

O ângulo *alfa* estava aumentado (maior que 55°) em 44 dos 62 quadris (71%). O valor médio foi de 80° (desvio padrão, 30°; mínimo= 31°; mediana=92°; máximo= 127°). A Figura 23 e o Gráfico 03 mostram, respectivamente, a aferição e distribuição dos valores aferidos do ângulo *alfa*.

Figura 23. Aferição do ângulo *alfa* (NOTZLI et al., 2002) no corte sagital oblíquo, que passa pelo centro da cabeça femoral e eixo anatômico do colo. A circunferência que melhor se adapta aos contornos da cabeça femoral foi desenhada. O ângulo foi aferido entre a reta que corresponde ao eixo anatômico do colo femoral e a reta que conecta o centro da cabeça femoral ao ponto inicial de asfericidade do contorno cervicocapital.

Gráfico 03. Distribuição dos valores do ângulo *alfa*. A reta horizontal mais espessa representa o limite superior da normalidade (55°).

A frequência geral de anormalidades e lesões do *labrum* acetabular e da cartilagem acetabular foram respectivamente 77% (48 dos 62 quadris) e 57% (32 dos 56 quadris).

De acordo com a classificação proposta, as anormalidades labrais (Figura 24) foram predominantemente do tipo II e III (fissuras e avulsões, parciais ou totais), nas regiões anterior e superior do *labrum* acetabular (Tabela 03). Seis pacientes apresentaram cistos perilabrais (9,7%). Houve grande concordância interobservadores na avaliação do aspecto do *labrum* acetabular e na determinação do grau de lesão, de acordo com a classificação utilizada (coeficiente $kappa=0,76$) (LANDIS e KOCH, 1977).

Figura 24. Imagens de RM com ilustração das anormalidades do *labrum* acetabular na seqüela da doença de Legg-Calvé-Perthes, de acordo com o sistema de classificação proposto. **A** – O corte axial oblíquo mostra uma anormalidade do tipo I no aspecto posterior do *labrum* (seta); a cabeça de seta indica um corpo livre intra-articular. **B** – O corte axial oblíquo mostra uma lesão do tipo II no aspecto anterior do *labrum* (seta); a cabeça de seta indica o ligamento da cabeça do fêmur degenerado. **C** – O corte sagital mostra uma lesão labral do tipo III (avulsão); note a interferência secundária aos implantes metálicos na região supra-acetabular (cabeças de setas). **D** - O corte sagital mostra uma lesão labral do tipo IV, caracterizada pela grave degeneração (cabeça de seta) associada à avulsão (seta).

Tabela 03. Distribuição das anormalidades do *labrum* acetabular de acordo com a classificação e a região anatômica (N=normal; I, II, III e IV – tipos de anormalidades, de acordo com a classificação de anormalidades labrais da Figura 20)

	Região anterior	Região superior	Região posterior	Todas as regiões
Aspecto normal	23	27	47	14
Tipo I	3	5	2	5
Tipo II	13	14	9	25
Tipo III	18	10	2	20
Tipo IV	5	6	2	8
Total (quadrís)	62	62	62	62

A extensão das anormalidades labrais está ilustrada no Gráfico 03. A maioria dos quadrís (34 dos 48 quadrís com anormalidades labrais [71%]) apresentou alterações que estenderam-se em menos de um quadrante (tipos A e B). Porém, cinco desses quadrís apresentaram uma lesão adicional independente, sem continuidade entre elas (lesões alternadas). Os quadrís restantes (14 de 48 [29%]) apresentaram lesões que estenderam-se por mais de um quadrante (tipos C e D).

Gráfico 03. Distribuição das anormalidades do *labrum* acetabular de acordo com a classificação para extensão das anormalidades (ver Figura 21).

A maioria das anormalidades do *labrum* acetabular (36 quadrís [58%]) estava localizada entre 3 e 12h, de acordo com a nomenclatura das horas do relógio. A região mais

frequentemente acometida foi 1h (33 quadris), seguida por 12h (31 quadris) e 2h (30 quadris) (Gráfico 05).

Entre os pacientes com ângulo *alfa* menor que 55° (15 pacientes [18 quadris]), nove sujeitos apresentaram *labrum* com aspecto normal (60%), um com anormalidade do tipo I, dois com lesão do tipo II, três do tipo III e nenhum paciente apresentou lesão labral degenerativa grave (tipo IV). Já, nos pacientes com ângulo *alfa* maior que 55° (43 pacientes [44 quadris]), apenas três apresentaram *labrum* com aspecto normal (7%) e os outros 40 pacientes (93%) apresentaram anormalidades labrais, principalmente dos tipos mais graves (9% do tipo I; 25% do tipo II; 40% do tipo III e 19% do tipo IV). Houve correlação estatística entre a presença do ângulo *alfa* aumentado (>55°) e a presença de lesão labral ($p<0,001$).

Em relação à cartilagem articular acetabular, o tipo e a localização anatômica das anormalidades são ilustradas, respectivamente, nos Gráficos 04 e 05. A delaminação periférica (Figura 25) foi o tipo de lesão mais frequente (21 [37%] de 56 quadris). Em todos os casos de lesão cartilaginosa, ela estava localizada no aspecto anterolateral do acetábulo (3-12h); a localização mais frequentemente acometida foi 1h (24 quadris), seguida por 2h e 12h (21 quadris cada). A localização 11h foi adicionalmente acometida em quatro casos.

Gráfico 04. Frequência de lesão da cartilagem articular de acordo com o tipo de anormalidade.

Gráfico 05. Distribuição da localização das anormalidades do *labrum* e da cartilagem acetabular de acordo com a nomenclatura das horas do relógio.

Figura 25. A imagem de corte sagital de RM mostra a delaminação da cartilagem acetabular, na porção anterior (cabeças de seta), caracterizada por perda linear e focal da intensidade de sinal na região periférica da cartilagem articular, com linha de sinal de alta intensidade entre a cartilagem e o osso subcondral.

A Tabela 04 mostra os resultados gerais por paciente.

Tabela 04. Resultados gerais

N	Dados				Achados RM				
	Idade RM (anos)	Tempo de doença (anos)	Lado	Estágio DLCP	α	Labrum		Cartilagem acetabular	Achados extras
						Estágio	Extensão		
1	13	8	D	OC	114	II	A	DP	AD
2	15,7	7	D	OC	118	III	B	DP	Subluxação
3	12,2	6	E	OC	81	IV	B	DP	
4	11,5	7	D	OC	60	II	A	DP	
5	16	8	D	OC	97	III	B	DP	Cisto
6	12	7	D	OC	100	IV	B	DP	
7	15,7	11	E	OC	98	III	A	DEF	
8	16,5	10	D	OC	40	III	C	NL	Cisto
9	16,5	7	E	OC	102	IV	B	DP	
10	14,5	5	D	OC	103	II	C	DEF	
11	16,5	11	D	OC	36	N	N	NL	
		11	E	OC	33	N	N	NL	
12	19,2	15	E	OC	38	III	B	DP	
13	17,8	10	D	OC	127	IV	D	DP+DEF	Cisto
		10	E	OC	31	II	A	NL	Edema ósseo
14	13,4	4	E	OC	115	III	C	DP+DEF	
15	13,3	6	E	OC	98	III	C	DP	
16	8,2	5	E	OC	119	I	B	OA	
17	10,8	2	D	F	104	II	A	NL	
18	11,5	3	D	OC	87	II	B	Interf	
19	12	8	D	OC	112	III	C	DP	
20	17	10	E	OC	44	N	N	Interf	
21	10,2	4	E	OC	100	II	B	DP	
22	15,7	10	E	OC	90	III	B	DEF	
23	11,2	8	E	OC	33	II	A	Interf	
24	16	10	D	OC	98	IV	C	DP	
25	10,7	6	E	OC	41	N	N	NL	
26	11,7	5	D	OC	53	N	N	OS AC	
27	10,4	6	D	OC	57	II	B	OS AC	Edema ósseo
		6	E	OC	75	II	B	Interf	
28	13	7	E	OC	106	III	D	OA	

Continua

N	Dados					Achados RM			
	Idade RM (anos)	Tempo de doença (anos)	Lado	Estágio DLCP	α	Labrum		Cartilagem acetabular	Achados extras
						Estágio	Extensão		
29	14,2	7	D	OC	127	III	C	DP+DEF	Subluxação
30	7,5	2	E	F	73	III	B	NL	
31	13,2	8	D	OC	39	II	B	DP	
32	18	9	D	OC	38	N	N	NL	
33	21,5	14	D	OC	98	III	B	NL	Subluxação
34	16,2	10	D	OC	111	IV	D	OA	AD
35	16	10	D	OC	56	II	B	DP	
36	13,4	6	E	OC	92	III	B	DP	
37	16,5	8	D	OC	84	III	A	NL	
38	15	7	E	OC	40	I	A	NL	Psoas
39	12,2	6	D	OC	105	I	B	NL	Edema ósseo
40	8,8	1	E	N	91	N	N	NL	Subluxação
41	8	1	E	N	104	N	N	NL	Subluxação
42	11,4	5	D	OC	46	III	B	Interf	
43	13,4	5	D	OC	95	II	A	DP	
44	15,6	8	E	OC	41	N	N	NL	
45	17,7	7	E	OC	108	I	C	Interf	Cisto
46	13	1	D	N	95	I	A	NL	
47	9,5	4	E	OC	60	II	B	NL	Cisto
48	17,5	10	E	OC	50	N	N	NL	
49	18	10	E	OC	119	IV	D	DP	Cisto
50	18,8	15	D	OC	31	N	N	NL	
		13	E	OC	37	N	N	NL	
51	14	9	D	OC	95	III	D	NL	
52	15,7	8	E	OC	78	N	N	NL	
53	13	5	D	OC	95	III	D	DP	
54	9,5	2	D	O	109	III	B	DP	AD
55	13,8	7	D	OC	61	III	A	NL	
56	14,2	4	D	OC	97	IV	B	DP	
57	12	7	E	OC	104	III	A	DP	
58	6,5	3	D	F	40	N	N	NL	

(N: número do paciente; **Tempo de doença**: intervalo entre o início dos sintomas e a realização da RM; **Lado**: D – Direito, E – Esquerdo; **Estágio**: N – Necrose, F – Fragmentação, O – Ossificação, OC – após ossificação completa; α : ângulo *alfa*; **Labrum**: classificação de acordo com o sistema proposto; **Cartilagem acetabular**: NL – normal, DP – delaminação periférica, DEF – defeito, OA – osteoartrose, OS AC – *os acetabulum*; **Achados extras**: AD – sugestivo de abdução em dobradiça, Edema ósseo – intensidade óssea de alto sinal sugestiva de IFA; Psoas – tendinopatia; cisto – imagem sugestiva de cisto perilabral).

Conclusão

Houve correlação estatística entre o aumento do ângulo *alfa* e a lesão da cartilagem acetabular ($p<0,01$), já que 75% dos pacientes com ângulo *alfa* normal tinham aspecto normal da cartilagem acetabular (9 entre 12 pacientes) e, entre os pacientes com ângulo *alfa* aumentado, 71% tinham alterações sugestivas de lesão da cartilagem acetabular (29 entre 41 pacientes).

Houve também forte associação entre a presença de lesão labral e da cartilagem articular do acetábulo ($p<0,001$). Todos os pacientes com lesão da cartilagem articular (32 pacientes) apresentavam concomitantemente lesão labral. Todos os casos com aspecto normal do *labrum* (11 pacientes) apresentaram também aspecto normal da cartilagem acetabular, com exceção de um paciente com *os acetabulum*. Houve correlação estatística entre lesões labrais tipo II e III com a presença da delaminação periférica da cartilagem acetabular, sendo que cerca de metade dos casos com lesão labral tipo II e III (54% e 47% respectivamente) apresentaram associadamente lesão da cartilagem tipo delaminação ($p<0,001$).

A cartilagem articular do fêmur foi considerada normal em 63% dos quadris e as lesões identificadas foram predominantemente defeito parcial ou total (9%), defeito condral associado a colapso subcondral (16%) e osteoartrose (7%). Três casos (5%) apresentavam deformidade tipo cabeça em sela. A localização predominante das lesões foi 2h, 1h e 12h.

Corpos livres intra-articulares foram identificados em 12,5% dos casos (sete quadris em 56 avaliados). O ligamento da cabeça do fêmur foi considerado radiograficamente normal em 40% dos quadris e alterado nos outros 60% (37 dos 62 quadris). As alterações predominantes foram do tipo degeneração e sinovite, mas em um caso havia ruptura parcial e em outro, ruptura total.

As figuras a seguir mostram casos ilustrativos, com imagens de radiografias e de RM.

Figura 26. DLCP bilateral, 18 anos (caso nº 50). Apesar da *coxa vara, magna, e brevis* à direita (A, B), o ângulo *alfa* é normal (E), assim como o *labrum* acetabular (setas) e a cartilagem articular (cabeças de seta) (C, E, G). No lado esquerdo (A, B), o ângulo *alfa*, o *labrum* e a cartilagem também são normais (D, F, H). A, B – Radiografias; C, D – RM corte coronal; E, F – RM corte axial oblíquo e G, H – RM corte sagital.

Figura 27. DLCP à esquerda, 12 anos (caso n° 57). *Coxa magna, vara e brevis*, com perda da esfericidade e extrusão anterolateral da cabeça femoral (A, B). O ângulo *alfa* é ~100° (E). O *labrum* acetabular (setas) tem anormalidades do tipo III (E, F) e I (C). A cartilagem acetabular apresenta delaminação periférica (cabeças de setas em G,H). A, B – radiografias; C, D – RM corte coronal; E, F – RM corte axial oblíquo e G, H – RM corte sagital.

Figura 28. DLCP à direita, 16 anos (caso nº 24). Nota-se a *coxa magna*, *vara* e *brevis* (A, B). O ângulo *alfa* é $\sim 95^\circ$ (E). O *labrum* acetabular (setas) tem anormalidades do tipo IV (C, D) e II (F – *labrum* posterior). A lesão labral anterior pode ser confirmada em H (cabeças de seta). A cartilagem acetabular apresenta delaminação periférica (cabeças de seta em D e G). O ligamento da cabeça do fêmur está parcialmente rompido (cabeças de seta pretas em F). A, B – Radiografias; C - RM corte coronal; D, G - RM corte sagital; E, F – RM corte axial oblíquo; H – RM corte coronal (no nível identificado em G).

Figura 29. DLCP bilateral, 17 anos (caso n° 13). À direita há *coxa plana, magna, vara e brevis*, com extrusão anterolateral (A, B). O ângulo *alfa* é 127°. Há degeneração e desinserção superior do *labrum* acetabular (tipo III – setas em C) com cisto perilabral (cabeças de seta em C). Há também desinserção labral anterior (tipo III – setas em E, G) e anormalidade tipo II posterior (cabeças de seta em E). A cartilagem acetabular é irregular (defeitos em C, G). À esquerda há *coxa magna, vara e brevis* (A, B). Apesar do ângulo *alfa* ser normal (31°), o *labrum* apresenta desinserção anterior (tipo III - setas em F, H) e anormalidade tipo I superior (seta em D). A cartilagem é normal (cabeças de seta em D, H).

Figura 30. DLCP à direita, 9 anos (caso nº 54). **A, B** – radiografias evidenciam *coxa vara, magna, brevis e plana*, com extrusão anterolateral e possível abdução em dobradiça. **C, E** – RM corte coronal: as setas mostram a desinserção do *labrum* (tipo III) na porção superior, que é confirmada no corte axial em **H** (setas). **D, F** – RM corte axial: ângulo *alfa* elevado (109°), com lesão labral anterior tipo II e derrame articular perilabral posterior, que também é visualizado em **G** (setas). **G** – RM corte sagital: delaminação periférica da cartilagem (cabeças de seta).

Figura 31. DLCP à direita, 14 anos (caso nº 29). **A, B, C** – radiografias evidenciam acentuada *coxa vara* e *brevis*, e elevação do trocanter maior. A abdução do quadril (**B**) evidencia o contato da região trocantérica com o rebordo acetabular. **D** – RM corte coronal: as setas mostram a desinserção do *labrum* (tipo III) na porção superior; as cabeças de seta mostram delaminação periférica da cartilagem acetabular. **E** – RM corte axial: ângulo *alfa* alterado (127°), com aparente subluxação anterior da cabeça femoral (seta preta) e aderência da cápsula articular no colo femoral (seta branca). **F** – RM corte sagital: avulsão do *labrum* acetabular (setas) associada à delaminação periférica da cartilagem. As imagens sugerem que haja impacto femoroacetabular secundário à *coxa vara* e *brevis* acentuadas.

Figura 32. DLCP à direita, 19 anos, pós-operatório tardio de Salter (caso nº 12). **A, B** – radiografias não evidenciam deformidades significativas no fêmur, mas há retroversão acetabular (seta em **A**). **C** – RM corte axial: retroversão da porção superior do acetábulo (posição 1h: ~6° de retroversão). **D** – RM corte axial: ângulo *alfa* normal (38°), com sinal de alta intensidade na topografia do *labrum*. **E** – RM corte sagital: avulsão do *labrum* (tipo III - seta) associada à delaminação periférica da cartilagem (cabeças de seta). Mesmo com a interferência (cabeças de seta pretas), foi possível avaliar a porção periférica da cartilagem. As imagens sugerem que o impacto femoroacetabular possa ter sido predisposto pela retroversão do acetábulo.

Discussão

5 Discussão

O quadril é uma articulação do tipo bola e soquete em que a movimentação é limitada pela geometria óssea e pelos componentes de partes moles (GOODMAN et al., 1997; LEUNIG et al., 2000). Os conceitos mecânicos classicamente aplicados ao quadril, como congruência, contenção e concentricidade são considerados os principais fatores prognósticos para o desenvolvimento de osteoartrose na DLCP (EIJER et al., 2006). No entanto, o desenvolvimento de problemas precoces no quadril após a DLCP tem sido recentemente associado ao fenômeno do IFA, que está mais relacionado à movimentação repetitiva do que à sobrecarga mecânica axial (GANZ et al., 2003; GANZ et al., 2008). Por causa disto, o diagnóstico e o tratamento corretos podem hipoteticamente prevenir a evolução para essas lesões mais precoces (GANZ et al., 2003; WENGER, KISHAN e PRING, 2006).

A quantidade de extrusão epifisária é também importante fator prognóstico na DLCP (GREEN, BEAUCHAMP e GRIFFIN, 1981). A extrusão do pilar lateral associada à perda de esfericidade da cabeça femoral pode resultar em convexidade anterolateral na junção cervicocapital, que aumenta localmente o raio da cabeça e diminui o “*offset*”. Durante a movimentação do quadril, a extrusão pode penetrar no acetábulo e produzir conflitos mecânicos como forças compressivas e de cisalhamento contra a cartilagem hialina (GANZ et al., 2003). Quando a porção extrusa tem maiores dimensões, ela não penetra no acetábulo, pois sofre bloqueio no rebordo acetabular, com contato direto sobre o *labrum*. O fenômeno da abdução em dobradiça ocorre quando a porção superolateral da cabeça femoral deformada sofre impacto contra o rebordo acetabular superolateral e qualquer abdução adicional promove afastamento da cabeça em relação ao fundo do acetábulo (GROSSBARD, 1981), com consequente distúrbio do mecanismo normal de rolamento e da concentricidade articular.

A investigação do IFA é iniciada geralmente com a apresentação clínica. No entanto, de acordo com a prática clínica, é relativamente frequente encontrar dissociação entre os achados clínicos e radiográficos, uma vez que pacientes acometidos pela DLCP podem apresentar altos graus de deformidades radiográficas e permanecer assintomáticos nas atividades diárias. Dessa forma, a proposta deste estudo não levou em consideração a sintomatologia como critério de inclusão, mas buscou identificar prospectivamente condições radiológicas possivelmente relacionadas ao IFA.

Considerando os métodos diagnósticos por imagem, a RM é o método não invasivo mais adequado para avaliar a anatomia óssea e as estruturas intra-articulares do quadril (MINTZ

et al., 2005; POTTER e SCHACHAR, 2010). No entanto, como a articulação é profunda e anatomicamente complexa e a cartilagem articular é relativamente fina (entre um e dois milímetros de espessura), a avaliação pode ser bastante desafiadora (HODLER et al., 1992; POTTER e SCHACHAR, 2010).

A delaminação periférica da cartilagem pode ser identificada na RM como uma linha de sinal com alta intensidade entre o osso subcondral e a cartilagem. Devido à falta de comunicação entre a delaminação e o líquido sinovial, este achado é frequentemente ausente (PFIRRMANN et al., 2008). A maioria dos casos de delaminação é reconhecida indiretamente, por meio mudanças na intensidade do sinal da cartilagem articular. A perda de intensidade de sinal pode estar associada à metaplasia fibrosa da cartilagem hialina ou a mudanças moleculares difusas na matriz extracelular (BEAULE, ZARAGOZA e COPELAN, 2004; PFIRRMANN et al., 2008).

Diversos estudos avaliaram a acurácia da RM e da artroRM em detectar alterações labrais e condrais (HODLER et al., 1995; CZERNY et al., 1996; LEUNIG et al., 1997; CZERNY et al., 1999; PLOTZ et al., 2000; PLOTZ et al., 2001; SCHMID et al., 2003; BYRD e JONES, 2004; KEENEY et al., 2004; KNUESEL et al., 2004; CHAN et al., 2005; MINTZ et al., 2005; JAMES et al., 2006; TOOMAYAN et al., 2006; PFIRRMANN et al., 2008; ANDERSON et al., 2009; ZLATKIN et al., 2010). Alguns autores consideraram que a artroRM tivesse maior acurácia que a RM não contrastada para avaliar alterações do *labrum* acetabular (HODLER et al., 1995; CZERNY et al., 1996; LEUNIG et al., 1997; CZERNY et al., 1999; PLOTZ et al., 2000; PLOTZ et al., 2001; BYRD e JONES, 2004; KEENEY et al., 2004; CHAN et al., 2005; TOOMAYAN et al., 2006), mas, para a avaliação da cartilagem articular, não há diferença significativa entre os métodos (SCHMID et al., 2003; BLANKENBAKER e TUIITE, 2011).

O uso de contraste intra-articular pode proporcionar distensão da cápsula e preenchimento de lesões e recessos, de forma que lesões menores possam ser mais facilmente identificadas (HODLER et al., 1995; CZERNY et al., 1996). Entretanto, o uso do contraste intra-articular para avaliar o *labrum* e a cartilagem do quadril é controvertido (POTTER e SCHACHAR, 2010). Como a artroRM é um método invasivo, pode ser necessária sedação ou até mesmo anestesia geral para crianças mais jovens. A artrocentese não está livre de potenciais complicações, tais como infecção, mesmo se realizada com técnica adequada. No presente estudo, consideramos que tais riscos fossem inaceitáveis do ponto de visto ético, sem considerar o modelo prospectivo do estudo, cujos resultados poderiam não beneficiar diretamente os pacientes envolvidos.

Adicionalmente, estudos recentes sugerem que a RM não contrastada de alta resolução é altamente efetiva para avaliar estruturas intra-articulares do quadril, com elevada acurácia

para detecção de lesões labrais e condrais (KELLY et al., 2005; MINTZ et al., 2005; JAMES et al., 2006; RAKHRA, 2011) e substancial concordância interobservador (MINTZ et al., 2005). No entanto, uma técnica adequada é imperativa, especialmente com bobinas flexíveis delicadas de superfície e pequeno campo, para proporcionar alta resolução espacial (SCHMID et al., 2003; KNUESSEL et al., 2004).

A elevada média encontrada para o ângulo *alfa* (aumentado em 71% dos quadris) sugere que a população tenha elevada predisposição para o desenvolvimento de IFA do tipo *cam*. Neste estudo, o ângulo *alfa* foi aferido em cortes axiais oblíquos, na posição 3h. Aferições do ângulo *alfa* em planos radiais, principalmente as posições 1 e 2 horas, poderiam resultar em valores ainda maiores (RAKHRA et al., 2009). Para os quadris com ângulo *alfa* aumentado, identificamos frequência excepcionalmente alta de lesões labrais (93%). Entretanto, também encontramos lesões em quadris com ângulo *alfa* normal (7 lesões em 18 quadris) e este achado pode ser secundário a deformidades como excesso de cobertura acetabular (retroversão acetabular, *coxa profunda*), *coxa vara e brevis* ou mesmo uma pequena extrusão que talvez não tenha alterado radiograficamente o “*offset*” cervicocapital.

Algumas classificações para as alterações do *labrum* acetabular foram descritas na literatura (CZERNY et al., 1996; LAGE, PATEL e VILLAR, 1996; ABE et al., 2000). No entanto, as classificações não são rotineiramente utilizadas na prática clínica, radiológica e cirúrgica, talvez porque o grau de detalhamento seja relativamente alto e elas não direcionam a um tipo de tratamento específico. Além disso, nenhuma outra classificação atualmente em uso leva em consideração a extensão das lesões. Para este estudo, as lesões labrais foram classificadas de acordo com um sistema fácil e simplificado, com elevada concordância interobservador e que pode ser usada para orientar o tratamento cirúrgico específico do *labrum*, caso seja, necessário.

As alterações tipo I correspondem às anormalidades labrais leves, com preservação do tecido fibrocartilaginoso e pequeno processo degenerativo interno, provavelmente correspondente à infiltração fibrovascular (ABE et al., 2000). Elas não requerem abordagem cirúrgica específica do *labrum* e não são passíveis de comprovação cirúrgica (CZERNY et al., 1996). As lesões do tipo II representam vários tipos de alterações traumáticas ou degenerativas, caracterizadas por fissuras ou rupturas periféricas, com preservação da base labral. As imagens evidenciam lesões parciais ou completas que atingem a superfície do *labrum*. O tratamento necessário seria o desbridamento das lesões. As lesões do tipo III são instáveis, pois acometem a base labral. Podem estar associadas a processos degenerativos, mas o tecido fibrocartilaginoso é ainda viável. O tratamento compreende, além do desbridamento, a

reinserção transóssea do *labrum*. As lesões do tipo IV, com alterações difusas de sinal e degeneração cística grave indicam que o tecido labral esteja gravemente lesionado, desvitalizado e, provavelmente, inviável. O tratamento compreende a ressecção labral, com ou sem reconstrução (PHILIPPON et al., 2010). No entanto, este sistema de classificação necessita futuro estudo para estabelecer sua utilidade e correlação cirúrgica (Figura 33).

Labrum normal				
Lesão tipo I				
Lesão tipo II				Tratamento →
Lesão tipo III			Tratamento →	
Lesão tipo IV				Tratamento →

Figura 33. Representação esquemática do tratamento cirúrgico proposto para as lesões do *labrum* acetabular.

A nomenclatura das horas do relógio foi incorporada na classificação, pois tem sido considerada um modo interessante e adequado para identificar a localização e a extensão das lesões (BLANKENBAKER et al., 2007) (Figura 21). A maior concentração de lesões labrais e condrais na porção anterolateral do acetábulo (2-12 horas), neste estudo, é concordante com dados publicados em pacientes não diagnosticados com a DLCP (DORRELL e CATTERALL, 1986; FITZGERALD, 1995; CZERNY et al., 1996; LEUNIG et al., 1997; DINAUER, MURPHY e CARROLL, 2004; JAMES et

al., 2006; BLANKENBAKER et al., 2007; STUDLER et al., 2008), exceto que identificamos maior frequência de lesão na porção superior (12h). Isto pode ser explicado pela própria característica da deformidade cervicocapital na DLCP, que é maior e mais difusa que no IFA idiopático.

Em muitos casos de DLCP, o acetábulo sofre remodelação em resposta à deformidade da cabeça femoral. Associadamente, pode haver subluxação lateral da cabeça ou extrusão do pilar lateral devido à *coxa magna*. O *labrum* passa a sofrer carga anormal com forças de cisalhamento e compressão. O estresse crônico induz à hipertrofia e pode haver degeneração labral e cistos perilabrais (LEUNIG et al., 2004).

Este estudo tem algumas limitações. Como ambos os pesquisadores estavam cientes do risco de desenvolvimento de IFA, supostos prejuízos de avaliação podem ter ocorrido. Para diminuir as chances de interpretações falso positivas, as imagens foram cuidadosamente avaliadas quanto a presença de recessos sublabrais, que são consideradas variações da normalidade (DINAUER, MURPHY e CARROLL, 2004; STUDLER et al., 2008). Além do mais, não dispusemos de dados cirúrgicos como padrão ouro para validar nossos achados de RM. Embora nossos resultados sugiram alterações morfológicas e degenerativas, existem vários pacientes no estudo com quadris funcionais e assintomáticos, o que desencorajaria o tratamento cirúrgico. Entretanto, nossos resultados sugerem que esses pacientes devam ser seguidos para avaliar futuros processos degenerativos. Evidências científicas adicionais sobre o tema poderiam possivelmente proporcionar mudanças no tratamento.

Conclusões

6 Conclusões

Os resultados sugerem que, durante o seguimento de um paciente acometido pela doença de Legg-Calvé-Perthes e com radiografia sugestiva da ocorrência de impacto femoroacetabular, exista elevado risco de desenvolvimento de lesão do *labrum* e da cartilagem articular acetabular.

Foi identificada elevada prevalência de alterações labrais (77%) e condrais (57%) nos quadris com deformidades secundárias à doença de Legg-Calvé-Perthes, mesmo em pacientes assintomáticos. Houve significativa correlação entre as alterações labrais e cartilaginosas entre si e entre as alterações do contorno cervicocapital (ângulo *alfa*).

Os achados sugerem que os conceitos clássicos de avaliar resultados tardios de tratamento na DLCP, como os círculos de Mose, o ângulo de Wiberg e a classificação de Stulberg podem não ser suficientes para estabelecer o prognóstico e os resultados a longo prazo. O conceito do impacto femoroacetabular deve provavelmente ser incluído para estabelecer o prognóstico e a decisão de tratamento.

Referências

Referências⁵

ABE, I.; HARADA, Y.; OINUMA, K.; KAMIKAWA, K.; KITAHARA, H.; MORITA, F.; MORIYA, H. Acetabular labrum: abnormal findings at MR imaging in asymptomatic hips. **Radiology**, Easton, v. 216, n. 2, p. 576-581. 2000.

ALTENBERG, A. R. Acetabular labrum tears: a cause of hip pain and degenerative arthritis. **South Med J**, Birmingham, v. 70, n. 2, p. 174-175. 1977.

ANDERSON, L. A.; ERICKSON, J. A.; SEVERSON, E. P.; PETERS, C. L. Sequelae of Perthes disease: treatment with surgical hip dislocation and relative femoral neck lengthening. **J Pediatr Orthop**, New York, v. 30, n. 8, p. 758-766. 2010.

ANDERSON, L. A.; PETERS, C. L.; PARK, B. B.; STODDARD, G. J.; ERICKSON, J. A.; CRIM, J. R. Acetabular cartilage delamination in femoroacetabular impingement. Risk factors and magnetic resonance imaging diagnosis. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 91, n. 2, p. 305-313. 2009.

ARKADER, A.; SANKAR, W. N.; AMORIM, R. M. Conservative versus surgical treatment of late-onset Legg-Calve-Perthes disease: a radiographic comparison at skeletal maturity. **J Child Orthop**, Heidelberg, v. 3, n. 1, p. 21-25. 2009.

ARRUDA, V. R.; BELANGERO, W. D.; OZELO, M. C.; OLIVEIRA, G. B.; PAGNANO, R. G.; VOLPON, J. B.; ANNICHINO-BIZZACCHI, J. M. Inherited risk factors for thrombophilia among children with Legg-Calve-Perthes disease. **J Pediatr Orthop**, New York, v. 19, n. 1, p. 84-87. 1999.

ATHANASIOU, K. A.; AGARWAL, A.; DZIDA, F. J. Comparative study of the intrinsic mechanical properties of the human acetabular and femoral head cartilage. **J Orthop Res**, New York, v. 12, n. 3, p. 340-349. 1994.

ATSUMI, T.; YAMANO, K.; MURAKI, M.; YOSHIHARA, S.; KAJIHARA, T. The blood supply of the lateral epiphyseal arteries in Perthes' disease. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 82, n. 3, p. 392-398. 2000.

BANKES, M. J.; CATTERALL, A.; HASHEMI-NEJAD, A. Valgus extension osteotomy for 'hinge abduction' in Perthes' disease. Results at maturity and factors influencing the radiological outcome. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 82, n. 4, p. 548-554. 2000.

---

⁵ Normas de acordo com as **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP: documento eletrônico e impresso. Parte I (ABNT)**. 2ª edição. São Paulo, 2009. Disponível em http://www.teses.usp.br/info/Caderno_Estudos_9_PT_1.pdf. Acesso em: 13 de setembro de 2011.

BEAULE, P. E.; ZARAGOZA, E. J. Surgical images: musculoskeletal acetabular cartilage delamination demonstrated by magnetic resonance arthrography: inverted "Oreo" cookie sign. **Can J Surg**, Ottawa, v. 46, n. 6, p. 463-464. 2003.

BEAULE, P. E.; ZARAGOZA, E. J.; COPELAN, N. Magnetic resonance imaging with gadolinium arthrography to assess acetabular cartilage delamination. A report of four cases. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 86, n. 10, p. 2294-2298. 2004.

BEAULE, P. E.; ZARAGOZA, E. J.; MOTAMEDI, K.; COPELAN, N.; DOREY, F. J. Three-dimensional computed tomography of the hip in the assessment of femoroacetabular impingement. **J Orthop Res**, New York, v. 23, n. 6, p. 1286-1292. 2005.

BECK, M.; KALHOR, M.; LEUNIG, M.; GANZ, R. Hip morphology influences the pattern of damage to the acetabular cartilage: femoroacetabular impingement as a cause of early osteoarthritis of the hip. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 87, n. 7, p. 1012-1018. 2005.

BERRY, J. M. A theory as to the cause of Perthes' disease based on roentgenologic findings. **J Bone Joint Surg**, Boston, v. 8, n. 2, p. 333-347. 1926.

BLANKENBAKER, D. G.; DE SMET, A. A.; KEENE, J. S.; FINE, J. P. Classification and localization of acetabular labral tears. **Skeletal Radiol**, Berlin, v. 36, n. 5, p. 391-397. 2007.

BLANKENBAKER, D. G.; TUIITE, M. J. MR imaging of early hip joint degeneration. **Magn Reson Imaging Clin N Am**, Philadelphia, v. 19, n. 2, p. 365-378. 2011.

BYRD, J. W.; JONES, K. S. Diagnostic accuracy of clinical assessment, magnetic resonance imaging, magnetic resonance arthrography, and intra-articular injection in hip arthroscopy patients. **Am J Sports Med**, Thousand Oaks, v. 32, n. 7, p. 1668-1674. 2004.

CALVE, J. On a particular form of pseudo-coxalgia associated with a characteristic deformity of the upper end of the femur. 1910. **Clin Orthop Relat Res**, Philadelphia, n. 451, p. 14-16. 2006.

CATTERALL, A. The natural history of Perthes' disease. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 53, n. 1, p. 37-53. 1971.

_____. Legg-Calvé-Perthes syndrome. **Clin Orthop Relat Res**, Philadelphia, n. 158, p. 41-52. 1981.

CHAN, Y. S.; LIEN, L. C.; HSU, H. L.; WAN, Y. L.; LEE, M. S.; HSU, K. Y.; SHIH, C. H. Evaluating hip labral tears using magnetic resonance arthrography: a prospective study comparing hip arthroscopy and magnetic resonance arthrography diagnosis. **Arthroscopy**, Philadelphia, v. 21, n. 10, p. 1250. 2005.

CHRISTENSEN, F.; SOBALLE, K.; EJSTED, R.; LUXHOJ, T. The Catterall classification of Perthes' disease: an assessment of reliability. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 68, n. 4, p. 614-615. 1986.

CLARKE, N. M.; HARRISON, M. H. Painful sequelae of coxa plana. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 65, n. 1, p. 13-18. 1983.

CLOHISY, J. C.; CARLISLE, J. C.; BEAULE, P. E.; KIM, Y. J.; TROUSDALE, R. T.; SIERRA, R. J.; LEUNIG, M.; SCHOENECKER, P. L.; MILLIS, M. B. A systematic approach to the plain radiographic evaluation of the young adult hip. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 90, p. 47-66. 2008. Supplement 4.

CLOHISY, J. C.; NUNLEY, R. M.; OTTO, R. J.; SCHOENECKER, P. L. The frog-leg lateral radiograph accurately visualized hip cam impingement abnormalities. **Clin Orthop Relat Res**, Philadelphia, n. 462, p. 115-121. 2007.

CORTEN, K.; GANZ, R.; CHOSA, E.; LEUNIG, M. Bone apposition of the acetabular rim in deep hips: a distinct finding of global pincer impingement. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 93, p. 10-16. 2011. Supplement 2.

CZERNY, C.; HOFMANN, S.; NEUHOLD, A.; TSCHAUNER, C.; ENGEL, A.; RECHT, M. P.; KRAMER, J. Lesions of the acetabular labrum: accuracy of MR imaging and MR arthrography in detection and staging. **Radiology**, Easton, v. 200, n. 1, p. 225-230. 1996.

CZERNY, C.; HOFMANN, S.; URBAN, M.; TSCHAUNER, C.; NEUHOLD, A.; PRETTERKLIEBER, M.; RECHT, M. P.; KRAMER, J. MR arthrography of the adult acetabular capsular-labral complex: correlation with surgery and anatomy. **Am J Roentgenol**, Leesburg, v. 173, n. 2, p. 345-349. 1999.

DAMERON, T. B. J. Bucket-handle tear of acetabular labrum accompanying posterior dislocation of the hip. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 41, n. 1, p. 131-134. 1959.

DELITALA, F. Contribution for study of a typical disease of the upper end of the femur (Perthes disease). **J Bone Joint Surg**, Boston, v. s2-12, n. 4, p. 555-588. 1915.

DINAUER, P. A.; MURPHY, K. P.; CARROLL, J. F. Sublabral sulcus at the posteroinferior acetabulum: a potential pitfall in MR arthrography diagnosis of acetabular labral tears. **Am J Roentgenol**, Leesburg, v. 183, n. 6, p. 1745-1753. 2004.

DORRELL, J. H.; CATTERALL, A. The torn acetabular labrum. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 68, n. 3, p. 400-403. 1986.

EIJER, H.; BERG, R. P.; HAVERKAMP, D.; PECASSE, G. A. Hip deformity in symptomatic adult Perthes' disease. **Acta Orthop Belg**, Bruxelles, v. 72, n. 6, p. 683-692. 2006.

EIJER, H.; MYERS, S. R.; GANZ, R. Anterior femoroacetabular impingement after femoral neck fractures. **J Orthop Trauma**, Hagerstown, v. 15, n. 7, p. 475-481. 2001.

ELMSLIE, R. C. Aetiological factors in osteo-arthritis of the hip-joint. **Br Med J**, London, v. 1, n. 3757, p. 1-3. 1933.

ERKEN, E. H.; KATZ, K. Irritable hip and Perthes' disease. **J Pediatr Orthop**, New York, v. 10, n. 3, p. 322-326. 1990.

EYRE-BROOK, A. L. Osteochondritis deformans coxae juvenilis or Perthes' disease: The results of treatment by traction in recumbency. **Br J Surg**, Bristol, v. 24, n. 93, p. 166-182. 1936.

FERGUSON, S. J.; BRYANT, J. T.; GANZ, R.; ITO, K. An in vitro investigation of the acetabular labral seal in hip joint mechanics. **J Biomech**, New York, v. 36, n. 2, p. 171-178. 2003.

FIELD, R. E.; RAJAKULENDRAN, K. The labro-acetabular complex. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 93, p. 22-27. 2011. Supplement 2.

FITZGERALD, R. H., JR. Acetabular labrum tears. Diagnosis and treatment. **Clin Orthop Relat Res**, Philadelphia, n. 311, p. 60-68. 1995.

GALLISTL, S.; REITINGER, T.; LINHART, W.; MUNTEAN, W. The role of inherited thrombotic disorders in the etiology of Legg-Calve-Perthes disease. **J Pediatr Orthop**, New York, v. 19, n. 1, p. 82-83. 1999.

GANZ, R.; GILL, T. J.; GAUTIER, E.; GANZ, K.; KRUGEL, N.; BERLEMANN, U. Surgical dislocation of the adult hip a technique with full access to the femoral head and

acetabulum without the risk of avascular necrosis. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 83, n. 8, p. 1119-1124. 2001.

GANZ, R.; LEUNIG, M.; LEUNIG-GANZ, K.; HARRIS, W. H. The etiology of osteoarthritis of the hip: an integrated mechanical concept. **Clin Orthop Relat Res**, New York, v. 466, n. 2, p. 264-272. 2008.

GANZ, R.; PARVIZI, J.; BECK, M.; LEUNIG, M.; NOTZLI, H.; SIEBENROCK, K. A. Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. **Clin Orthop Relat Res**, Philadelphia, n. 417, p. 112-120. 2003.

GEKELER, J. Coxarthrosis with a deep acetabulum (proceedings). **Z Orthop Ihre Grenzgeb**, Stuttgart, v. 116, n. 4, p. 454. 1978.

_____. Radiology of adolescent slipped capital femoral epiphysis: measurement of epiphyseal angles and diagnosis. **Oper Orthop Traumatol**, München, v. 19, n. 4, p. 329-344. 2007.

GLUECK, C. J.; CRAWFORD, A.; ROY, D.; FREIBERG, R.; GLUECK, H.; STROOP, D. Association of antithrombotic factor deficiencies and hypofibrinolysis with Legg-Perthes disease. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 78, n. 1, p. 3-13. 1996.

GOODMAN, D. A.; FEIGHAN, J. E.; SMITH, A. D.; LATIMER, B.; BULY, R. L.; COOPERMAN, D. R. Subclinical slipped capital femoral epiphysis. Relationship to osteoarthritis of the hip. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 79, n. 10, p. 1489-1497. 1997.

GOWER, W. E.; JOHNSTON, R. C. Legg-Perthes disease. Long-term follow-up of thirty-six patients. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 53, n. 4, p. 759-768. 1971.

GREEN, N. E.; BEAUCHAMP, R. D.; GRIFFIN, P. P. Epiphyseal extrusion as a prognostic index in Legg-Calvé-Perthes disease. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 63, n. 6, p. 900-905. 1981.

GREEN, N. E.; GRIFFIN, P. P. Intra-osseous venous pressure in Legg-Perthes disease. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 64, n. 5, p. 666-671. 1982.

GROSSBARD, G. D. Hip pain during adolescence after Perthes' disease. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 63, n. 4, p. 572-574. 1981.

HALL, A. J.; BARKER, D. J.; DANGERFIELD, P. H.; OSMOND, C.; TAYLOR, J. F. Small feet and Perthes' disease. A survey in Liverpool. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 70, n. 4, p. 611-613. 1988.

HARRIS, W. H. Etiology of osteoarthritis of the hip. **Clin Orthop Relat Res**, Philadelphia, n. 213, p. 20-33. 1986.

HARRISON, M. H. A preliminary account of the management of the painful hip originating from Perthes' disease. **Clin Orthop Relat Res**, Philadelphia, n. 209, p. 57-64. 1986.

HARRISON, M. H.; TURNER, M. H.; NICHOLSON, F. J. Coxa plana. Results of a new form of splinting. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 51, n. 6, p. 1057-1069. 1969.

HARRY, J. D.; GROSS, R. H. A quantitative method for evaluating results of treating Legg-Perthes syndrome. **J Pediatr Orthop**, New York, v. 7, n. 6, p. 671-676. 1987.

HEFTI, F.; CLARKE, N. M. The management of Legg-Calvé-Perthes' disease: is there a consensus? A study of clinical practice preferred by the members of the European Paediatric Orthopaedic Society. **J Child Orthop**, Heidelberg, v. 1, n. 1, p. 19-25. 2007.

HERRING, J. A. The treatment of Legg-Calve-Perthes disease. A critical review of the literature. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 76, n. 3, p. 448-458. 1994.

HERRING, J. A.; KIM, H. T.; BROWNE, R. Legg-Calve-Perthes disease. Part II: Prospective multicenter study of the effect of treatment on outcome. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 86, n. 10, p. 2121-2134. 2004.

HERRING, J. A.; NEUSTADT, J. B.; WILLIAMS, J. J.; EARLY, J. S.; BROWNE, R. H. The lateral pillar classification of Legg-Calve-Perthes disease. **J Pediatr Orthop**, New York, v. 12, n. 2, p. 143-150. 1992.

HODLER, J.; TRUDELL, D.; PATHRIA, M. N.; RESNICK, D. Width of the articular cartilage of the hip: quantification by using fat-suppression spin-echo MR imaging in cadavers. **Am J Roentgenol**, Leesburg, v. 159, n. 2, p. 351-355. 1992.

HODLER, J.; YU, J. S.; GOODWIN, D.; HAGHIGHI, P.; TRUDELL, D.; RESNICK, D. MR arthrography of the hip: improved imaging of the acetabular labrum with histologic correlation in cadavers. **Am J Roentgenol**, Leesburg, v. 165, n. 4, p. 887-891. 1995.

- IKEDA, T.; AWAYA, G.; SUZUKI, S.; OKADA, Y.; TADA, H. Torn acetabular labrum in young patients. Arthroscopic diagnosis and management. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 70, n. 1, p. 13-16. 1988.
- ISMAIL, A. M.; MACNICOL, M. F. Prognosis in Perthes' disease: a comparison of radiological predictors. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 80, n. 2, p. 310-314. 1998.
- ITO, K.; MINKA 2ND, M. A.; LEUNIG, M.; WERLEN, S.; GANZ, R. Femoroacetabular impingement and the cam-effect. A MRI-based quantitative anatomical study of the femoral head-neck offset. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 83, n. 2, p. 171-176. 2001.
- JAMES, S. L.; ALI, K.; MALARA, F.; YOUNG, D.; O'DONNELL, J.; CONNELL, D. A. MRI findings of femoroacetabular impingement. **Am J Roentgenol**, Leesburg, v. 187, n. 6, p. 1412-1419. 2006.
- JONSÄTER, S. Coxa plana. A histo-pathologic and arthrographic study. **Acta Orthop Scand Suppl**, Copenhagen, v. 12, p. 5-98. 1953.
- KALHOR, M.; HOROWITZ, K.; BECK, M.; NAZPARVAR, B.; GANZ, R. Vascular supply to the acetabular labrum. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 92, n. 15, p. 2570-2575. 2010.
- KASSARJIAN, A.; YOON, L. S.; BELZILE, E.; CONNOLLY, S. A.; MILLIS, M. B.; PALMER, W. E. Triad of MR arthrographic findings in patients with cam-type femoroacetabular impingement. **Radiology**, Easton, v. 236, n. 2, p. 588-592. 2005.
- KEENEY, J. A.; PEELLE, M. W.; JACKSON, J.; RUBIN, D.; MALONEY, W. J.; CLOHISY, J. C. Magnetic resonance arthrography versus arthroscopy in the evaluation of articular hip pathology. **Clin Orthop Relat Res**, Philadelphia, n. 429, p. 163-169. 2004.
- KELLY, B. T.; SHAPIRO, G. S.; DIGIOVANNI, C. W.; BULY, R. L.; POTTER, H. G.; HANNAFIN, J. A. Vascularity of the hip labrum: a cadaveric investigation. **Arthroscopy**, Philadelphia, v. 21, n. 1, p. 3-11. 2005.
- KIM, H. K.; DA CUNHA, A. M.; BROWNE, R.; KIM, H. T.; HERRING, J. A. How much varus is optimal with proximal femoral osteotomy to preserve the femoral head in Legg-Calve-Perthes disease? **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 93, n. 4, p. 341-347. 2011.
- KIM, Y. T.; AZUMA, H. The nerve endings of the acetabular labrum. **Clin Orthop Relat Res**, Philadelphia, n. 320, p. 176-181. 1995.

KLAUE, K.; DURNIN, C. W.; GANZ, R. The acetabular rim syndrome. A clinical presentation of dysplasia of the hip. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 73, n. 3, p. 423-429. 1991.

KNUESEL, P. R.; PFIRRMANN, C. W.; NOETZLI, H. P.; DORA, C.; ZANETTI, M.; HODLER, J.; KUEHN, B.; SCHMID, M. R. MR arthrography of the hip: diagnostic performance of a dedicated water-excitation 3D double-echo steady-state sequence to detect cartilage lesions. **Am J Roentgenol**, Leesburg, v. 183, n. 6, p. 1729-1735. 2004.

KOHNLEIN, W.; GANZ, R.; IMPELLIZZERI, F. M.; LEUNIG, M. Acetabular morphology: implications for joint-preserving surgery. **Clin Orthop Relat Res**, New York, v. 467, n. 3, p. 682-691. 2009.

KRAUSPE, R.; RAAB, P. Perthes disease. **Orthopade**, Berlin, v. 26, n. 3, p. 289-302. 1997.

KRISTMUNDSDOTTIR, F.; BURWELL, R. G.; HARRISON, M. H. Delayed skeletal maturation in Perthes' disease. **Acta Orthop Scand**, Copenhagen, v. 58, n. 3, p. 277-279. 1987.

LAGE, L. A.; PATEL, J. V.; VILLAR, R. N. The acetabular labral tear: an arthroscopic classification. **Arthroscopy**, Philadelphia, v. 12, n. 3, p. 269-272. 1996.

LANDIN, L. A.; DANIELSSON, L. G.; WATTSGARD, C. Transient synovitis of the hip. Its incidence, epidemiology and relation to Perthes' disease. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 69, n. 2, p. 238-242. 1987.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, Washington, v. 33, n. 1, p. 159-174. 1977.

LAREDO-FILHO, J. Doença de Legg-Calvé-Perthes. Classificação artrográfica. **Rev Bras Ortop**, São Paulo, v. 27, p. 7-15. 1992.

LAVIGNE, M.; PARVIZI, J.; BECK, M.; SIEBENROCK, K. A.; GANZ, R.; LEUNIG, M. Anterior femoroacetabular impingement: part I. Techniques of joint preserving surgery. **Clin Orthop Relat Res**, Philadelphia, n. 418, p. 61-66. 2004.

LEGG, A. T. An obscure affection of the hip joint. 1910. **Clin Orthop Relat Res**, Philadelphia, n. 451, p. 11-13. 2006.

LEUNIG, M.; BECK, M.; KALHOR, M.; KIM, Y. J.; WERLEN, S.; GANZ, R. Fibrocystic changes at anterosuperior femoral neck: prevalence in hips with femoroacetabular impingement. **Radiology**, Easton, v. 236, n. 1, p. 237-246. 2005.

LEUNIG, M.; CASILLAS, M. M.; HAMLET, M.; HERSCHE, O.; NOTZLI, H.; SLONGO, T.; GANZ, R. Slipped capital femoral epiphysis: early mechanical damage to the acetabular cartilage by a prominent femoral metaphysis. **Acta Orthop Scand**, Copenhagen, v. 71, n. 4, p. 370-375. 2000.

LEUNIG, M.; PODESZWA, D.; BECK, M.; WERLEN, S.; GANZ, R. Magnetic resonance arthrography of labral disorders in hips with dysplasia and impingement. **Clin Orthop Relat Res**, Philadelphia, n. 418, p. 74-80. 2004.

LEUNIG, M.; WERLEN, S.; UNGERSBOCK, A.; ITO, K.; GANZ, R. Evaluation of the acetabular labrum by MR arthrography. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 79, n. 2, p. 230-234. 1997.

LIU, S. L.; HO, T. C. The role of venous hypertension in the pathogenesis of Legg-Perthes disease. A clinical and experimental study. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 73, n. 2, p. 194-200. 1991.

MAHESHWARI, A. V.; MALIK, A.; DORR, L. D. Impingement of the native hip joint. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 89, n. 11, p. 2508-2518. 2007.

MATSUI, M.; OHZONO, K.; SAITO, S. Painful cystic degeneration of the limbus in the hip. A case report. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 70, n. 3, p. 448-451. 1988.

McANDREW, M. P.; WEINSTEIN, S. L. A long-term follow-up of Legg-Calvé-Perthes disease. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 66, n. 6, p. 860-869. 1984.

MENSCHIK, F. The hip joint as a conchoid shape. **J Biomech**, New York, v. 30, n. 9, p. 971-973. 1997.

MEYER, D. C.; BECK, M.; ELLIS, T.; GANZ, R.; LEUNIG, M. Comparison of six radiographic projections to assess femoral head/neck asphericity. **Clin Orthop Relat Res**, Philadelphia, n. 445, p. 181-185. 2006.

MINTZ, D. N.; HOOPER, T.; CONNELL, D.; BULY, R.; PADGETT, D. E.; POTTER, H. G. Magnetic resonance imaging of the hip: detection of labral and chondral abnormalities using noncontrast imaging. **Arthroscopy**, Philadelphia, v. 21, n. 4, p. 385-393. 2005.

- MURRAY, R. O. The aetiology of primary osteoarthritis of the hip. **Br J Radiol**, London, v. 38, n. 455, p. 810-824. 1965.
- MYERS, S. R.; EIJER, H.; GANZ, R. Anterior femoroacetabular impingement after periacetabular osteotomy. **Clin Orthop Relat Res**, Philadelphia, n. 363, p. 93-99. 1999.
- NELITZ, M.; LIPPACHER, S.; KRAUSPE, R.; REICHEL, H. Perthes disease: current principles of diagnosis and treatment. **Dtsch Arztebl Int**, Cologne, v. 106, n. 31-32, p. 517-523. 2009.
- NISHII, T.; TANAKA, H.; SUGANO, N.; SAKAI, T.; HANANOUCI, T.; YOSHIKAWA, H. Evaluation of cartilage matrix disorders by T2 relaxation time in patients with hip dysplasia. **Osteoarthritis Cartilage**, London, v. 16, n. 2, p. 227-233. 2008.
- NOBLE, T. P. Pseudocoxalgia. **J Bone Joint Surg**, Boston, v. 7, n. 1, p. 70-84. 1925.
- NOONAN, K. J.; PRICE, C. T.; KUPISZEWSKI, S. J.; PYEVICH, M. Results of femoral varus osteotomy in children older than 9 years of age with Perthes disease. **J Pediatr Orthop**, New York, v. 21, n. 2, p. 198-204. 2001.
- NOTZLI, H. P.; WYSS, T. F.; STOECKLIN, C. H.; SCHMID, M. R.; TREIBER, K.; HODLER, J. The contour of the femoral head-neck junction as a predictor for the risk of anterior impingement. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 84, n. 4, p. 556-560. 2002.
- PATERSON, I. The torn acetabular labrum; a block to reduction of a dislocated hip. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 39, n. 2, p. 306-309. 1957.
- PEELLE, M. W.; DELLA ROCCA, G. J.; MALONEY, W. J.; CURRY, M. C.; CLOHISY, J. C. Acetabular and femoral radiographic abnormalities associated with labral tears. **Clin Orthop Relat Res**, Philadelphia, n. 441, p. 327-333. 2005.
- PERDIKAKIS, E.; KARACHALIOS, T.; KATONIS, P.; KARANTANAS, A. Comparison of MR-arthrography and MDCT-arthrography for detection of labral and articular cartilage hip pathology. **Skeletal Radiol**, Berlin, 2011. In press. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=21298428>. Acesso em: 13 de setembro de 2011.
- PETERS, C. L.; ERICKSON, J. A.; ANDERSON, L.; ANDERSON, A. A.; WEISS, J. Hip-preserving surgery: understanding complex pathomorphology. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 91, p. 42-58. 2009. Supplement 6.

PFIRRMANN, C. W.; DUC, S. R.; ZANETTI, M.; DORA, C.; HODLER, J. MR arthrography of acetabular cartilage delamination in femoroacetabular cam impingement. **Radiology**, Easton, v. 249, n. 1, p. 236-241. 2008.

PHEMISTER, D. B. Operation the for epiphysitis of the head of the femur (Perthes' disease) - Findings and result. **Arch Surg**, Chicago, v. 2, n. 2, p. 221-230. 1921.

PHILIPPON, M. J.; BRIGGS, K. K.; HAY, C. J.; KUPPERSMITH, D. A.; DEWING, C. B.; HUANG, M. J. Arthroscopic labral reconstruction in the hip using iliotibial band autograft: technique and early outcomes. **Arthroscopy**, Philadelphia, v. 26, n. 6, p. 750-756. 2010.

PLOTZ, G. M.; BROSSMANN, J.; SCHUNKE, M.; HELLER, M.; KURZ, B.; HASSENPFUG, J. Magnetic resonance arthrography of the acetabular labrum. Macroscopic and histological correlation in 20 cadavers. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 82, n. 3, p. 426-432. 2000.

PLOTZ, G. M.; BROSSMANN, J.; VON KNOCH, M.; MUHLE, C.; HELLER, M.; HASSENPFUG, J. Magnetic resonance arthrography of the acetabular labrum: value of radial reconstructions. **Arch Orthop Trauma Surg**, Berlin, v. 121, n. 8, p. 450-457. 2001.

PONSETI, I. V. Legg-Perthes disease; observations on pathological changes in two cases. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 38, n. 4, p. 739-750. 1956.

PONSETI, I. V.; MAYNARD, J. A.; WEINSTEIN, S. L.; IPPOLITO, E. G.; POUS, J. G. Legg-Calve-Perthes disease. Histochemical and ultrastructural observations of the epiphyseal cartilage and physis. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 65, n. 6, p. 797-807. 1983.

POTTER, H. G.; SCHACHAR, J. High resolution noncontrast MRI of the hip. **J Magn Reson Imaging**, New York, v. 31, n. 2, p. 268-278. 2010.

PUTZ, R.; SCHRANK, C. Anatomy of the labrocapsular complex. **Orthopade**, Berlin, v. 27, n. 10, p. 675-680. 1998.

QUAIN, S.; CATTERALL, A. Hinge abduction of the hip. Diagnosis and treatment. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 68, n. 1, p. 61-64. 1986.

RAB, G. T. The geometry of slipped capital femoral epiphysis: implications for movement, impingement, and corrective osteotomy. **J Pediatr Orthop**, New York, v. 19, n. 4, p. 419-424. 1999.

RAKHRA, K. S. Magnetic resonance imaging of acetabular labral tears. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 93, p. 28-34. 2011. Supplement 2.

RAKHRA, K. S.; SHEIKH, A. M.; ALLEN, D.; BEAULE, P. E. Comparison of MRI alpha angle measurement planes in femoroacetabular impingement. **Clin Orthop Relat Res**, New York, v. 467, n. 3, p. 660-665. 2009.

REBELLO, G.; SPENCER, S.; MILLIS, M. B.; KIM, Y. J. Surgical dislocation in the management of pediatric and adolescent hip deformity. **Clin Orthop Relat Res**, New York, v. 467, n. 3, p. 724-731. 2009.

RESNICK, D. The 'tilt deformity' of the femoral head in osteoarthritis of the hip: a poor indicator of previous epiphysiolysis. **Clin Radiol**, Oxford, v. 27, n. 3, p. 355-363. 1976.

REYNOLDS, D.; LUCAS, J.; KLAUE, K. Retroversion of the acetabulum. A cause of hip pain. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 81, n. 2, p. 281-288. 1999.

ROY, D. R. Arthroscopic findings of the hip in new onset hip pain in adolescents with previous Legg-Calve-Perthes disease. **J Pediatr Orthop B**, Hagerstown, v. 14, n. 3, p. 151-155. 2005.

_____. Arthroscopy of the hip in children and adolescents. **J Child Orthop**, Heidelberg, v. 3, n. 2, p. 89-100. 2009.

SALTER, R. B.; THOMPSON, G. H. Legg-Calve-Perthes disease. The prognostic significance of the subchondral fracture and a two-group classification of the femoral head involvement. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 66, n. 4, p. 479-489. 1984.

SCHMID, M. R.; NOTZLI, H. P.; ZANETTI, M.; WYSS, T. F.; HODLER, J. Cartilage lesions in the hip: diagnostic effectiveness of MR arthrography. **Radiology**, Easton, v. 226, n. 2, p. 382-386. 2003.

SELDES, R. M.; TAN, V.; HUNT, J.; KATZ, M.; WINIARSKY, R.; FITZGERALD, R. H., JR. Anatomy, histologic features, and vascularity of the adult acetabular labrum. **Clin Orthop Relat Res**, Philadelphia, n. 382, p. 232-240. 2001.

SHINDLE, M. K.; VOOS, J. E.; NHO, S. J.; HEYWORTH, B. E.; KELLY, B. T. Arthroscopic management of labral tears in the hip. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 90, p. 2-19. 2008. Supplement 4.

SHU, B.; SAFRAN, M. R. Hip instability: anatomic and clinical considerations of traumatic and atraumatic instability. **Clin Sports Med**, Philadelphia, v. 30, n. 2, p. 349-367. 2011.

SIEBENROCK, K. A.; WAHAB, K. H.; WERLEN, S.; KALHOR, M.; LEUNIG, M.; GANZ, R. Abnormal extension of the femoral head epiphysis as a cause of cam impingement. **Clin Orthop Relat Res**, Philadelphia, n. 418, p. 54-60. 2004.

SJÖVALL, H. Zur frage der behandlung der coxa plana. Mit besonderer berücksichtigung der primärerfolge bei konsequenter ruhigstellung. **Acta Orthop Scand**, Copenhagen, v. 13, n. 4, p. 324-353. 1942.

SMITH-PETERSEN, M. N. Treatment of malum coxae senilis, old slipped upper femoral epiphysis, intrapelvic protrusion of the acetabulum, and coxa plana by means of acetabuloplasty. **J Bone Joint Surg**, Boston, v. 18, n. 4, p. 869-880. 1936.

SMRCKA, V.; MARIK, I.; SVENSSONNOVA, M.; LIKOVSKY, J. Case reports: Legg-Calve-Perthes disease in Czech archaeological material. **Clin Orthop Relat Res**, New York, v. 467, n. 1, p. 293-297. 2009.

SNOW, S. W.; KERET, D.; SCARANGELLA, S.; BOWEN, J. R. Anterior impingement of the femoral head: a late phenomenon of Legg-Calvé-Perthes' disease. **J Pediatr Orthop**, New York, v. 13, n. 3, p. 286-289. 1993.

SOLOMON, L. Patterns of osteoarthritis of the hip. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 58, n. 2, p. 176-183. 1976.

_____. Geographical and anatomical patterns of osteoarthritis. **Br J Rheumatol**, London, v. 23, n. 3, p. 177-180. 1984.

STUDLER, U.; KALBERER, F.; LEUNIG, M.; ZANETTI, M.; HODLER, J.; DORA, C.; PFIRRMANN, C. W. MR arthrography of the hip: differentiation between an anterior sublabral recess as a normal variant and a labral tear. **Radiology**, Easton, v. 249, n. 3, p. 947-954. 2008.

STULBERG, S. D.; COOPERMAN, D. R.; WALLENSTEN, R. The natural history of Legg-Calve-Perthes disease. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 63, n. 7, p. 1095-1108. 1981.

SUNDBERG, T. P.; TOOMAYAN, G. A.; MAJOR, N. M. Evaluation of the acetabular labrum at 3.0-T MR imaging compared with 1.5-T MR arthrography: preliminary experience. **Radiology**, Easton, v. 238, n. 2, p. 706-711. 2006.

TANNAST, M.; SIEBENROCK, K. A. Conventional radiographs to assess femoroacetabular impingement. **Instr Course Lect**, Park Ridge, v. 58, p. 203-212. 2009.

TANNAST, M.; SIEBENROCK, K. A.; ANDERSON, S. E. Femoroacetabular impingement: radiographic diagnosis - what the radiologist should know. **Am J Roentgenol**, Leesburg, v. 188, n. 6, p. 1540-1552. 2007.

TONNIS, D.; HEINECKE, A. Acetabular and femoral anteversion: relationship with osteoarthritis of the hip. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 81, n. 12, p. 1747-1770. 1999.

TOOGOOD, P. A.; SKALAK, A.; COOPERMAN, D. R. Proximal femoral anatomy in the normal human population. **Clin Orthop Relat Res**, New York, v. 467, n. 4, p. 876-885. 2009.

TOOMAYAN, G. A.; HOLMAN, W. R.; MAJOR, N. M.; KOZLOWICZ, S. M.; VAIL, T. P. Sensitivity of MR arthrography in the evaluation of acetabular labral tears. **Am J Roentgenol**, Leesburg, v. 186, n. 2, p. 449-453. 2006.

TRUETA, J.; HARRISON, M. H. The normal vascular anatomy of the femoral head in adult man. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 35, n. 3, p. 442-461. 1953.

VANDENBUSSCHE, E.; SAFFARINI, M.; DELOGE, N.; MOCTEZUMA, J. L.; NOGLER, M. Hemispheric cups do not reproduce acetabular rim morphology. **Acta Orthop**, Basingstoke, v. 78, n. 3, p. 327-332. 2007.

VOSMAER, A.; PEREIRA, R. R.; KOENDERMAN, J. S.; ROSENDAAL, F. R.; CANNEGIETER, S. C. Coagulation abnormalities in Legg-Calve-Perthes disease. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 92, n. 1, p. 121-128. 2010.

WALDENSTRÖM, H. Der obere tuberkulose collumherd. **Z Orthop Chir**, Stuttgart, v. 24, p. 487-512. 1909.

_____. On coxa plana. Osteochondritis deformans coxae juvenilis. Legg's Disease, Maladie de Calve, Perthes Krankheit. **Acta Chir Scand**, Stockholm, v. 55, p. 577-590. 1923.

WENGER, D. R.; KISHAN, S.; PRING, M. E. Impingement and childhood hip disease. **J Pediatr Orthop B**, Hagerstown, v. 15, n. 4, p. 233-243. 2006.

WENGER, D. R.; WARD, W. T.; HERRING, J. A. Legg-Calve-Perthes disease. **J Bone Joint Surg Am**, Boston, v. 73, n. 5, p. 778-788. 1991.

WESTHOFF, B.; KRAUSPE, R.; KALKE, A. E.; HERMSEN, D.; KOWALL, B.; WILLERS, R.; SCHNEIDER, U. Urinary excretion of deoxypyridinoline in Perthes' disease: a prospective, controlled comparative study in 83 children. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 88, n. 7, p. 967-971. 2006.

WIBERG, G. Studies on dysplastic acetabula and congenital subluxation of the hip joint. With special reference to the complication of osteoarthritis. **Acta Chir Scand Suppl**, Stockholm, v. 83, p. 7-135. 1939. Supplement 58.

WIIG, O.; TERJESEN, T.; SVENNINGSSEN, S. Prognostic factors and outcome of treatment in Perthes' disease: a prospective study of 368 patients with five-year follow-up. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 90, n. 10, p. 1364-1371. 2008.

WILD, A.; WESTHOFF, B.; RAAB, P.; KRAUSPE, R. Nonoperative treatment in Legg-Calve-Perthes disease. **Orthopade**, Berlin, v. 32, n. 2, p. 139-145. 2003.

WYNNE-DAVIES, R.; GORMLEY, J. The aetiology of Perthes' disease. Genetic, epidemiological and growth factors in 310 Edinburgh and Glasgow patients. **J Bone Joint Surg Br**, London, v. 60, n. 1, p. 6-14. 1978.

ZILKENS, C.; BITTERSOHL, B.; JAGER, M.; HAAMBERG, T.; WESTHOFF, B.; KRAUSPE, R. Clinical presentation of young adults after Legg-Calvé-Perthes disease. **Acta Orthop Belg**, Bruxelles, v. 75, n. 6, p. 754-760. 2009.

ZILKENS, C.; HOLSTEIN, A.; BITTERSOHL, B.; JAGER, M.; HAAMBERG, T.; MIESE, F.; KIM, Y. J.; MAMISCH, T. C.; KRAUSPE, R. Delayed gadolinium-enhanced magnetic resonance imaging of cartilage in the long-term follow-up after Perthes disease. **J Pediatr Orthop**, New York, v. 30, n. 2, p. 147-153. 2010.

ZLATKIN, M. B.; PEVSNER, D.; SANDERS, T. G.; HANCOCK, C. R.; CEBALLOS, C. E.; HERRERA, M. F. Acetabular labral tears and cartilage lesions of the hip: indirect MR arthrographic correlation with arthroscopy--a preliminary study. **Am J Roentgenol**, Leesburg, v. 194, n. 3, p. 709-714. 2010.

Apêndices

Apêndices

APÊNDICE A – Tabela de comparação entre os índices de sensibilidade (Sens.), especificidade (Espec.) e acurácia (Acur.) da artroRM e RM para a avaliação das anormalidades do **labrum acetabular**, de acordo com diversos estudos da literatura científica.

APÊNDICE B – Tabela de comparação entre os índices de sensibilidade (Sens.), especificidade (Espec.) e acurácia (Acur.) da artroRM e RM para a avaliação das anormalidades da **cartilagem articular acetabular**, de acordo com diversos estudos da literatura científica.

APÊNDICE C – Termo de consentimento.

APÊNDICE D – Protocolo de pesquisa.

APÊNDICE E – Manuscrito de submissão.

APÊNDICE A – Tabela de comparação entre os índices de sensibilidade (Sens.), especificidade (Espec.) e acurácia (Acur.) da artroRM e RM para a avaliação das anormalidades do *labrum acetabular*, de acordo com diversos estudos da literatura científica.

	ArtroRM			RM		
	Sens.	Espec.	Acur.	Sens.	Espec.	Acur.
HODLER, J. et al., 1995	50	92	64	54	68	58
CZERNY, C. et al., 1996	90	-	91	30	-	36
LEUNIG, M. et al., 1997	90	71	-	-	-	-
CZERNY, C. et al., 1999	91	71	88	-	-	-
PLOTZ, G.M. et al., 2000	60	100	70	-	-	-
PLOTZ, G.M. et al., 2001	60-73	100	70-80			
BYRD, J.W. e JONES, K.S., 2004	66	75	-	25	67	-
KEENEY, J.A. et al., 2004	71	44	69	-	-	-
CHAN, Y.S. et al., 2005	100	-	96	-	-	-
MINTZ, D.N. et al., 2005	-	-	-	96-97	33	93-95
JAMES, S.L. et al., 2006	-	-	-	89	63-75	87-92
TOOMAYAN, G.A. et al., 2006	92	100	-	25	100	-
ZLATKIN, M.B. et al., 2010	-	-	-	85	100	86
PERDIKAKIS, E. et al., 2011	100	50	90	-	-	-

* Valores em porcentagem

APÊNDICE B – Tabela de comparação entre os índices de sensibilidade (Sens.), especificidade (Espec.) e acurácia (Acur.) da artroRM e RM para a avaliação das anormalidades da **cartilagem articular acetabular**, de acordo com diversos estudos da literatura científica.

	ArtroRM			RM		
	Sens.	Espec.	Acur.	Sens.	Espec.	Acur.
SCHMID, M.R. et al., 2003	50-79	77-84	69-78	-	-	-
BYRD, J.W. e JONES, K.S., 2004	41	100	-	18	100	-
KEENEY, J.A. et al., 2004	47	89	67	-	-	-
KNUESEL, P.R. et al., 2004	58-81	75-100	69-81	-	-	-
MINTZ, D.N. et al., 2005	-	-	-	91-93	75-85	84-88
JAMES, S.L. et al., 2006	-	-	-	89-94	-	-
PFIRRMANN, C.W. et al., 2008	52-74	90	70-82	-	-	-
ANDERSON, L.A. et al., 2009	22	100	55,6	-	-	-
ZLATKIN, M.B. et al., 2010	-	-	-	82	100	86
PERDIKAKIS, E. et al., 2011	63	33	50	-	-	-

* *Valores em porcentagem*

APÊNDICE C – Termo de consentimento.

p. 1/2

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO
DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Campus Universitário Monte Alegre – Fone: 3602-2329 – FAX: 3633-0336
Cep: 14048-900 Ribeirão Preto – São Paulo

TERMO DE CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

NOME DA PESQUISA: AVALIAÇÃO DO *LABRUM* ACETABULAR EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM DEFORMIDADE ADQUIRIDADA DA CABEÇA FEMORAL E ACETÁBULO

Pesquisador: Daniel Augusto Carvalho Maranhão
Orientador: Prof. Dr. José Batista Volpon

DESCRITAS ABAIXO AS INFORMAÇÕES A SEREM DADAS AOS PACIENTES SOBRE:

1. A natureza e o objetivo da pesquisa;
2. Os métodos que serão utilizados e seus propósitos
3. Os desconfortos e riscos
4. Os benefícios

• INFORMAÇÕES PARA SIMPLES CONHECIMENTO DO PACIENTE E RESPONSÁVEL:

Você ou seu filho ou filha está em acompanhamento no ambulatório de ortopedia do Dr. Volpon, por ter apresentado uma doença no quadril que, apesar do tratamento, levou à alteração do formato da articulação, como já explicado.

Esta alteração que existe pode dar ou não problemas mais para frente e por causa disto você está em seguimento com consultas, fizemos raios-X e ressonância do quadril.

Agora, estamos avaliando os exames e gostaríamos de pedir sua autorização para que seu caso seja estudado, juntamente com o de outros doentes que tiveram o mesmo problema.

Você não precisará vir consultar só para isto, pois os exames já estão prontos e as consultas são feitas nos seus retornos normais.

p. 2/2

A sua colaboração pode ajudar a entender melhor a alteração do quadril e, no futuro, pode beneficiar outros doentes e seu nome não vai ser revelado.

Além disso, o seu tratamento ou do seu filho/filha será feito normalmente, como sempre tem sido feito, mesmo se você não autorizar o estudo do seu caso.

NÃO PARTICIPAR DO ESTUDO NÃO PREJUDICA EM ABSOLUTAMENTE NADA O SEGUIMENTO E TRATAMENTO A SEREM FEITOS NESTE SERVIÇO.

Eu _____
_____ RG nº _____, abaixo assinado, tendo recebido as informações acima, e ciente dos meus direitos abaixo relacionados, concordo em participar.

1. A garantia de receber a resposta a qualquer pergunta ou esclarecimento a qualquer dúvida acerca dos procedimentos, riscos, benefícios e outros relacionados com a pesquisa e o tratamento a que o(a) paciente será submetido(a);

2. A liberdade de retirar meu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo sem que traga prejuízo à continuação do meu cuidado e tratamento;

3. A segurança de que não haverá identificação do(a) paciente e que será mantido o caráter confidencial da informação relacionada com a sua privacidade;

4. O compromisso de me proporcionar informação atualizada durante o estudo, ainda que possa afetar minha vontade de continuar participando;

5. A disponibilidade de tratamento médico e a indenização que legalmente teria direito, por parte da Instituição à saúde, em casos de danos que a justifiquem, diretamente causados pela pesquisa e;

6. Que se existirem gastos adicionais estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa.

Tenho ciência do exposto acima e permito uso dos dados clínicos e dos exames para realização do estudo.

Ribeirão Preto, ____ de _____ de _____.

_____
Assinatura do paciente ou responsável

APÊNDICE D – Protocolo de pesquisa.

p. 1/3

Nome _____ Registro _____

Idade ____ Nasc ____ / ____ / ____ Telefones (____) _____ (____) _____

Endereço _____ (____) _____ (____) _____

Doença _____ Lado _____

Cirurgias prévias _____ Data ____ / ____ / ____

_____ Data ____ / ____ / ____

Sintomas

1. Duração da dor _____

2. Localização _____

3. Intensidade _____

4. Atividades que provocam dor

☐ Sentar	☐ Esportes
☐ Ficar em pé	☐ Subir e descer do carro
☐ Andar	☐

5. Incapacidade

☐ Sentar com tronco ereto	☐ Esportes
☐ Correr	☐

6. Estalidos e travamentos

☐ Interno (psoas)	☐ Externo (trato iliotibial)
☐ Intrarticular (corpos livres, labrum, cartilagem, lig. redondo)	

7. Fisioterapia e/ou analgesia

Duração

Melhora ( ) sim ( ) não

Exame Físico**1. Claudicação** ( ) sim ( ) não

- ☐ Insuficiência do glúteo médio
- ☐ Dor
- ☐ Dismetria
- ☐ Rigidez
- ☐ Obliquidade pélvica
- ☐ Posição viciosa

2. Dor à palpação

- ☐ Sínfise púbica
- ☐ Abdutores
- ☐ Espinha ilíaca ântero-superior
- ☐ Ísquio
- ☐ Flexores do quadril
- ☐ Psoas (intrapélvico)
- ☐ Adutores
- ☐

3. Amplitude de movimentos

	Direito	Esquerdo
Flexão		
Extensão		
Abdução		
Adução		
Rotação interna (90º flexão)		
Rotação interna (dec. ventral)		
Rotação externa (dec. ventral)		

4. Arco doloroso

Início 9 10 11 12 1
Fim 12 1 2 3 4

p. 3/3

5. Testes especiais - quadril

Teste do impacto anterior (FADRI) _____ ( ) + ( ) -
 Impacto lateral (dor lateral à abdução) _____ ( ) + ( ) -
 Impacto posterior (dor posterior com extensão e rotação externa) ____ ( ) + ( ) -
 Impacto do psoas ou irritação anterior capsulolabral (FABERE) _____ ( ) + ( ) -
 Instabilidade (dor anterior à extensão e rotação externa) _____ ( ) + ( ) -
 Dor peritrocantérica (dor posterolateral com FABERE) _____ ( ) + ( ) -
 Sinal do impacto subespinal (dor anterior à flexão) _____ ( ) + ( ) -
 Sinal do impacto isquiofemoral (dor posterior com extensão e RI) ____ ( ) + ( ) -
 Teste da elevação da perna reta (dor anterior – psoas) _____ ( ) + ( ) -
 “Clunk” em circundução _____ ( ) + ( ) -
 “Clunk” em abdução/adução _____ ( ) + ( ) -

6. Outros testes

Thomas _____ ( ) + ( ) -   Trendelenburg _____ ( ) + ( ) -
 Galeazzi _____ ( ) + ( ) -   Öber _____ ( ) + ( ) -

7. Força

Flexão	5	4	3	2	1	0
Abdução	5	4	3	2	1	0
Adução	5	4	3	2	1	0
Extensão	5	4	3	2	1	0

8. Exame do espaço peritrocantérico

Dor sobre o trocanter maior

( ) Anterior   ( ) Lateral   ( ) Posterior

Fraqueza em abdução

( ) Joelho estendido   ( ) Joelho flexionado

Ressalto   ( ) sim   ( ) não

Peso _____ Altura _____ IMC _____

APÊNDICE E – Manuscrito de submissão.**Legg-Calvé-Perthes disease: MRI evaluation of the acetabular labrum and cartilage in hips with radiographic deformities suggestive of femoroacetabular impingement****ABSTRACT**

BACKGROUND: Deformities secondary to Legg-Calvé-Perthes disease (LCPD) may result in late osteoarthritis, but lesions related to femoroacetabular impingement (FAI), such as changes at the femoral head-neck offset and damages to the acetabular labrum and cartilage, may occur earlier. The aim of the present study was to evaluate the frequency and location of injuries to the labrum and articular cartilage in deformed hips of patients with LCPD using magnetic resonance imaging (MRI).

METHODS: Sixty-two hips of 58 patients (average age, 13.73 years) were prospectively evaluated with noncontrast high-resolution MRI. All patients were diagnosed with LCPD (average follow-up, 7.18 years) and had hip deformities suggestive of FAI on plain radiograph films. MRI alpha angle was measured to assess the sphericity of the femoral head. The acetabular labrum was evaluated according to a modified classification system (considering the type and extent of the abnormality). The acetabular cartilage was evaluated for the presence of chondral delamination and defects. Findings were located using the clock-face nomenclature. MRI scans were independently read by two observers and interobserver reliability (kappa) was assessed for the labral evaluation. A consensus reading was considered for statistical analysis.

RESULTS: The alpha angle was increased in 71% of patients (mean±sd, 80±30°), labral abnormalities were found in 77%, and cartilage damage in 57%. Most labral and cartilage lesions were located at the anterolateral region from 2 to 12h. There was significant correlation between abnormal alpha angle, labrum lesions, and cartilage lesions ($p<0.01$). There was substantial interobserver agreement for the proposed labral evaluation (Kappa coefficient, 0.76).

CONCLUSION: Based on hip MRI evaluation, labral and cartilage abnormalities appear to be very frequent in patients diagnosed with LCPD showing hip deformities suggestive of FAI on plain radiographs. These findings suggest that evaluation for femoroacetabular impingement may be required to establish prognosis and treatment decision making.

LEVEL OF EVIDENCE: Diagnostic study - Level II (Development of diagnostic criteria on basis of consecutive patients)

KEYWORDS: Legg-Perthes disease; hip; femur head; acetabulum; cartilage, articular; hip injuries; magnetic resonance imaging; child; adolescent; young adult

INTRODUCTION

One hundred years after the first reports of Legg-Calvé-Perthes disease (LCPD) many controversies still remain regarding its etiology, physiopathology, and treatment¹⁻³. The well-known deformities of the femoral head in LCPD are most frequently characterized by *coxa vara*, *magna*, *plana*, and *brevis* and a relatively higher greater trochanter, but other changes may also occur⁴. Young patients with such alterations may be initially asymptomatic, but osteoarthritis may result at mid- or long-term follow-up⁵⁻⁸.

More recently, it has been observed that patients with LCPD may develop not only late osteoarthritis, but also earlier lesions secondary to femoroacetabular impingement (FAI)^{4,9-11}. During the necrotic stage in LCPD, the anterior and lateral portions of the femoral head may collapse, causing an osteochondral extrusion that may lead to the abutment of the head-neck junction against the acetabular rim^{4,9}, termed FAI, or even the hinge abduction phenomenon¹². This condition may be aggravated if secondary acetabular changes occur. FAI may be a potential cause of labrum and cartilage damage associated with early hip osteoarthritis^{10,11}.

Published studies provide evidence that FAI secondary to femoral head and acetabular deformities may be more frequent than has been generally supposed^{11,13-15}. The joint changes that predispose to articular impingement can be suspected based on plain radiographs or computed tomographies¹⁶⁻¹⁸, but analysis of the labrum and articular cartilage should be demonstrated by other approaches such as magnetic resonance imaging (MRI) or arthroscopy¹⁹⁻²³.

For this investigation, we hypothesized that patients with hip deformities secondary to LCPD may frequently develop FAI with consequent labral and articular cartilage damage. Therefore, using high-resolution MRI, our main purpose was to study the labral and articular cartilage in anatomically deformed hips of patients affected by Legg-Calvé-Perthes disease.

MATERIALS AND METHODS

This is a prospective study performed over a four-year period. Our local Institutional Review Board approved the study. All patients and their parents were informed about the study and provided written informed consent prior to enrollment.

Patients

Patients with LCPD treated at the Division of Pediatric Orthopaedics of our institution from April 2006 through April 2010 were consecutively enrolled. Inclusion criterion was the presence of a residual radiographic deformity in the hip suggestive of FAI, represented by one or more of the

following findings: loss of the concavity at the femoral cervicocapital junction, reduced head-neck offset, loss of the sphericity of the femoral head, anterolateral femoral head extrusion with or without acetabular dysplasia, *coxa vara*, proximal femur retroversion, anterolateral acetabular overcoverage (retroversion) or global acetabular overcoverage (*coxa profunda*), and changes of the acetabular rim (protrusion of the acetabular rim after pelvic surgery or the presence of *os acetabulum*)^{10,17,24-26}.

Exclusion criteria were the presence of stainless steel implants too close to the hip that could interfere with MRI quality, or previous hip surgery that included opening of the capsule. Presence or not of hip pain, limited hip motion, treatment method, or any other clinical issue did not influence inclusion or exclusion.

After patient selection and receipt of the family's consent, all individuals had new pelvic plain radiograph images obtained in AP view, frog-leg lateral view (Lauenstein)^{27,28}, and elongated neck lateral view (90° flexion, 20-45° abduction, neutral rotation – Imhäuser view)^{29,30}. Patients were then submitted to MRI of the affected hip.

For those patients previously submitted to pelvic or femoral surgery, a minimum period of one year was established between the surgery and MRI examination to assure osseous remodeling and to avoid interference with the images.

Sixty-two subjects underwent MRI evaluation of the affected hip, but four were excluded due to low-resolution imaging or high-grade distortion secondary to metallic implants. After proper selection, a total of 58 patients with 62 hips were evaluated (four bilateral cases). In six hips, the cartilage evaluation was compromised due to minor metallic artifacts, but labrum evaluation was possible. Therefore, the acetabular labrum was evaluated in 62 hips and the cartilage was evaluated in 56 hips (Figure 1).

MRI Acquisition protocol

Noncontrast high-resolution MRI was performed using a 1.5-Tesla system (Achieva Medical System, Philips Healthcare, Best, the Netherlands) at the MRI Section of the Diagnostic Imaging Division of our institution. Patients were positioned supine with the hips in neutral position and feet aligned parallel and kept together with a position holder. Multiplanar evaluation was performed with two sequences of the pelvis using a body coil and four sequences of unilateral hip using a small flexible surface coil to provide a small field and high spatial resolution.

The pelvic panoramic sequences were made on coronal and axial planes. The T1 and T2 weighted with fat suppression (T2-FS) sequences of the hip were made in the coronal, sagittal, and axial oblique planes. The axial oblique scan was acquired parallel to the axis of the femoral neck (Table 1).

MRI interpretation

The sphericity of the femoral head was evaluated according to the alpha angle measured in the axial oblique images passing through the center of the femoral head³¹. A best-fit circle was drawn over the femoral head and the point where the head extended beyond the circle was determined. The alpha angle was measured using the femoral neck axis and a line connecting the center of femoral head to the point of beginning asphericity of the head-neck contour^{17,32} (Figure 2). Every measurement was performed two times by the same reader. Angle values greater than 55° were classified as abnormal³¹⁻³³.

For the labrum, a classification system, modified from Czerny³⁴, was proposed (Figure 3).

The location and extent of the labral lesions were reported according to the clock-face nomenclature^{35,36}. The anteromedial site of the acetabular rim was designated 3 o'clock (3h), the superior site 12h, and the posterolateral 9h. Figure 4 illustrates the system used to classify the extent of labrum abnormalities.

The articular cartilage of the acetabulum was considered normal if images showed a regular and homogeneous appearance. Cartilage delamination was considered to be present when one of two criteria were met: (1) a high-signal intensity line between the hyaline cartilage and the subchondral bone was found at the peripheral portion of the acetabulum in T2-FS sequences or (2) a peripheral and abnormal region of the hyaline cartilage showed focal linear low-signal intensity which was continuous with the surface of the central cartilage whose signal was normal on T1 or T2-FS sequences^{21,37-39}. Substitution of the regular cartilage signal intensity by the high-signal intensity of the synovial fluid was considered a chondral defect²³. Diffuse narrowing of the articular cartilage was classified as osteoarthritis.

Labral and cartilage abnormalities were considered to occur only when they were found in at least two consecutive slices in the same plane or at the same location in two different planes. MRI readers were aware of the possibility of a sublabral recess, characterized by a well-defined partial thickness cleft that separates the labrum from the acetabular cartilage, located at the anteroinferior or posteroinferior portions of the acetabulum without adjacent intralabral or chondral abnormalities^{40,41}.

Figure 5 illustrates the normal aspect of the labrum and cartilage.

On the femoral side, the head articular cartilage was evaluated for chondral defects and subchondral collapse. The ligamentum teres and synovial tissue was also evaluated, as well as the presence of images suggestive of intra-articular bodies.

STATISTICAL METHODS

All images were analyzed independently by one experienced musculoskeletal MRI radiologist and one pediatric orthopaedic surgeon with previous training and clinical experience in hip MRI interpretation. A kappa analysis of interobserver agreement for labral abnormalities was performed to test the proposed system of classification⁴².

A consensus reading between the two examiners was established and considered for evaluating lesion prevalence and statistical analysis. For the descriptive data, the results related to the number of affected hips were used. For qualitative data, the Fisher test was applied using the results related to the number of patients. For bilateral cases, the most severely affected hip was selected. P values less than 5% were considered statistically significant.

SOURCE OF FUNDING

There was no external funding or financial support for this research. Neither the authors/institution nor patients involved in this research have received or will receive financial benefits for personal or professional use.

RESULTS

The right hip was affected in 53% (33 hips) and the left in 47% (29 hips) of cases. Mean age at the time of MRI was 13.73 years (standard deviation [sd], 3.19; min, 6.5; median, 13.42, max, 21.5 years). Mean time interval from clinical onset of LCPD to the MRI scan (time of disease) was 7.18 years (sd, 3.26; min, 1.00; median, 7; max, 15 years). Fifty-five hips (88.8%) were examined after complete ossification of the femoral head. There were three hips in the necrotic stage (4.8%), three in the fragmentation stage (4.8%), and one in the ossification stage (1.6%). Thirty-two patients had no pain symptoms (55%) and 26 patients (45%) had variable symptoms of pain at the time of MRI.

Twenty-three (37%) of the 62 hips had undergone conservative treatment (relative rest, weight-bearing activity restriction, and hip adductor lengthening), and 39 hips underwent surgical treatment (63%). The surgical procedures were Salter osteotomy (20 hips [32.3%]), femoral varus osteotomy (five hips [8.1%]), arthrodiastasis (four hips [6.4%]), triple pelvic osteotomy (two hips [3.2%]), and Pemberton osteotomy (one hip [1.6%]). The remaining seven hips (11.3%) underwent a combination of surgical procedures due to a poor outcome after one of the abovementioned procedures.

The alpha angle was greater than 55° in 44 of the 62 hips (71%) (Figures 2 and 6). The mean value was 80° (sd, 30°; min, 31°; median, 92°; max, 127°).

The overall frequency of abnormalities and lesions found in the acetabular labrum and in the acetabular cartilage was 77% (48 of 62 hips) and 57% (32 of 56 hips), respectively.

The labral abnormalities (Figure 7) were predominantly of type II and III, according to our proposed classification, and located at the anterior and superior regions of the acetabular labrum (Table 2). Six patients showed perilabral cysts. Evaluation of the acetabular labrum classification showed substantial interobserver agreement (Kappa coefficient, 0.76)⁴².

Figure 8 illustrates the extent of the labral lesions. Most (34 of 48 lesions [71%]) represented a continuous injury, but smaller than one quadrant (type A and B). Five of these hips showed more than one independent small lesion (skip lesions). The remaining hips (14 of 48 [29%]) had lesions extending greater than one quadrant (types C and D).

Most labral abnormalities (36 hips [58%]) were located between 3 and 12h on the clock-face nomenclature. The most commonly affected region was 1h (33 hips), followed by 12h (31 hips), and 2h (30 hips) (Figure 9).

For patients with alpha angle $<55^\circ$ (15 patients [18 hips]), nine patients had a normal labrum (60%), one had type I abnormality, two had type II abnormality, three had type III abnormality, and none had a severe labral lesion (type IV). For patients with alpha angle $>55^\circ$ (43 patients [44 hips]), only three had a normal labrum (7%) and the remaining 40 patients (93%) showed labral abnormalities, most of higher stages (9% type I, 25% type II, 40% type III, 19% type IV). There was statistical correlation between increased alpha angle and the presence of labral abnormalities ($p<0.001$).

For the acetabular cartilage abnormalities, the type and anatomical location are shown in Table 3 and Figure 9, respectively. The peripheral delamination (Figure 10) was the most frequent lesion (21 [37%] of 56 hips). All cases of cartilage damage were located at the anterolateral aspect of the acetabulum (3-12h); the most commonly affected location was 1h (24 hips), followed by 2h and 12h (21 hips each). The 11h site was additionally affected in four cases.

Table 4 reports overall results.

There was significant correlation between the increased alpha angle and the acetabular cartilage lesion ($p<0.01$), since 75% of patients with a normal alpha angle had normal acetabular cartilage (9 of 12 patients) and 71% of patients with an increased alpha angle had an acetabular cartilage lesion (29 of 41 patients).

There was also strong correlation between labrum and acetabular cartilage abnormalities ($p<0.001$). All patients with acetabular cartilage damage (32 patients) also showed labrum abnormality. All patients with a normal labrum (11 patients) also had normal acetabular cartilage with the exception of one patient with *os acetabulum*. There was statistical correlation between type II and III labrum lesions and cartilage delamination, as almost half of the patients with type II and III labrum lesions (54% and 47%, respectively) also showed cartilage delamination ($p<0.001$).

The femoral head cartilage was normal in 63% of hips. The types of lesions were mainly partial or total thickness defects (9%), defect plus subchondral collapse (16%), and osteoarthritis (7%). Three cases (5%) showed a saddle-like deformity of femoral head. The most frequent locations of femoral head chondral lesions were at 2h, 1h, and 12h.

Intra-articular loosen bodies were identified in 12.5% of hips (7 of 56). The ligamentum teres was normal in 40% of hips and altered in 60% (37 of 62 hips), mostly represented by degeneration and synovitis; there were two ruptures (one partial and one complete).

DISCUSSION

The hip is a ball and socket joint whose range of motion is limited by the osseous geometry and soft tissue components^{26,43}. The classical mechanical concepts of containment, concentricity, and congruence have been considered the primary prognostic factors associated with late hip osteoarthritis in LCPD⁴. However, the development of earlier hip problems in LCPD has recently been associated with the FAI phenomenon, which is more related to repetitive motion than axial mechanical overloading^{10,11}. Because of this, proper diagnosis and treatment of FAI may hypothetically prevent the evolution of earlier injuries^{10,44}.

The amount of epiphyseal extrusion is also an important prognostic factor in LCPD⁴⁵. Extrusion of the lateral pillar associated with loss of sphericity of the femoral head may result in an anterolateral bump at the cervicocapital junction that locally increases the ratio of the femoral cervicocapital junction and decreases the offset. During hip motion, the cephalic extrusion may penetrate the acetabulum, generating mechanical conflicts such as compressive and shearing forces against hyaline cartilage¹⁰. When the extrusion portion is larger, it does not penetrate the acetabulum due to abutment against the rim, directly over the labrum. The hinge abduction phenomenon occurs when the superolateral portion of the deformed femoral head impinges against the superior acetabular rim and an additional abduction leads the femoral head to hinge and move away from the acetabulum⁴⁶, thus disturbing the normal rolling mechanism and joint concentricity.

Clinical investigation for FAI usually begins with the clinical presentation. However, according to our clinical practice, it is relatively frequent to find dissociation between the clinical and radiological findings since patients affected by LCPD can show high grades of radiological deformity but remain asymptomatic with daily activities. For this reason, we did not take into account symptoms as a criterion of inclusion, but aimed at prospectively identifying radiological conditions possibly related to FAI.

Considering the imaging diagnostic methods, MRI is the most reasonable noninvasive method to evaluate the bone anatomy and intra-articular structures of the hip^{20,23}. However, as the hip is a deep joint with a complex anatomy and the articular cartilage is relatively thin (between 1 and 2 mm),

evaluation may be quite challenging^{20,47}.

Peripheral cartilage delamination may be identified on MRI as a high-signal intensity line between the subchondral bone and cartilage. Due to a lack of communication between the delamination and synovial fluid, this finding is frequently absent³⁹. Most cases of delamination were recognized indirectly by means of cartilage signal change. MRI signal loss may be associated with fibrous metaplasia of the hyaline cartilage or diffuse molecular changes of the extracellular matrix^{37,39}.

Several studies have evaluated the accuracy of MRI and magnetic resonance arthrogram (MRA) for detecting labral and chondral abnormalities^{21,23,34,36,39,48-59}. Some authors consider MRA to be more accurate than MRI for evaluating labral lesions^{34,36,48-55} but it seems that there are no major differences between the two methods in terms of cartilage evaluation⁵⁸.

The use of intra-articular contrast may lead to capsule distension and the filling of lesions and recesses, making smaller lesions easier to identify^{34,55}. However, the use of intra-articular contrast for evaluating the labrum and hip cartilage is controversial²⁰. As MRA is an invasive method, it may require sedation or even general anesthesia for younger patients. It is not free of potential complications such as infection, even with proper technique. In our study, we considered that such risks were ethically unacceptable considering the prospective design whose results might not directly benefit the patient.

Additionally, recent studies suggest that high-resolution noncontrast MRI is highly effective for evaluating intra-articular structures of the hip, with a high accuracy for detection labral and chondral lesions^{23,56} and substantial interobserver agreement²³. However, an adequate technique is imperative, particularly the use of a small flexible surface coil and small field to provide high spatial resolution^{58,59}.

An increased alpha angle average (abnormal in 71% of our series) suggested that our patients are quite suitable for developing CAM impingement. In this study, the alpha angle was measured in the oblique axial plane at the position of 3h. Measurements in radial planes, mainly in the 1h and 2h positions, could result in even greater values³². For hips with increased alpha angle, we found a remarkable high frequency of labral lesions (93%). However, we also found labral lesions in hips with normal alpha angle (7 of 18 hips) and we feel this finding may be secondary to deformities such as acetabular overcoverage, *coxa vara*, or even a small extrusion, which may not change the radiological head-neck offset.

Some classifications of labral lesions have been described in the literature^{34,60,61}. However, we feel they are not routinely used in clinical, radiological, and surgical practice, maybe because they do not lead to a specific treatment. Moreover, no classification currently in use takes into consideration the extent of the labral lesion. In the present study, labral lesions were classified according to an easier and simplified system, with substantial interobserver agreement, which may even be used to guide labral treatment, if it is required.

Type I findings correspond to mild abnormalities of the labrum having preservation of the fibrocartilaginous tissue with small internal degeneration which probably corresponds to fibrovascular infiltration⁶¹. They may not require any labral surgical intervention and may not be surgically demonstrated³⁴. Type II lesions represent several types of traumatic or degenerative abnormalities characterized by peripheral fissures or ruptures with preservation of the labral base. Imaging shows a partial or complete lesion that reaches the labral surface. The required treatment would be simple debridement. Type III lesions are unstable because they affect the labral base. They may be associated with a degenerative process, but the labral tissue is still viable. Treatment would involve transosseous reinsertion of the labrum and debridement. Type IV lesions have diffuse signal change and cystic degeneration indicating severely injured and nonviable labral substance. Treatment is labral resection or reconstruction⁶². Nevertheless, this classification system needs further study to establish its utility and surgical correlation.

We incorporated the clock-face nomenclature to the classification since it has been shown to be an adequate and interesting way to identify the site and extent of the lesions³⁵ (Figure 4). The high frequency of lesions located at the anterolateral portion of the acetabular rim (2-12h) in our study is in agreement with the data reported in patients not diagnosed with LCPD^{34-36,40,41,56,63,64}, but we found a higher frequency of lesions situated at the superior portion (12h). This could be explained by the enlarged cervicocapital region typically found in LCPD, which is bigger and wider than in patients with idiopathic FAI.

In many LCPD cases, the acetabulum remodels according to the femoral head deformity. Lateral subluxation or extrusion of the lateral pillar due to *coxa magna* may also occur. As a result, the labrum is intermittently submitted to abnormal compression and shearing loads. The chronic stress leads to labrum hypertrophy and degeneration, and perilabral cysts may occur⁶⁵.

Our study design has some limitations. As both observers were aware of the possibility of FAI diagnostic, an expectative bias might have happened. To decrease the chance of false positive interpretations, we evaluated very carefully images suggestive of sublabral recess, which are considered normal variations^{40,41}. Nevertheless, we do not have any surgical data as a gold standard to validate our MRI findings. Although our results strongly suggest morphological and degenerative findings, there are several patients in our study with functional and asymptomatic hips, which would discourage surgical treatment. However, our results suggest that these patients should be followed up to evaluate for future degeneration. Additional scientific evidences along these lines could possibly lead to changes in the treatment of this patient population.

In conclusion, we identified an elevated frequency of labral (77%) and cartilage (57%) abnormalities in hips with deformities secondary to LCPD, even in asymptomatic patients. Our results suggest that a patient affected by LCPD followed clinically and with signals suggestive of FAI on plain radiographs may have a high risk of developing labral lesion and cartilage damage. This data

implies that classic concepts of evaluating treatment outcomes in LCPD with the Mose circles, Wiberg angle, and Stulberg classification might not accurately evaluate true long term outcomes, and the inclusion of FAI in clinical evaluation might be necessary to establish prognosis and make appropriate treatment decisions.

REFERENCES

1. Catterall A. Legg-Calvé-Perthes syndrome. *Clin Orthop Relat Res*. 1981;158:41-52.
2. Hefti F, Clarke NM. The management of Legg-Calvé-Perthes' disease: is there a consensus? A study of clinical practice preferred by the members of the European Paediatric Orthopaedic Society. *J Child Orthop*. 2007;1:19-25.
3. Nelitz M, Lippacher S, Krauspe R, Reichel H. Perthes disease: current principles of diagnosis and treatment. *Dtsch Arztebl Int*. 2009;106:517-23.
4. Eijer H, Berg RP, Haverkamp D, Pecasse GA. Hip deformity in symptomatic adult Perthes' disease. *Acta Orthop Belg*. 2006;72:683-92.
5. Clarke NM, Harrison MH. Painful sequelae of coxa plana. *J Bone Joint Surg Am*. 1983;65:13-8.
6. Gower WE, Johnston RC. Legg-Perthes disease. Long-term follow-up of thirty-six patients. *J Bone Joint Surg Am*. 1971;53:759-68.
7. McAndrew MP, Weinstein SL. A long-term follow-up of Legg-Calvé-Perthes disease. *J Bone Joint Surg Am*. 1984;66:860-9.
8. Zilkens C, Bittersohl B, Jager M, Haamberg T, Westhoff B, Krauspe R. Clinical presentation of young adults after Legg-Calvé-Perthes disease. *Acta Orthop Belg*. 2009;75:754-60.
9. Snow SW, Keret D, Scarangella S, Bowen JR. Anterior impingement of the femoral head: a late phenomenon of Legg-Calvé-Perthes' disease. *J Pediatr Orthop*. 1993;13:286-9.
10. Ganz R, Parvizi J, Beck M, Leunig M, Notzli H, Siebenrock KA. Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;417:112-20.
11. Ganz R, Leunig M, Leunig-Ganz K, Harris WH. The etiology of osteoarthritis of the hip: an integrated mechanical concept. *Clin Orthop Relat Res*. 2008;466:264-72.
12. Quain S, Catterall A. Hinge abduction of the hip. Diagnosis and treatment. *J Bone Joint Surg Br*. 1986;68:61-4.
13. Leunig M, Beck M, Kalhor M, Kim YJ, Werlen S, Ganz R. Fibrocystic changes at anterosuperior femoral neck: prevalence in hips with femoroacetabular impingement. *Radiology*. 2005;236:237-46.
14. Beck M, Kalhor M, Leunig M, Ganz R. Hip morphology influences the pattern of damage to the acetabular cartilage: femoroacetabular impingement as a cause of early osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87:1012-8.
15. Maheshwari AV, Malik A, Dorr LD. Impingement of the native hip joint. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89:2508-18.
16. Peters CL, Erickson JA, Anderson L, Anderson AA, Weiss J. Hip-preserving surgery: understanding complex pathomorphology. *J Bone Joint Surg Am*. 2009;91 Suppl 6:42-58.
17. Tannast M, Siebenrock KA, Anderson SE. Femoroacetabular impingement: radiographic diagnosis - what the radiologist should know. *Am J Roentgenol*. 2007;188:1540-52.

18. Tannast M, Siebenrock KA. Conventional radiographs to assess femoroacetabular impingement. *Instr Course Lect.* 2009;58:203-12.
19. Kassarian A, Yoon LS, Belzile E, Connolly SA, Millis MB, Palmer WE. Triad of MR arthrographic findings in patients with cam-type femoroacetabular impingement. *Radiology.* 2005;236:588-92.
20. Potter HG, Schachar J. High resolution noncontrast MRI of the hip. *J Magn Reson Imaging.* 2010;31:268-78.
21. Anderson LA, Peters CL, Park BB, Stoddard GJ, Erickson JA, Crim JR. Acetabular cartilage delamination in femoroacetabular impingement. Risk factors and magnetic resonance imaging diagnosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91:305-13.
22. Shindle MK, Voos JE, Nho SJ, Heyworth BE, Kelly BT. Arthroscopic management of labral tears in the hip. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90 Suppl 4:2-19.
23. Mintz DN, Hooper T, Connell D, Buly R, Padgett DE, Potter HG. Magnetic resonance imaging of the hip: detection of labral and chondral abnormalities using noncontrast imaging. *Arthroscopy.* 2005;21:385-93.
24. Ito K, Minka 2nd MA, Leunig M, Werlen S, Ganz R. Femoroacetabular impingement and the cam-effect. A MRI-based quantitative anatomical study of the femoral head-neck offset. *J Bone Joint Surg Br.* 2001;83:171-6.
25. Peelle MW, Della Rocca GJ, Maloney WJ, Curry MC, Clohisy JC. Acetabular and femoral radiographic abnormalities associated with labral tears. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;441:327-33.
26. Goodman DA, Feighan JE, Smith AD, Latimer B, Buly RL, Cooperman DR. Subclinical slipped capital femoral epiphysis. Relationship to osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Am.* 1997;79:1489-97.
27. Clohisy JC, Carlisle JC, Beaulé PE, Kim YJ, Trousdale RT, Sierra RJ, Leunig M, Schoenecker PL, Millis MB. A systematic approach to the plain radiographic evaluation of the young adult hip. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90 Suppl 4:47-66.
28. Clohisy JC, Nunley RM, Otto RJ, Schoenecker PL. The frog-leg lateral radiograph accurately visualized hip cam impingement abnormalities. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;462:115-21.
29. Gekeler J. Radiology of adolescent slipped capital femoral epiphysis: measurement of epiphyseal angles and diagnosis. *Oper Orthop Traumatol.* 2007;19:329-44.
30. Meyer DC, Beck M, Ellis T, Ganz R, Leunig M. Comparison of six radiographic projections to assess femoral head/neck asphericity. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;445:181-5.
31. Notzli HP, Wyss TF, Stoecklin CH, Schmid MR, Treiber K, Hodler J. The contour of the femoral head-neck junction as a predictor for the risk of anterior impingement. *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84:556-60.
32. Rakhra KS, Sheikh AM, Allen D, Beaulé PE. Comparison of MRI alpha angle measurement planes in femoroacetabular impingement. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467:660-5.
33. Beaulé PE, Zaragoza E, Motamedi K, Copelan N, Dorey FJ. Three-dimensional computed tomography of the hip in the assessment of femoroacetabular impingement. *J Orthop Res.* 2005;23:1286-92.
34. Czerny C, Hofmann S, Neuhold A, Tschanner C, Engel A, Recht MP, Kramer J. Lesions of the acetabular labrum: accuracy of MR imaging and MR arthrography in detection and staging. *Radiology.* 1996;200:225-30.
35. Blankenbaker DG, De Smet AA, Keene JS, Fine JP. Classification and localization of acetabular labral tears. *Skeletal Radiol.* 2007;36:391-7.

36. Leunig M, Werlen S, Ungersbock A, Ito K, Ganz R. Evaluation of the acetabular labrum by MR arthrography. *J Bone Joint Surg Br.* 1997;79:230-4.
37. Beaulé PE, Zaragoza E, Copelan N. Magnetic resonance imaging with gadolinium arthrography to assess acetabular cartilage delamination. A report of four cases. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86:2294-8.
38. Beaulé PE, Zaragoza EJ. Surgical images: musculoskeletal acetabular cartilage delamination demonstrated by magnetic resonance arthrography: inverted "Oreo" cookie sign. *Can J Surg.* 2003;46:463-4.
39. Pfirrmann CW, Duc SR, Zanetti M, Dora C, Hodler J. MR arthrography of acetabular cartilage delamination in femoroacetabular cam impingement. *Radiology.* 2008;249:236-41.
40. Dinauer PA, Murphy KP, Carroll JF. Sublabral sulcus at the posteroinferior acetabulum: a potential pitfall in MR arthrography diagnosis of acetabular labral tears. *Am J Roentgenol.* 2004;183:1745-53.
41. Studler U, Kalberer F, Leunig M, Zanetti M, Hodler J, Dora C, Pfirrmann CW. MR arthrography of the hip: differentiation between an anterior sublabral recess as a normal variant and a labral tear. *Radiology.* 2008;249:947-54.
42. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics.* 1977;33:159-74.
43. Leunig M, Casillas MM, Hamlet M, Hersche O, Notzli H, Slongo T, Ganz R. Slipped capital femoral epiphysis: early mechanical damage to the acetabular cartilage by a prominent femoral metaphysis. *Acta Orthop Scand.* 2000;71:370-5.
44. Wenger DR, Kishan S, Pring ME. Impingement and childhood hip disease. *J Pediatr Orthop B.* 2006;15:233-43.
45. Green NE, Beauchamp RD, Griffin PP. Epiphyseal extrusion as a prognostic index in Legg-Calvé-Perthes disease. *J Bone Joint Surg Am.* 1981;63:900-5.
46. Grossbard GD. Hip pain during adolescence after Perthes' disease. *J Bone Joint Surg Br.* 1981;63:572-4.
47. Hodler J, Trudell D, Pathria MN, Resnick D. Width of the articular cartilage of the hip: quantification by using fat-suppression spin-echo MR imaging in cadavers. *Am J Roentgenol.* 1992;159:351-5.
48. Keeney JA, Peelle MW, Jackson J, Rubin D, Maloney WJ, Clohisy JC. Magnetic resonance arthrography versus arthroscopy in the evaluation of articular hip pathology. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;429:163-9.
49. Czerny C, Hofmann S, Urban M, Tschauer C, Neuhold A, Pretterklieber M, Recht MP, Kramer J. MR arthrography of the adult acetabular capsular-labral complex: correlation with surgery and anatomy. *Am J Roentgenol.* 1999;173:345-9.
50. Byrd JW, Jones KS. Diagnostic accuracy of clinical assessment, magnetic resonance imaging, magnetic resonance arthrography, and intra-articular injection in hip arthroscopy patients. *Am J Sports Med.* 2004;32:1668-74.
51. Plotz GM, Brossmann J, Schunke M, Heller M, Kurz B, Hassenpflug J. Magnetic resonance arthrography of the acetabular labrum. Macroscopic and histological correlation in 20 cadavers. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82:426-32.
52. Toomayan GA, Holman WR, Major NM, Kozlowski SM, Vail TP. Sensitivity of MR arthrography in the evaluation of acetabular labral tears. *Am J Roentgenol.* 2006;186:449-53.
53. Chan YS, Lien LC, Hsu HL, Wan YL, Lee MS, Hsu KY, Shih CH. Evaluating hip labral tears using magnetic resonance arthrography: a prospective study comparing hip arthroscopy and

- magnetic resonance arthrography diagnosis. *Arthroscopy*. 2005;21:1250.
54. Plotz GM, Brossmann J, von Knoch M, Muhle C, Heller M, Hassenpflug J. Magnetic resonance arthrography of the acetabular labrum: value of radial reconstructions. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2001;121:450-7.
  55. Hodler J, Yu JS, Goodwin D, Haghighi P, Trudell D, Resnick D. MR arthrography of the hip: improved imaging of the acetabular labrum with histologic correlation in cadavers. *Am J Roentgenol*. 1995;165:887-91.
  56. James SL, Ali K, Malara F, Young D, O'Donnell J, Connell DA. MRI findings of femoroacetabular impingement. *Am J Roentgenol*. 2006;187:1412-9.
  57. Zlatkin MB, Pevsner D, Sanders TG, Hancock CR, Ceballos CE, Herrera MF. Acetabular labral tears and cartilage lesions of the hip: indirect MR arthrographic correlation with arthroscopy--a preliminary study. *Am J Roentgenol*. 2010;194:709-14.
  58. Schmid MR, Notzli HP, Zanetti M, Wyss TF, Hodler J. Cartilage lesions in the hip: diagnostic effectiveness of MR arthrography. *Radiology*. 2003;226:382-6.
  59. Knuesel PR, Pfirrmann CW, Noetzli HP, Dora C, Zanetti M, Hodler J, Kuehn B, Schmid MR. MR arthrography of the hip: diagnostic performance of a dedicated water-excitation 3D double-echo steady-state sequence to detect cartilage lesions. *Am J Roentgenol*. 2004;183:1729-35.
  60. Lage LA, Patel JV, Villar RN. The acetabular labral tear: an arthroscopic classification. *Arthroscopy*. 1996;12:269-72.
  61. Abe I, Harada Y, Oinuma K, Kamikawa K, Kitahara H, Morita F, Moriya H. Acetabular labrum: abnormal findings at MR imaging in asymptomatic hips. *Radiology*. 2000;216:576-81.
  62. Philippon MJ, Briggs KK, Hay CJ, Kuppersmith DA, Dewing CB, Huang MJ. Arthroscopic labral reconstruction in the hip using iliotibial band autograft: technique and early outcomes. *Arthroscopy*. 2010;26:750-6.
  63. Fitzgerald RH, Jr. Acetabular labrum tears. Diagnosis and treatment. *Clin Orthop Relat Res*. 1995;311:60-8.
  64. Dorrell JH, Catterall A. The torn acetabular labrum. *J Bone Joint Surg Br*. 1986;68:400-3.
  65. Leunig M, Podeszwa D, Beck M, Werlen S, Ganz R. Magnetic resonance arthrography of labral disorders in hips with dysplasia and impingement. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;418:74-80.

FIGURE LEGENDS

Figure 1. Flowchart of sample selection.

Figure 2. Alpha angle³¹ measurement: a best-fit circle was drawn over the femoral head; the angle was measured using the femoral neck axis, and a line connecting the center of femoral head to the point of the beginning asphericity of the femoral head.

Figure 3. Classification used for MRI grading of labral findings. Type I represents intrasubstance fibrocartilage degeneration and type II to IV correspond to labral lesions.

Figure 4. Classification of the extent of labral abnormalities according to the clock-face nomenclature.

Figure 5. Coronal MR image demonstrates the normal aspect of the acetabular labrum (arrow) and cartilage (arrowhead). The intact labrum displays normal triangular morphology with homogenous low-signal intensity. The articular cartilage has homogenous intermediate signal intensity on the femoral and acetabular sides.

Figure 6. Distribution of the alpha angle measures. The thick horizontal line indicates the superior limit of normality (55°)³¹⁻³³.

Figure 7. MRI of acetabular labrum abnormalities in Legg-Calvé-Perthes disease according to the proposed classification. A – Axial oblique MR image demonstrates a type I abnormality at the posterior aspect of the labrum (arrow); the arrowhead indicates an intra-articular loose body. B – Axial oblique MR image demonstrates a type II lesion at the anterior aspect of the labrum (arrow); the arrowhead indicates the degenerated *ligamentum teres*. C - Sagittal MR image demonstrates a type III lesion (avulsion) of the labrum; note the supra-acetabular interference of metallic implants (arrowheads). D - Sagittal MR image demonstrates a type IV lesion, characterized by severe degeneration and tear (arrowhead) associated with avulsion (arrow).

Figure 8. Distribution of labral abnormalities according to the classification of extent of labrum abnormalities (see Figure 3).

Figure 9. Location distribution of labrum and acetabular cartilage abnormalities according to the clock-face nomenclature.

Figure 10. Sagittal MR image demonstrates anterior acetabular cartilage delamination (arrowheads), characterized by the linear and focal loss of signal intensity at a peripheral region of the acetabular cartilage, with the high-signal intensity line between the cartilage and the subchondral bone.

Anexos

Anexos

ANEXO A – Ofício de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

ANEXO A – Ofício de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

www.hcrp.fmrp.usp.br

Ribeirão Preto, 12 de setembro de 2008

Ofício nº 3367/2008
CEP/SPC

Prezados Senhores,

O trabalho intitulado **“AVALIAÇÃO DO LABRUM ACETABULAR EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM DEFORMIDADE ADQUIRIDA DA CABEÇA FEMORAL OU DO ACETÁBULO”**, foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 273ª Reunião Ordinária realizada em 08/09/2008 e enquadrado na categoria: **APROVADO, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**, de acordo com o Processo HCRP nº 9108/2008.

Este Comitê segue integralmente a Conferência Internacional de Harmonização de Boas Práticas Clínicas (IGH-GCP), bem como a Resolução nº 196/96 CNS/MS.

Lembramos que devem ser apresentados a este CEP, o Relatório Parcial e o Relatório Final da pesquisa.

Atenciosamente.

PROF. DR. SÉRGIO PEREIRA DA CUNHA
Coordenador do Comitê de Ética em
Pesquisa do HCRP e da FMRP-USP

Ilustríssimos Senhores

DANIEL AUGUSTO CARVALHO MARANHO

PROF. DR. JOSÉ B. VOLPON (Orientador)

Depto. de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor