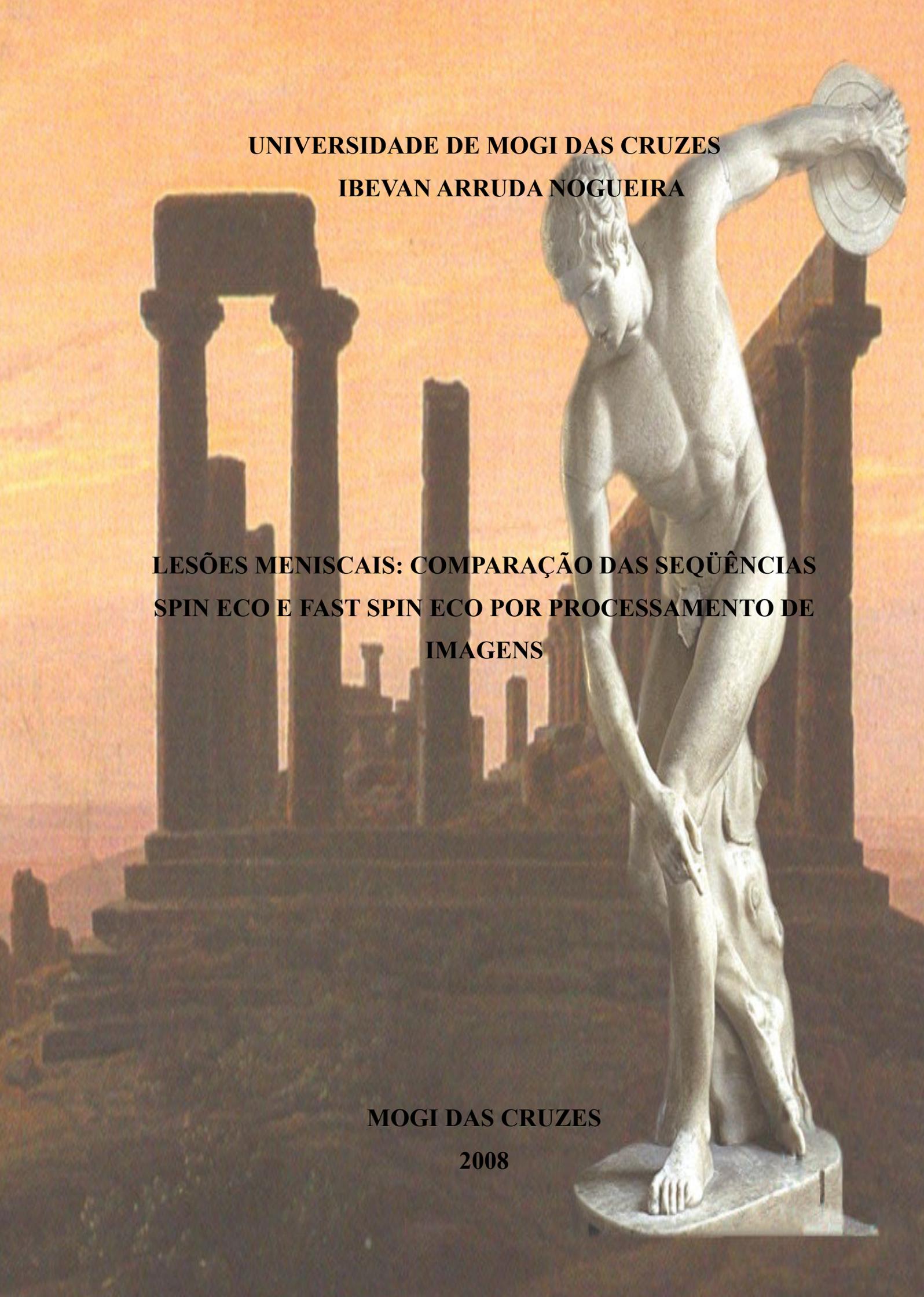


UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES
IBEVAN ARRUDA NOGUEIRA

**LESÕES MENISCAIS: COMPARAÇÃO DAS SEQÜÊNCIAS
SPIN ECO E FAST SPIN ECO POR PROCESSAMENTO DE
IMAGENS**

MOGI DAS CRUZES

2008



Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES
IBEVAN ARRUDA NOGUEIRA

**LESÕES MENISCAIS: COMPARAÇÃO DAS SEQÜÊNCIAS
SPIN ECO E FAST SPIN ECO POR PROCESSAMENTO DE
IMAGENS**

Dissertação apresentada a Comissão de Pós-Graduação da Universidade de Mogi das Cruzes, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Biomédica.

Orientadora: Prof^ª Dr.^a Annie France Frère Slaets

Mogi das Cruzes

2008

FICHA CATALOGRÁFICA

Universidade de Mogi das Cruzes - Biblioteca Central

Nogueira, Ibevan Arruda

Lesões meniscais: comparação das seqüências Spin Eco e Fast Spin Eco por processamento de imagens / Ibevan Arruda Nogueira. -- 2008

48 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Universidade de Mogi das Cruzes, 2008

Área de concentração: Processamento de Sinais e Imagens

Orientador: Annie France Frère Slaets

1. Lesões meniscais – Diagnóstico por imagem 2. Ressonância magnética 3. Processamento de imagens
I. Título II. Slaets, Annie France Frère

CDD 616.07548

**DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO
EM ENGENHARIA BIOMÉDICA**

No dia 06/11/08 o candidato *Ibevan Arruda Nogueira*, após realizar os créditos exigidos, ser aprovado no exame de Proficiência em Inglês, e no exame de Qualificação, apresentou o trabalho "*Lesões Meniscais: Comparação das Sequências Spin Eco e Fast Spin Eco por Processamento de Imagens*" para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Biomédica.

Os membros da banca consideram o candidato:

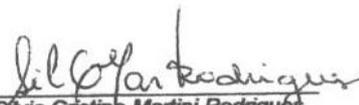
Dr. Heverton César de Oliveira
Dr^a Silvia Cristina Martini Rodrigues
Dr^a Annie France Frère Slaets

Conceito

Aprovado
Aprovado
Aprovado



Dr. Heverton César de Oliveira
Universidade Federal de São Paulo



Dr^a Silvia Cristina Martini Rodrigues
Universidade de Mogi das Cruzes



Dr^a Annie France Frère Slaets
Universidade de Mogi das Cruzes

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Antonio e Antonia, a minha esposa Rose e minha filha Maytê pela paciência e incentivo durante a realização desse projeto.

AGRADECIMENTO

A meus pais, Antonio e Antonia, por me gerarem e por me concederem à vida, a Deus, e aos meus irmãos.

À minha esposa, Rose e a minha filha Maytê, que além de ser meu alicerce, tiveram paciência e compreensão para suportar minhas ausências nos momentos em que precisei concentrar esforços nas atividades e pesquisa do projeto.

À minha Orientadora: Prof^a Dr^a Annie France Frère Slaets, pelo o apoio incondicional durante realização do projeto.

Agradeço Prof^a Dr^a Silvia, Prof^o Dr^a Márcia e Prof. Dr. Henrique pelo ajuda durante esse projeto.

Ao Prof. Dr. Heverton Cesar de Oliveira por seus ensinamentos e incentivo no desenvolvimento de pesquisa.

Agradeço em especial Meire Silva e Jaqueline Almeida do Núcleo de pesquisa UMC e a toda equipe do Centro Diagnóstico Lúmen pela ajuda e incentivo durante essa jornada.

A meus amigos – profissionais pessoas e sociais – não nomeados aqui, para que eu não corresse o risco de esquecer alguém, mas que contribuíram cada um a seu modo, para a realização deste projeto.

A meus amigos e professores da Faculdade Santa Marcelina - FASM.

Ao Prof. Dr. Paulo Cobellis Gomes pela confiança e oportunidade durante esse processo.

RESUMO

A lesão meniscal é atualmente diagnosticada por Ressonância Magnética sendo que a técnica Fast Spin Eco (FSE) ponderada em Densidade de Prótons atualmente é a mais utilizada. Entretanto vários autores aconselham baseado em avaliações subjetivas o uso da técnica Spin Eco Convencional (SEC) em DP por apresentar imagens que proporcionam um diagnóstico mais preciso. Nesta pesquisa foram processadas 60 imagens, com um programa desenvolvido em linguagem pascal, que após segmentação das regiões de interesse da quantidade de pixel, do contraste e o brilho das imagens das lesões obtidas com as duas técnicas. Os resultados mostram diferenças significativas, sendo que a técnica DP-SEC apresenta um aumento de 22% no número de pixels detectados, 28% mais contrastes e 31% mais brilho. Permitindo concluir que essa técnica deve ser recomendada para a detecção das micro-lesões meniscais do joelho.

Palavras-chave: Lesões Meniscais, Diagnóstico por Imagens, Ressonância Magnética e Processamento de Imagens.

ABSTRACT

Currently meniscus injuries are usually diagnosed with Magnetic Resonance (MR) using Fast Spin Echo (FSE) and protons density weighted images. Based on subjective evaluations, several authors suggest that the use of conventional Spin Echo (SEC) protons density weighted images provide more accuracy meniscus diagnoses. In this paper we accomplished the comparison of the two techniques. The obtained MR Images were analyzed using a program developed in Pascal capable to quantify the number of pixels, the contrast and the brightness of injury. The analyzed data shows that significant better results are obtained with the SEC technique. Increases of 22% in pixel quantity, 28% in the contrast and 31% in brightness were observed.

Keywords: Injury Meniscals, Diagnosis by Image, Magnetic Resonance and Image Processing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Desenho da visão superior dos meniscos.....	14
Figura 2:	(a) Tecido fibrocartilaginoso visto através da artroscopia. (b) Tecido fibrocartilaginoso com lesão, fibras irregulares.....	15
Figura 3:	Vascularização do Menisco	16
Figura 4:	(a) Lesão Vertical do joelho; (b) Lesão em alça de balde; (c) Lesão Horizontal; (d) Lesão Horizontal.....	18
Figura 5:	Gráfico da seqüência DP-SEC.....	20
Figura 6:	Gráfico de seqüência DP FSE.....	21
Figura 7:	Aparelho RM 1,5T.....	27
Figura 8:	Bobina de quadratura do joelho	27
Figura 9:	Instrumento de avaliação médica.	31
Figura 10:	Análise médica das imagens DP-FSE	32
Figura 11:	Análise médica das imagens DP-SEC.....	32
Figura 12:	Avaliação médica pelas técnicas DP-SEC e FSE.....	32
Figura 13:	Resultados em percentagem dos casos detectados por cada avaliador considerando as duas técnicas	34
Figura 14:	Caso 1: contagem de pixels DP-SEC e FSE área da lesão e área marcada para contagem.....	35
Figura 15:	Caso 28: contagem de pixels DP-SEC e FSE área da lesão e área marcada para contagem.....	35
Figura 16:	Caso 30: contagem de pixels DP-SEC e FSE área da lesão e área marcada para contagem.....	35
Figura 17:	Comparação da quantidade de pixels pelas técnicas DP-SEC e DP-FSE	37
Figura 18:	Comparação do Contraste pelas técnicas DP-SEC e DP-FSE	37
Figura 19:	Comparação do Brilho pelas técnicas DP-SEC e DP-FSE	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Resultado da Análise Médica das Imagens	33
Tabela 2:	Planilha do Excel com os resultados obtidos no Contraste, do Brilho e quantidade de Pixels das lesões.....	36
Tabela 3:	Quantidade de pixels.....	38
Tabela 4:	O contraste	38
Tabela 5:	O brilho	39

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1 conceitos iniciais	10
1.2 justificativa	12
1.3 objetivo	12
1.4 apresentação da defesa	13
2 CONCEITOS TEÓRICOS ASSOCIADOS AO PROJETO.....	14
2.1 o menisco	14
2.1.1 anatomia do menisco	14
2.1.2 microestrutura do menisco	15
2.1.3 vascularização do menisco	15
2.1.4 degenerações e lesões do menisco	16
2.1.5 graus de intensidade do sinal das lesões meniscais na rm	17
2.1.6 classificação das lesões meniscais	18
2.2 a ressonância magnética (rm)	19
2.2.1 princípios físicos	19
2.2.2 dp spin eco convencional com saturação da gordura	20
2.2.3 dp-fast spin eco com saturação da gordura	20
3 CONTEXTUALIZAÇÃO	22
3.1 avaliação da técnica por rm na detecção das lesões	22
3.2 comparação das técnicas dp sec e fse com saturação da gordura	25
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
4.1 material	27
4.1.1 Aparelho de RM	27
4.1.2 Coleta e registro	28
4.2 o software para o processamento	28
4.2.1 Detecção da região de interesse	28
4.2.2 Cálculo de Área, brilho, contraste e homogeneidade da lesão	29
4.2.3 Requisitos técnicos fundamentais para aquisição de imagens	29
4.3 etapas e protocolos para análise médica dos resultados	30
5 RESULTADOS.....	32
5.1 avaliação médica	32
6 DISCUSSÃO	40
7 CONCLUSÃO	42
8 TRABALHOS FUTUROS	43
REFERÊNCIAS.....	44

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONCEITOS INICIAIS

A lesão meniscal é uma das causas mais comuns de dor no joelho e disfunção mecânica em pacientes de todas as idades. Os meniscos são estruturas semicirculares dentro da periferia da articulação do joelho, localizadas entre o fêmur e a tíbia. São de natureza cartilaginosa e não são visíveis na radiografia. Funcionam como amortecedores de impacto e distribuidores de peso na articulação. As lesões do menisco medial são consideradas as mais comuns e sua rotura pode estar associada a fatores como trauma, lesões degenerativas e congênitas (STOLLER, 2002).

Por definição a lesão meniscal é uma linha de hipersinal que estende-se inequivocamente para superfície do menisco ou qualquer alteração na forma do menisco, exceto “frounce” meniscal e menisco discóide (RESNICK, 2007). Existem vários tipos de lesões meniscais que variam conforme a origem e faixa etária. O mais comum é o rompimento vertical. A lesão meniscal vertical grande poderá se deslocar para dentro da articulação, provocando bloqueio articular. Já as lesões horizontais são mais comuns em adultos e, com frequência, estão associada à artrose (JOHNSON, 2005).

As alterações degenerativas e as lesões meniscal do joelho são bastante comuns nos grandes centros de imagens médicas. Essas lesões acometem a estrutura do menisco desde um processo degenerativo até uma lesão completa e necessitam de um diagnóstico preciso para uma orientação médica segura, tanto para fins terapêuticos como cirúrgicos (MAGGE e WILLIAMS, 2006).

As imagens por Ressonância Magnética (RM) do joelho são peculiares em sua capacidade de avaliação das lesões de menisco em suas fases inicial ou tardia. Além de apresentar alta resolução e excelente contraste nas estruturas de tecidos moles (ANDERSON, 2002). Aparelhos de última geração, bobinas com múltiplos canais de recepção de sinal, aliados as técnicas especiais proporcionam um diagnóstico preciso, enquanto que técnicas inadequadas podem mascarar as lesões do menisco (OHISHI et al., 2005). Atualmente algumas técnicas permitem a visualização de imagens com altíssima resolução, sem perda considerável de detalhes relevantes e, conseqüentemente dispensando intervenções cirúrgicas e/ou invasivas, como a artroscopia, para confirmação da doença (MAGGE, 2006).

Apesar das controvérsias sobre custo-benefício para os exames por Ressonância Magnética, Rangger C. et al.,(1996), ressaltam que a evolução tecnológica confere maior

precisão a este exame, possibilitando diminuir os procedimentos de artroscopia diagnóstica que segundo Bradley & Baker, 2007 são historicamente utilizadas como padrão ouro para o estudo das lesões meniscais.

A RM é um fenômeno que ocorre quando um objeto é exposto a uma perturbação oscilatória (ondas de radiofrequência), que tem uma frequência próxima de sua própria frequência natural de oscilação (Prótons de Hidrogênio) (WESTBROOK, 2000). Portanto o núcleo ganha energia e entra em ressonância, quando a energia externa é aplicada a uma frequência igual à frequência de Larmor do núcleo. A frequência de Larmor é a frequência que os núcleos de Hidrogênio alcançam sob a influência de campos magnéticos distintos. Quanto maior for a potência do campo magnético, maior a velocidade dos prótons, melhorando a qualidade de imagem. Portanto para que ocorra a RM é necessário aplicar a radiofrequência exatamente à frequência de Larmor do hidrogênio.

A técnica *Spin Eco* Convencional foi uma das pioneiras na detecção das lesões de menisco, mas em função da demora no tempo de aquisições das imagens, foi substituída por técnicas mais rápidas entre elas, a *Fast Spin Eco* (BLACKMON, 2005).

Atualmente, a técnica *Fast Spin Eco* Convencional é uma ferramenta imprescindível na maioria dos centros de diagnósticos, devido à rapidez no tempo de aquisição das imagens. Entretanto, essa técnica pode mascarar detalhes relevantes ou aspectos geradores de dúvidas na apresentação das imagens devido à perda de sensibilidade (TARHAN, 2004).

Essas duas técnicas produzem imagens do joelho com alta resolução espacial, porém as formas de aquisições diferentes proporcionam contraste, nitidez e resolução distintos. As diferenças existentes entre as técnicas estão relacionadas com o fator turbo, um parâmetro que acelera o processo de aquisição das imagens, mas prejudica a resolução das lesões meniscais. O Fator Turbo acelera o processo de aquisição das imagens encurtando o tempo de eco (TE), lendo rapidamente o sinal proveniente do próton de hidrogênio em unidade chamada de espaço K. O espaço K armazena e organiza os dados enviados do paciente e posteriormente os transforma em imagens digitalizadas. Quanto mais alto for o fator turbo, menor é o tempo de duração do exame e mais rápido o preenchimento do espaço K. Contudo, a imagem resultante passa a ter uma mistura de contrastes devido à incompatibilidade entre os tempos de aquisição e TE (WESTBROOK, 2000).

1.2 JUSTIFICATIVA

As lesões meniscais correspondem às doenças mais comuns encontrada no joelho. A prevalência das lesões meniscais agudas é de 61 casos por número de 100.000 pessoas. A relação entre homens e mulheres global é de aproximadamente 2.5:1. A incidência da lesão meniscal para homens e mulheres é de 31-40 e 11-20 anos respectivamente. Em pacientes com idade superior a 65 anos, o índice das lesões está acima de 60%. Recente estimativa feita pela Academia Americana de cirurgiões Ortopedista, mostra que os procedimentos executados por ano são de aproximadamente 850.000 pacientes por ano (BRADLEY & BAKER, 2007).

A escolha da Ressonância Magnética (RM) como ferramenta para diagnosticar as lesões meniscais deve-se à sensibilidade que o método apresenta na investigação das doenças degenerativas, congênitas e traumáticas do joelho. Os ganhos em termos de diagnóstico são atribuído, especialmente, às técnicas Spin Eco Convencional e *Fast Spin Eco* com densidade de prótons e saturação da gordura, entretanto não existe atualmente uma orientação segura para determinar qual das duas utilizar.

Atualmente a técnica Densidade de Prótons *Fast Spin Eco* Convencional (DP-FSE) é uma ferramenta imprescindível na maioria dos centros de diagnósticos, devido à rapidez no tempo de aquisição das imagens. Entretanto, essa técnica pode mascarar detalhes relevantes ou gerar dúvidas diagnósticas (RAMNATH et al., 2006), sendo que vários autores (BLACKMON et al., 2005; KOWALCHUK et al., 2000) consideram que as lesões são mais visíveis na DP-SEC e sugerirem o abandono da DP FSE. Por outro lado, outros pesquisadores (TARHAN et al., 2004) não constataram diferença estatisticamente significativa entre as duas técnicas, referindo apenas pequena preferência pela qualidade da técnica DP-SEC. Como todos estes resultados foram baseados em observações subjetivas, o presente trabalho teve como objetivo quantificar através de processamento computacional as características relevantes para o diagnóstico, sendo o tamanho da área evidenciada, o brilho e o contraste, nas imagens obtidas com as técnicas DP-SEC e DP-FSE.

1.3 OBJETIVO

Quantificar as características relevantes para o diagnóstico, sendo o tamanho da área evidenciada (quantidade de pixels), o brilho e o contraste, nas imagens obtidas com as técnicas DP-SEC e DP-FSE por meio de programa com linguagem computacional.

1.4 APRESENTAÇÃO DA DEFESA

O capítulo 1 consta de uma breve introdução associado ao objetivo, justificativa para a realização desse trabalho.

O capítulo 2 apresenta uma explanação dos conceitos teóricos básicos relacionados à anatomia do sistema músculo-esquelético do joelho. Neste também constam os princípios físicos abordados pela RM e suas técnicas de aplicação.

O capítulo 3 a contextualização apresenta uma revisão dos artigos encontrados na literatura especializada que avaliam as técnicas DP-SEC e FSE com saturação da gordura na detecção das lesões meniscais e a comparação das mesmas.

O capítulo 4 é apresentado a metodologia utilizada para pesquisa, os materiais, os procedimentos e equipamentos para coleta de imagens assim como as técnicas de processamento, registro e o método utilizado para avaliar os resultados.

No capítulo 5 são apresentados os resultados, incluindo a análise Médica das imagens processadas, análise estatística e quantitativa dos resultados.

No capítulo 6 estão à discussão do trabalho.

No capítulo 7 a conclusão

No capítulo 8 os trabalhos futuros.

As referências bibliográficas são listadas no fim do trabalho.

2 CONCEITOS TEÓRICOS ASSOCIADOS AO PROJETO

2.1 O MENISCO

2.1.1 Anatomia do Menisco

Segundo Smith, Weiss e Don Lehmkuhl (1997) os meniscos são estruturas formadas de fibrocartilagem que por não serem fixadas nas superfícies articulares, são móveis (Figura 1). Suas superfícies, côncavas para acoplar-se aos côndilos femorais, têm tendência ao achatamento na região de contato com a tibia. O menisco medial (MM) apresenta formato semilunar e uma larga inserção anterior e posterior, sendo estas os “cornos” do menisco. No entanto, o menisco lateral (ML) apresenta formato mais ovalado com bases estreitas de inserção a seu corno anterior e posterior. Esta anatomia resulta em maior movimentação para o menisco lateral que o medial durante os movimentos da articulação do joelho (GOULD III, 1993). Em caso de não haver movimentação do menisco com os côndilos femorais, pode ocorrer esmagamento ou laceração desta estrutura pelos côndilos.

Os meniscos têm por função estabilidade da articulação do joelho, auxílio na transmissão de forças na descarga de peso, lubrificação aumentada e auxílio na rolagem dos côndilos femorais durante o movimento.

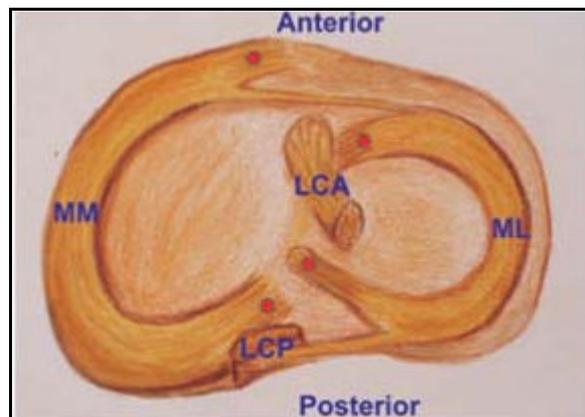


Figura 1: Desenho da visão superior dos meniscos.

Fonte: www.wgate.com.br/menisco_monique.htm

O menisco é uma estrutura em forma de meia lua, que consiste de fibrocartilagem em forma de C ou cartilagens semilunares que estão fixadas à superfície condilar da tibia e proporcionam estabilidade mecânica adicional ao deslizamento femorotibial. Os meniscos protegem a articulação servindo como amortecedores, proporcionando lubrificação, aumento da estabilidade articular e congruência entre as superfícies articulares femorais e tibiais. Esta

congruência é auxiliada por aprofundamento das superfícies articulares dos platôs tibiais para acomodar a articulação entre os côndilos femorais (STOLLER, 2002).

2.1.2 Microestrutura do menisco

A microestrutura do menisco fibrocartilaginosa é organizada de forma que os feixes de colágeno formem duas zonas distintas, a circunferencial e a transversal (Figura 2). As fibras circunferências, ou feixes, são ligados no terço periférico do menisco. As fibras de colágeno transversais unem-se à zona circunferencial deste, periféricamente à sua borda livre. As fibras radiais contribuem para a rigidez estrutural e proporcionam resistência à divisão longitudinal do menisco. Em um corte transversal, a zona do menisco é dividida em folhas superior e inferior pelo feixe de colágeno perfurante médio. As fibras de colágeno perfurantes médias normalmente não podem ser distinguidas do tecido do menisco adjacente em imagens de RM. As fibras de colágeno verticais secundárias, que funcionam como estabilizadores secundários podem estar presentes na zona transversal. O feixe perfurante médio pode demarcar um plano chamado de plano de cisalhamento do México. Em degenerações internas, o feixe de colágeno perfurante médio corresponde à localização da intensidade de sinal predominantemente horizontal observada em um menisco grau dois. A junção menisco capsular é periférica à zona circunferencial. A função das fibras de colágeno circunferenciais é resistir à carga longitudinal, isto é, estresse em arco (STOLLER, 2002).

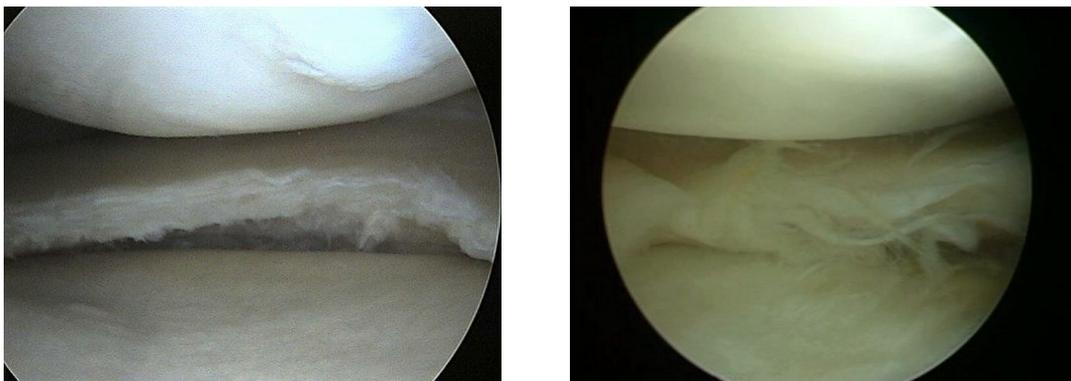


Figura 2: (a) Tecido fibrocartilaginoso visto através da artroscopia. (b) Tecido fibrocartilaginoso com lesão, fibras irregulares

Fonte: www.drbertran.com/ppages/ppage13.htm e www.ortopediaelsalvador.com/index.html

2.1.3 Vascularização do menisco

O plexo capilar perimeniscal origina-se de ramos das artérias geniculadas lateral e medial e supre a periferia do menisco em toda sua fixação à cápsula articular. Penetra na borda periférica do menisco como uma rede circunferencial e seus ramos radiais são

orientados para o centro da articulação (Figura 3). No adulto, as penetrações vasculares podem estender-se até 30% da largura (STOLLER, 2002).

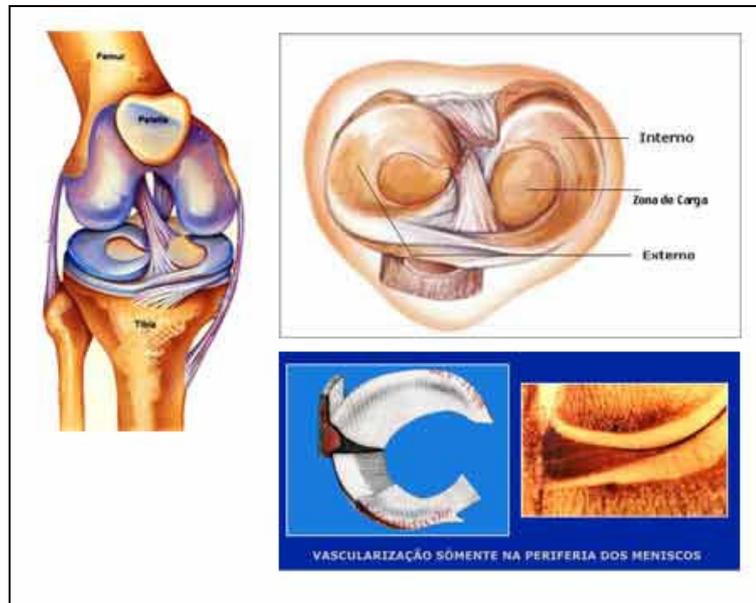


Figura 3: Vascularização do Menisco

Fonte: www.sbcj.org.br/sbcj.cfm?compl=1&newsid=1292994

Segundo Campbell (2001), o aporte vascular do menisco determina seu potencial de regeneração e a irrigação meniscal periférica tem a capacidade de gerar uma resposta reparadora similar àquela observada em outros tecidos conectivos. Quando uma lesão é gerada dentro da zona vascular periférica do menisco, forma-se um coágulo de fibrina que é rico em células inflamatórias. No entanto, a cura completa deverá se dar em aproximadamente 10 semanas, necessitando ainda de vários meses para que a região fibrocartilaginosa esteja madura e adquira aspecto normal.

A irrigação vascular dos meniscos medial e lateral do joelho se origina, sobretudo nas artérias geniculares medial e lateral. Os ramos destes vasos dão lugar ao plexo capilar perimeniscal, dentro do tecido sinovial e capsular da articulação. Os vasos irrigam o bordo periférico dos meniscos próximo a sua inserção na cápsula articular e são posicionados de forma predominantemente circunferencial, com ramos radiais que se dirigem para o centro da articulação (INSALL et al., 1994).

2.1.4 Degenerações e lesões do menisco

As cartilagens do menisco sustentam 50% da transmissão de carga no compartimento medial e mais de 50% no compartimento lateral. Assim, os meniscos são claramente importantes na estabilização articular e na redução de forças de compressão que atuam sobre a

cartilagem articular. A conservação do tecido do menisco minimiza o desenvolvimento de alterações articulares degenerativas (STOLLER, 2002).

Inicialmente surgem sintomas como dor articular progressiva, derrame articular e atrofia muscular do quadríceps, fazendo necessária uma avaliação inicial para um diagnóstico preciso e posteriormente uma avaliação para que sejam descartadas as complicações como lacerações completas, degenerações discam ou cistos. A dor pode ser apresentada também à palpação nas entrelinhas articulares (SIZÍNIO et al., 2003).

Posteriormente, apresentará bloqueio da articulação, principalmente nos movimentos de flexo-extensão, e incapacidade para estender o joelho completamente. No caso do menisco tipo ligamento de Wrisberg, este apresenta uma fixação posterior precária, o que resulta em uma mobilidade excessiva. Ao exame físico um toque articular pode ser palpado, ao final dos graus de flexo-extensão (SIZÍNIO et al., 2003).

2.1.5 Graus de intensidade do sinal das lesões meniscais na RM

Os graus de intensidade das lesões meniscais variam de acordo com a intensidade do sinal visualizada intra meniscal e sua extensão. O sinal das lesões meniscais é classificado, em graus I, II e III, segundo critérios morfológicos. Tal classificação apresenta boa correlação com achados histológicos (STOLLER, 2002).

Grau I apresenta um sinal de intensidade aumentada nas áreas intrameniscal que não se estendem à superfície articular. Representam alterações degenerativas em fase inicial, com depleção celular, degeneração mucinosa e regiões com deficiência de condrócitos ou hipocelulares. Estas alterações geralmente ocorrem em resposta à sobrecarga mecânica e degeneração. O sinal de intensidade grau I geralmente é observado em atletas assintomáticos e não é clinicamente significativo (STOLLER, 2002).

Grau II corresponde a extensas áreas de degeneração mucinosa ou hialóide, sem plano de clivagem definido. Aparecem com áreas de sinal hiperintenso, linear, horizontal, podendo ou não se estender até a margem do menisco, porém sem apresentar comunicação com a cavidade articular (SMITH et al., 1997). As lesões grau II apresentam alterações degenerativas mais acentuadas, denotando um menisco mais propenso a apresentar fraturas. A intensidade grau II em meniscos é uma continuidade da degeneração progressiva a partir do grau I e não é uma ocorrência histológica isolada distinta. Pacientes com imagens de intensidade grau II geralmente são assintomáticos (STOLLER, 2002).

Grau III demonstra áreas de intensidade intensa com comunicação bem estabelecida com a cavidade articular, representando um sinal bem específico, porém não-patognomônico, da fratura do menisco Schweitzer et al., (1993). O menisco pode conter múltiplas áreas de intensidade de sinal grau III ou toda estrutura do menisco (corno) pode ser envolvido, com morfologia irregular (STOLLER, 2002).

2.1.6 Classificação das lesões meniscais

Na anatomia transversal, as lesões do menisco podem ser classificadas em dois planos de lesão primário, vertical e horizontal. Entretanto, como a maioria das lesões do menisco não é exclusivamente perpendicular ou paralela à superfície do platô tibial, as lesões classificadas como verticais ou horizontais podem apresentar padrões de lesões secundárias (isto é, horizontal ou vertical).

A classificação das lesões meniscais prevê uma descrição anatomopatológica. Os tipos de lesões do Menisco são: (1) Longitudinais que podem levar a forma de uma alça de balde, quando sofre um deslocamento, (2) lesões Radiais, (3) lesões oblíquas, (4) lesões horizontais e (5) lesões complexas (BRADLEY & BAKER, 2007) (Figura 4 a,4b,4c e 4d).



Figura 4: (a) Lesão Vertical do joelho; (b) Lesão em alça de balde; (c) Lesão Horizontal; (d) Lesão Horizontal

Fonte: Lúmen Centro Diagnóstico

2.2 A RESSONÂNCIA MAGNÉTICA (RM)

2.2.1 Princípios Físicos

A Ressonância Magnética (RM) é um fenômeno físico que envolve campos magnéticos e ondas eletromagnéticas de radiofrequência (RF) para produção de imagens médicas. Foi descoberta em 1946 por Block e co-trabalhadores, em *Stanford*, e Purcell, em Harvard. Desde então, a imagem de ressonância magnética (RM) tem sido uma ferramenta útil, especialmente para química e bioquímica analítica (STARK, 2000). A RM pode produzir imagens com excelente contraste entre tecidos moles e alta resolução espacial.

A RM fundamentalmente traduz em imagem os prótons dos átomos de hidrogênio, que estão presentes em todos os tecidos humanos. Os prótons de hidrogênio estão presentes em diferentes microambientes atômicos (ossos, fluidos, músculos, gordura e cartilagens) e concentrações no corpo. Através da técnica por RM essas diferenças transformam-se em imagens (JOHNSON; STEINBACH, 2005).

Quando os prótons estão submetidos a um forte campo magnético, eles se alinham como incontáveis bússolas. Um pulso de radiofrequência rápido (milissegundos) é aplicado ao tecido, essencialmente defletindo os prótons. Quando esses pulsos são interrompidos, os prótons se realinham, ou “relaxam”, ao longo do forte campo magnético dominante (magnetização longitudinal). Os prótons relaxam em diferentes velocidades, que dependem do microambiente atômico. O princípio básico da RM é que, durante o relaxamento, os prótons excitados emitem um fraco sinal com propriedades distintas para cada tipo de tecido (JOHNSON; STEINBACH, 2005).

O sistema de RM recebe e transforma esses sinais em imagens anatômicas de alta precisão. Muitos processos patológicos alteram as características de relaxamento dos prótons dos tecidos normais. Essas alterações se tornam visíveis e originam áreas de intensidades de sinal diferentes. A potência do magneto (imã) é, com frequência, expressa em unidade tesla(T). Os equipamentos de RM estão clinicamente disponíveis com potências de 0,2 a 3 T (WESTBROOK, 2000).

Durante a realização do exame, o paciente será posicionado em uma espécie de túnel no qual estão localizadas as bobinas magnéticas que emitem a frequência necessária ao procedimento. Conforme lembram Arcuri and McGuire (2001), a claustrofobia e o barulho do equipamento são desvantagens da técnica. Também deve ser citado como desvantagem o fato

de que esta modalidade de imagem médica pode ser perigosa para pacientes que possuem implantes metálicos, como marcapasso e cliques de aneurisma cerebral.

2.2.2 DP Spin Eco Convencional Com Saturação da Gordura

Os métodos de produção de imagens através da técnica Densidade de Prótons (DP) Spin Eco Convencional com saturação da gordura colhem os dados após aplicação de um pulso de radiofrequência de 180° para refocalizar a defasagem do spin (Figura 5). O contraste nas imagens DP-SEC é uma função dos tempos de relaxamento T1 e T2, tempos de repetição e tempo de eco.

Com o intuito de manter a análise simples de todo o processo de aquisição, pode-se dizer que em cada período de tempo de repetição (TR), a seqüência de pulso é executada e é lida uma linha de dados da imagem, isto é uma codificação de fase. A seqüência de pulsos é então repetida por vários períodos TR até que todas as codificações de fase sejam interpretadas. Portanto, o tempo de leitura para esta técnica pode ser representado pela fórmula tempo de escaneamento (TR) vezes a quantidade de codificações de fase. A técnica DP SEC foi uma das pioneiras na detecção das lesões de menisco, mas em função da demora no tempo das aquisições de imagens, foi substituída por técnicas mais rápidas, entre elas a DP- FSE (STOLLER, 2002).

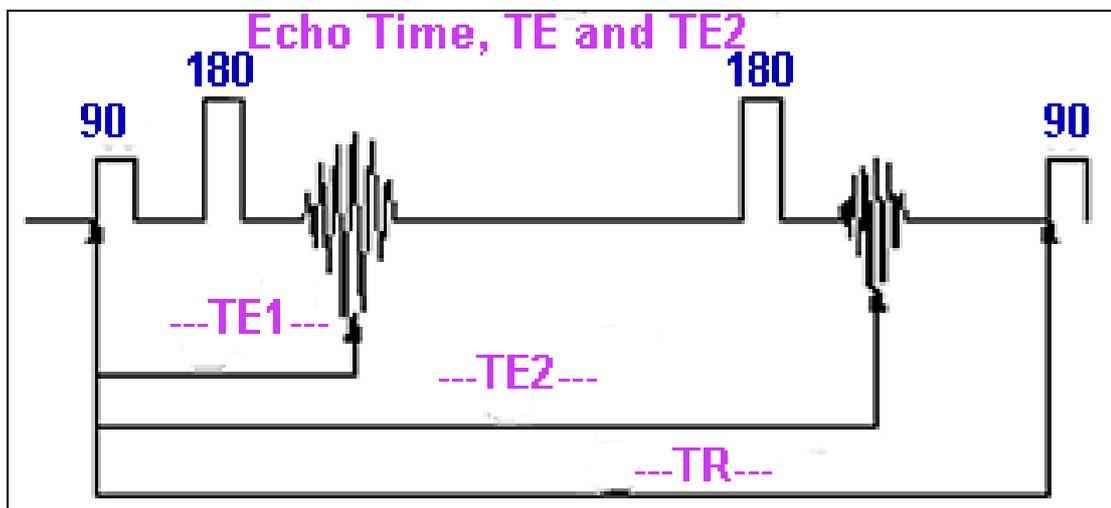


Figura 5: Gráfico da seqüência DP-SEC.

Fonte: Westbrook (2002)

2.2.3 DP-Fast Spin Eco Com Saturação da Gordura

As seqüências de pulsos DP FSE reduzem um valioso tempo na aquisição de imagens, adquirindo informações de dados para várias linhas do espaço K por TR. O número de linhas

é determinado pelo fator turbo (eco trem), (Figura 6). A disposição de cada linha no espaço K é determinada pela amplitude do gradiente de codificação de fase aplicado a cada eco. Gradientes de amplitude elevada codificam informações das linhas mais externas do espaço K. Nas seqüências FSE, o contraste da imagem é controlado pelo TR e pelo TE efetivo. O TR determina o contraste T1, enquanto o TE determina o contraste T2. Como o centro do espaço K é responsável pelo contraste, o TE efetivo é o eco que é codificado para o centro do espaço K. As seqüências FSE proporcionam imagens de alta qualidade em tempos de aquisição das imagens mais curtos e por isso vêm sendo utilizadas há alguns anos como alternativa adequada às aquisições convencionais DP SEC ponderadas em T1, DP e T2. Infelizmente, a aquisição de imagens DP FSE não deixa de ter seus custos. Há várias conseqüências prejudiciais, incluindo turvação da imagem e um sinal forte do tecido adiposo. Como a turvação incômoda é geralmente observada nas imagens ponderadas por densidade de prótons com TR longo e TE curto, alguns centros médicos continuam a usar DP SEC para esta ponderação (WESTBROOK, 2000).

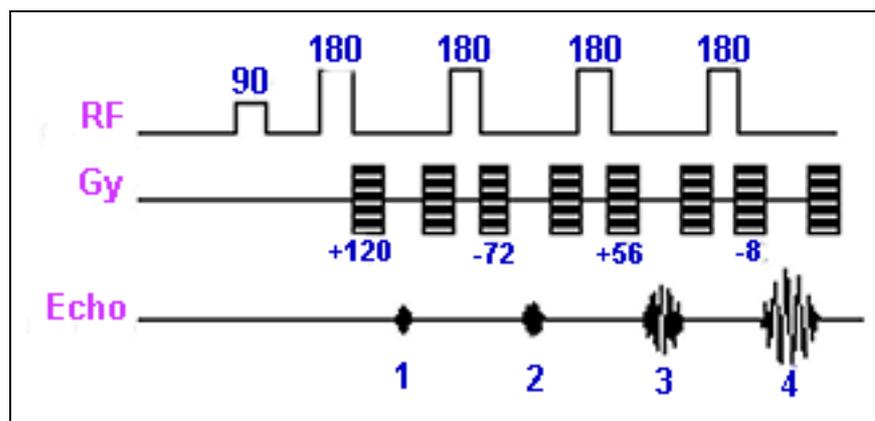


Figura 6: Gráfico de seqüência DP FSE

Fonte: Westbrook (2000)

3 CONTEXTUALIZAÇÃO

3.1 AVALIAÇÃO DA TÉCNICA POR RM NA DETECÇÃO DAS LESÕES

Com objetivo de comparar a acurácia do exame de RM em relação aos achados cirúrgicos, Crues III et al., (1987). Selecionaram imagens de RM de 277 meniscos que foram examinadas antes da realização da intervenção cirúrgica. As lesões foram classificadas em uma escala de um a três de acordo com a intensidade de sinal obtida nas regiões intrameniscais. Considerando que somente a intensidade do sinal de grau três foi aceita relevante em relação à presença da lesão meniscal, os achados cirúrgicos e na RM concordaram em 91,3% dos casos. Os autores concluíram que a RM é capaz de separar lesões meniscais significativas em termos cirúrgicos daquelas menos preocupantes, sendo considerado um método não invasivo de grande utilidade na fase pré-operatória.

Yousef et al., (1999) avaliaram a eficácia da ressonância magnética no diagnóstico das lesões intra-articulares do joelho, os autores analisaram retrospectivamente os prontuários de 312 pacientes que, após o exame, foram submetidos à artroscopia. Os resultados obtidos em relação à sensibilidade, especificidade e acurácia foram respectivamente: 89% e 81 % para menisco interno; Os autores concluíram que a RM é um exame adequado no diagnóstico das lesões meniscais do joelho, é o exame de escolha nos casos em que o exame clínico é inconclusivo.

Em 2003, Zanetti et al., apresentaram um estudo com a finalidade de avaliar exames de RM em pacientes com suspeita de lesões meniscais. Cem pacientes fizeram parte do estudo e tiveram ambos os joelhos examinados, sendo necessário que um dos joelhos fosse assintomático para ser incluído no trabalho. Foram observadas lesões de menisco em 57 joelhos sintomáticos e em 36 joelhos assintomáticos contralaterais. Nos 57 pacientes, com lesões de menisco no lado sintomático, a prevalência de lesões assintomáticas no lado contralateral foi de 63% (36/57). Foram encontradas lesões de menisco horizontais ou oblíquas no plano medial em 32 joelhos sintomáticos e somente 11 lateralmente. Concluiu-se que as lesões meniscais horizontais ou oblíquas, frequentemente encontradas tanto em joelhos sintomáticos como nos assintomáticos, não estando relacionadas à presença de sintomatologia dolorosa são bem detectadas pela RM.

Ohishi et. al. (2005) usaram técnicas especiais e reconstruções de imagens 2D e 3D, no plano axial e coronal para pesquisar as lesões meniscais. O estudo norteia uma tendência

tecnológica no segmento do músculo esquelético. Foram avaliados 74 meniscos, sendo que 37 pacientes submeteram-se a artroscopia do joelho. Primeiro, os autores compararam o desempenho diagnóstico das lesões meniscais no 2D coronal e sagital, segundo correlacionaram os tipos de lesões 2D sagital e coronal com artroscopia e as imagens 3D. As imagens axiais de 3D foram importantes no diagnóstico das lesões radiais, mas duas limitações foram encontradas no referido estudo relativo ao uso de imagens axiais. Primeiro, deveriam ser lidas o menisco medial cuidadosamente em fatias axiais por causa da taxa relativamente alta de falso-positivo. Segundo, imagens axiais podem confundir lesões horizontais de outros tipos de lesões do menisco. Logo, conclui-se que as imagens 2D e 3D no plano axial apresentaram um índice elevado de falso positivo nas lesões meniscais.

Vaz et. al. (2005) examinaram a validade da ressonância magnética do joelho no diagnóstico das lesões intra-articulares traumáticas do joelho. O número da amostra utilizada foi 300 pacientes, com quadro clínico sugestivo de lesões intra-articulares traumática do joelho, que tiveram seus laudos de RM comparados com os resultados obtidos nas artroscopias realizadas posteriormente. Foram calculados a sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e negativo, razão de verossimilhança positiva e de negativa e acurácia da ressonância magnética do joelho para o diagnóstico de lesões em cada estrutura intra-articular estudada do joelho (menisco medial, menisco lateral). Em relação às lesões do menisco medial, a sensibilidade da ressonância magnética foi de 97.5%, a especificidade de 92.9% o valor preditivo positivo de 93.9%, o valor preditivo negativo de 97%, a razão de verossimilhança positiva de 13.7, a razão de verossimilhança negativa de 0.02 e a acurácia de 95.3%. Para o menisco lateral, a sensibilidade da ressonância magnética foi de 91.9%, a especificidade de 93.6%, o valor preditivo positivo de 92.7%, o valor preditivo negativo de 92.9%, a razão de verossimilhança positiva de 14.3, a razão de verossimilhança negativa de 0.08 e a acurácia de 93.6%. A ressonância magnética apresenta alta acurácia para identificar as lesões meniscais.

Kreitner et al., (1998) estudaram os avanços tecnológicos (bobinas com múltiplos canais), que possibilitam informações substanciais sobre as lesões meniscais, usando a técnica FSE, métodos tridimensionais e técnicas avançadas (SENSE). Para esse estudo foi usada uma bobina de fase de seis canais para melhorar a qualidade das imagens. Todas as sucessões de imagens foram adquiridas com técnicas de aquisição paralelas integradas (iPAT), usando a sensibilidade modificada que codifica (mSENSE) algoritmo com fator de aceleração de 2 e a técnica convencional SEC. Foi utilizado um grupo de 100 pacientes e todos foram submetidos a artroscopia do joelho. Dois radiologistas avaliaram todas as imagens com relação à

qualidade de imagem global, artefatos e os resultados patológicos. As avaliações paralelas entre os leitores e especialista em imagens, respectivamente, foram analisadas por meio de coeficiente de kappa de pairwise estratificado para a área do estudo.

Magge e Williams (2006) utilizaram um equipamento de RM de 3.0 T para avaliar a sensibilidade e especificidade das lesões meniscais. Cem pacientes foram submetidos a exames de RM, conforme o seguinte protocolo: técnica FSE DP com cortes de 2 mm de espessura no plano sagital, FSE com saturação da gordura e ponderação em T2 nos planos axial, coronal e sagital e imagens ponderadas em T1 no plano coronal. Todos os referidos pacientes realizaram exames de artroscopia e os resultados foram avaliados por dois radiologistas especialistas em músculo esquelético, que não sabiam dos resultados obtidos por meio dos exames de RM. Os autores verificaram que dos 100 joelhos examinados, 96 apresentaram lesões meniscais e que 4 lesões não vistas na RM foram visualizadas na artroscopia. Também foi observada a presença de três falso-positivos na RM quando comparada à artroscopia. Nesse estudo a sensibilidade e especificidade da RM na detecção das lesões meniscais foram, respectivamente, 96% e 97%. Concluiu-se que a sensibilidade e especificidade da RM de 3.0 T para detecção de lesões meniscais são comparáveis à da artroscopia.

Michael G. Fox, MD, (2007) avaliaram a modalidade de RM, preferida no diagnóstico das lesões do menisco quando são seguidos critérios rígidos, porém, uma interpretação precisa requer conhecimento da anatomia do menisco normal, bem como, suas variações anatômicas, sendo que as variantes ou armadilhas diagnósticas são comuns nas imagens do joelho pela RM. Neste artigo, o autor enfatiza a importância na descrição adequada das referidas lesões e aconselha o uso da artroscopia e aparelhos de alta potência 3T no diagnóstico pós-operatório ou nos casos que apresentaram um grau de dificuldade superior em curtos espaços de tempo.

Karam et al., (2007) avaliaram o valor diagnóstico da RM nas lesões meniscais. Um grupo de setenta e dois pacientes foi submetido à RM previamente à artroscopia do joelho realizada por um único cirurgião e considerada como método padrão. Verificou-se a sensibilidade, a especificidade, os valores de verossimilhança e a concordância entre o radiologista e o ortopedista em classificar as lesões. O coeficiente de Kappa, comparando a RM e artroscopia, apresentou bom resultados para avaliação do menisco lateral (0,75) e razoável para o menisco medial (0,50). A RM apresentou alta sensibilidade para os meniscos mediais (92%) e boa sensibilidade para os meniscos laterais (80%). Os autores concluíram que a RM é uma ferramenta útil para subsidiar o diagnóstico clínico de lesões intra-articulares

do joelho, como já mostrado em resultados semelhantes encontrados na literatura produzida no Brasil e no exterior.

3.2 COMPARAÇÃO DAS TÉCNICAS DP SEC E FSE COM SATURAÇÃO DA GORDURA

Apesar do contraste da imagem ser semelhante na DP SEC e FSE, a velocidade de aquisição da imagem é diferente nas duas técnicas. Desta forma, Rubin et al., (1994) avaliaram o desempenho da FSE na detecção das lesões meniscais do joelho, utilizando a DP SEC como padrão ouro. Os autores examinaram 129 meniscos de pacientes com suspeita de lesões meniscais. Utilizando um protocolo de rotina, procurando manter a técnica a mais próxima possível da SEC. Eles observaram que na FSE somente 30 (65%) das 46 lesões vistas na SEC foram detectadas. Adicionalmente, quatro das 30 lesões vistas em ambas às técnicas foram diagnosticadas com maior precisão na SEC. Nos casos em que as duas técnicas permitiram um diagnóstico definitivo das lesões meniscais, as anormalidades tendiam a ser mais visíveis na DP SEC. Os autores sugeriram que a técnica DP FSE não seja usada no diagnóstico das lesões meniscais do joelho.

Cheung et al., (1997) analisaram a acurácia da técnica DP FSE no diagnóstico de lesões meniscais. Para a realização desse trabalho foram avaliadas imagens de RM de 239 pacientes com suspeita de alteração da articulação do joelho, sendo estes resultados comparados a um exame de artroscopia. O protocolo dos exames de RM incluiu a técnica DP FSE com duplo eco no plano sagital. Os resultados demonstraram que a sensibilidade e a especificidade para 143 casos de lesões meniscais da região medial foram, respectivamente, 89% e 84%, enquanto para 96 casos de lesões meniscais da região lateral foram 72% e 93%. Desta forma, os autores concluíram que a técnica DP FSE pode ser uma alternativa na detecção das lesões de menisco, em detrimento da DP SEC.

Kowalchuk et al., (2000) realizaram um estudo visando comparar o uso da técnica FSE com tempo de eco curto e gradiente de alta potência com a SEC na detecção das lesões de menisco. O trabalho foi realizado com 100 exames de RM de joelho realizados em um equipamento de 1.5 T. A técnica FSE usou um TE efetivo de 20 ms e um fator turbo de quatro. As imagens foram aleatoriamente avaliadas por quatro examinadores, que tinham a função de analisar a presença ou ausência das lesões meniscais. Nos casos de presença das referidas lesões, deveriam estabelecer se eram mediais, laterais, anteriores ou posteriores. Foi observado que a concordância entre as técnicas avaliadas foi de 93,5%. Três dos quatros

avaliadores apresentaram uma leve preferência pela SEC. Portanto, os autores não constataram diferença estatisticamente significativa entre os resultados proporcionados pela SEC e FSE, havendo apenas uma pequena preferência pela qualidade de imagens SEC.

Blackmon, Major e Helms (2005) fizeram um estudo com o objetivo de comparar a sensibilidade das técnicas Spin Eco Convencional e Fast Spin Eco para avaliação das lesões meniscais. O grupo controle foi composto por 64 pacientes (128 meniscos), que foram submetidos a artroscopia para determinar a sensibilidade da técnica SEC na detecção das lesões. Um segundo grupo, formado por 216 pacientes (432 meniscos) tiveram seus meniscos examinados pelas técnicas SEC e FSE. Dos 432 meniscos avaliados, 170 lesões foram detectadas na SEC. As sensibilidades das técnicas SEC e FSE foram, respectivamente, 93% e 83%. Houve discordância entre os achados visualizados nas duas técnicas mencionadas em 72 meniscos (17%). Os autores sugeriram o abandono da técnica FSE para a avaliação das lesões meniscais, uma vez que houve uma perda de sensibilidade de aproximadamente 10% em relação a SEC.

A detecção das lesões meniscais também foi estudada por Ramnath et al (2006) que avaliaram a eficácia da técnica utilizando um magneto de 3,0 T. A amostra foi composta por 140 pacientes submetidos à RM previamente à realização da artroscopia, sendo que aqueles que já haviam sido submetidos à intervenções cirúrgicas nos joelhos foram excluídos do estudo. Os resultados revelaram que a RM apresentou uma sensibilidade de 96% e uma especificidade de 89% na detecção de lesões na região medial dos meniscos, ao passo que sua sensibilidade e especificidade foram de 94% na detecção de lesões na região lateral. Os autores concluíram que a FSE apresenta alta precisão na detecção de lesões localizadas nos pólos mediais e laterais dos meniscos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

4.1.1 Aparelho de RM

As imagens foram adquiridas em um aparelho de RM modelo **Signa 1,5 T (Signa LX; GE, Milwaukee, Wi, USA)** com bobina de gradiente de 33 mT (Figura 7). Foi utilizada uma bobina de quadratura dedicada ao joelho composta por quatro canais de recepção de sinal (Figura 8). Para todas as imagens foi usado um protocolo padrão, seguindo normas internacionais nas técnicas FSE e SEC ponderadas em Densidade de Prótons (DP).



Figura 7: Aparelho RM 1,5T
Fonte: GE Health Care



Figura 8: Bobina de quadratura do joelho
Fonte: GE Health Care

4.1.2 Coleta e registro

Foram selecionadas 60 imagens de 30 pacientes que apresentam lesões meniscais do joelho. As 60 imagens obtidas usando as técnicas DP-SEC e DP-FSE para o mesmo indivíduo foram realizadas pela Clínica Lúmen em exames de rotina após consentimento do paciente. A Clínica Lúmen Centro de Diagnósticos concordou em ceder às imagens já laudadas pelo médico responsável.

As 60 imagens escolhidas foram transformadas do formato original Dicom para o formato BMP, tornando-as compatíveis com a plataforma utilizada para a quantificação dos parâmetros escolhidos. As imagens foram separadas individualmente, por caso, sendo que cada caso contém uma imagem obtida com a técnica DP-SEC e outra com a DP-FSE.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC) sob processo CAAE- 0042.0.237.000-08.

4.2 O SOFTWARE PARA O PROCESSAMENTO

4.2.1 Detecção da região de interesse

Foi utilizado um programa de processamento de imagens médicas (CR_Image v.1.0) desenvolvido em linguagem *Delphi* v.7.0 por pesquisadores do Núcleo de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de Mogi das Cruzes (NPT/UMC), que utiliza o método de crescimento de região para segmentação da região de interesse na imagem (SILVA, 2004).

Foi escolhido um pixel semente (que deve ser o pixel do centro geométrico da área do menisco). Com base no valor do nível de cinza da semente os pixels adjacentes foram analisados de acordo com o seguinte critério: Se o pixel adjacente externo possui nível de cinza com variações máxima de 10% fazem parte da lesão. Quando esta variação excedeu os 10% houve interrupção do crescimento. O valor de 10% foi definido empiricamente com ajuda de 4 especialistas, que consideraram, após analisar as 60 imagens, que na média, as regiões crescidas correspondiam as regiões da lesão.

O método de crescimento de região consiste em agregar conjuntos de pixels semelhantes. Para isso, foi escolhido um pixel, ou um conjunto de pixels denominados “sementes” a partir dos quais se agregam os pixels vizinhos que possuem propriedades similares tais como intensidade, cor, textura etc. Este processo prossegue até que uma condição de parada pré-estabelecida seja alcançada, (GONZALEZ & WOODS, 2002). A grande vantagem deste método é que a imagem não precisa ser homogênea, porque suas

características são previamente analisadas e incluídas nos descritores de semelhança da semente (NUNES, 2006). A semente foi escolhida de modo interativo clicando-se sobre um pixel no centro da lesão e o crescimento de região ocorre enquanto a tonalidade dos pixels vizinhos do pixel considerado como semente está dentro da faixa de valores selecionada. A lesão meniscal por definição tem contato com a superfície da cartilagem do joelho e por esta superfície apresentar pixels com tonalidade igual ou próxima do menisco lesado é necessário delimitar toda área do menisco para evitar leitura que não corresponde à lesão, essa delimitação é feita antes do crescimento da região. A área crescida é colorida para ser diferenciada do restante da imagem. Enquanto realiza o crescimento, o software também gera o histograma da região. Todos os valores calculados são gravados em arquivo, sendo possível também salvar a imagem processada.

4.2.2 Cálculo de Área, brilho, contraste e homogeneidade da lesão

O software CR_Image indica também o tamanho da área em pixels e em milímetros, os valores de níveis de cinza do pixel semente, bem como esses valores para a região crescida, que utiliza método de crescimento da região de interesse a partir de pixel semente para segmentação da imagem. A partir do histograma da região foram calculados os valores de contraste (C) da lesão utilizando a equação (1) que leva em consideração os valores de níveis de cinza da região fora da lesão (Bf) e na lesão (B1).

$$C = B1 - Bf \quad (1)$$

A definição do contorno foi realizada mensurando o contraste da borda por meio de histograma de linha em 5 direções totalizando 10 medidas. Os valores foram inseridos em planilha do Excel: Os dados não foram normalizados por serem obtidos com o mesmo aparelho, com técnicas padronizadas.

4.2.3 Requisitos técnicos fundamentais para aquisição de imagens

As seqüências utilizadas para aquisição das imagens foram DP Fast Spin Eco com saturação da gordura, TR 2000, TE 20, espessura de corte 4.0mm com intervalo de 0,4mm, Matriz (Frequência 320 e Fase 320), campo de visão (FOV) de 20 cm, Número de excitações (Nex) 2 ,e Largura de Banda 31.5MHZ e fator turbo de 3 e DP Spin Eco Convencional com saturação da gordura TR 2000, TE 20, espessura de corte 4.0mm com intervalo de 0,4mm, Matriz (Frequência 320 e Fase 320), (FOV) campo de visão de 20cm, Numero de excitações(NEX) 2 e largura de banda 31.5MHZ. O fator turbo não se aplica.

4.3 ETAPAS E PROTOCOLOS PARA ANÁLISE MÉDICA DOS RESULTADOS

Para avaliar a eficácia das duas técnicas, as imagens foram analisadas por quatro médicos especialistas no sistema músculo-esquelético e aptos a laudar exames de ressonância magnética. As imagens foram apresentadas aos avaliadores, sem indicação da técnica utilizada, para determinação da possibilidade de diagnóstico da lesão. As respostas foram anotadas em um questionário (Figura 9) preenchido manualmente pelos avaliadores / voluntários.

4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises foram realizadas por meio de um programa estatístico t-pareado, correlacionando, o contraste da borda, o brilho e a quantidade de pixels.

As avaliações dos médicos foram analisadas por médias e os resultados apresentados por gráficos em barra.

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO					
AVALIADOR - N°					
Solicitamos indicar se é possível ou não o diagnóstico da lesão meniscal nas imagens relacionadas a seguir.					
Imagens	Diagnóstico		Imagens	Diagnóstico	
	SIM	NÃO		SIM	NÃO
Imagem 01			Imagem 31		
Imagem 02			Imagem 32		
Imagem 03			Imagem 33		
Imagem 04			Imagem 34		
Imagem 05			Imagem 35		
Imagem 06			Imagem 36		
Imagem 07			Imagem 37		
Imagem 08			Imagem 38		
Imagem 09			Imagem 39		
Imagem 10			Imagem 40		
Imagem 11			Imagem 41		
Imagem 12			Imagem 42		
Imagem 13			Imagem 43		
Imagem 14			Imagem 44		
Imagem 15			Imagem 45		
Imagem 16			Imagem 46		
Imagem 17			Imagem 47		
Imagem 18			Imagem 48		
Imagem 19			Imagem 49		
Imagem 20			Imagem 50		
Imagem 21			Imagem 51		
Imagem 22			Imagem 52		
Imagem 23			Imagem 53		
Imagem 24			Imagem 54		
Imagem 25			Imagem 55		
Imagem 26			Imagem 56		
Imagem 27			Imagem 57		
Imagem 28			Imagem 58		
Imagem 29			Imagem 59		
Imagem 30			Imagem 60		

Figura 9: Instrumento de avaliação médica.

5 RESULTADOS

5.1 AVALIAÇÃO MÉDICA

Os questionários respondidos por 04 médicos, habilitados a analisar e diagnosticar as lesões meniscais utilizando técnicas de ressonância magnética mostra que foi possível o diagnóstico da lesão pela técnica DP-SEC em 93% dos casos, enquanto a técnica DP-FSE permitiu o diagnóstico de 83% dos casos, conforme pode ser visualizado nas figuras 10 e 11.



Figura 10: Análise médica das imagens DP-FSE

Figura 11: Análise médica das imagens DP-SEC

Sendo que 03 avaliadores detectaram a lesão em todas as 30 imagens através da técnica DP-SEC, mas 01 médico detectou lesão em 27 destas imagens, enquanto que com a técnica DP-FSE, a lesão foi detectada em apenas uma média de 22 imagens, conforme mostra figura 12.

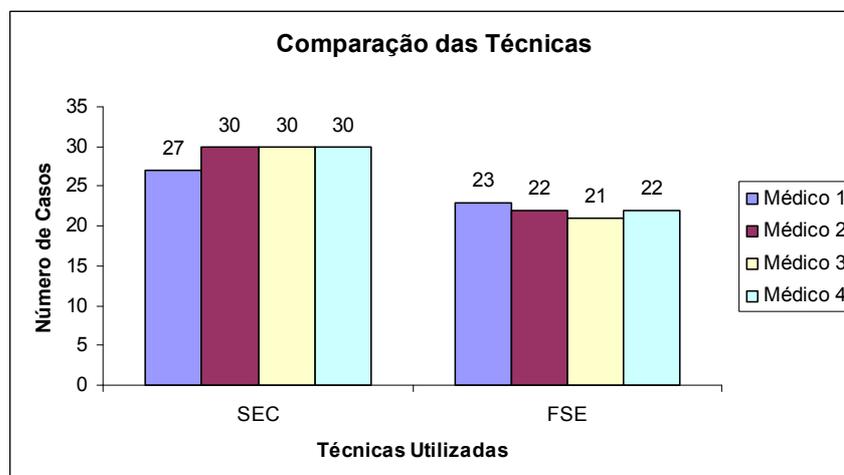


Figura 12: Avaliação médica pelas técnicas DP-SEC e FSE.

A tabela 1 apresenta os resultados por especialistas em sistemas músculos-esqueléticos quanto ao diagnóstico das técnicas DP-SEC e FSE nas lesões meniscais.

Tabela 1: Resultado da Análise Médica das Imagens

Casos	Diagnóstico pelos Avaliadores							
	Avaliador 1 Diagnóstico		Avaliador 2 Diagnóstico		Avaliador 3 Diagnóstico		Avaliador 4 Diagnóstico	
	FSE	SEC	FSE	SEC	FSE	SEC	FSE	SEC
01	X	X	X	X		X	X	X
02	X			X	X	X	X	X
03	X	X	X	X		X		X
04		X		X	X	X		X
05	X		X	X	X	X	X	X
06		X		X	X	X	X	X
07	X	X	X	X	X	X	X	X
08	X	X	X	X	X	X		X
09	X		X	X		X	X	X
10	X	X	X	X		X		X
11	X	X	X	X		X	X	X
12	X	X	X	X	X	X	X	X
13		X	X	X	X	X	X	X
14	X	X	X	X	X	X	X	X
15		X		X		X		X
16		X	X	X	X	X	X	X
17	X	X	X	X	X	X	X	X
18		X		X		X		X
19	X	X	X	X	X	X	X	X
20	X	X	X	X	X	X	X	X
21		X		X	X	X	X	X
22	X	X	X	X	X	X	X	X
23	X	X		X		X		X
24	X	X	X	X	X	X	X	X
25	X	X	X	X	X	X	X	X
26	X	X	X	X	X	X	X	X
27		X	X	X	X	X	X	X
28	X	X	X	X	X	X	X	X
29	X	X	X	X	X	X	X	X
30	X	X		X		X		X
TOTAL	23	27	22	30	21	30	22	30

Na figura 13, pode se observar os resultados em percentagem dos casos detectados por cada avaliador considerando as duas técnicas.

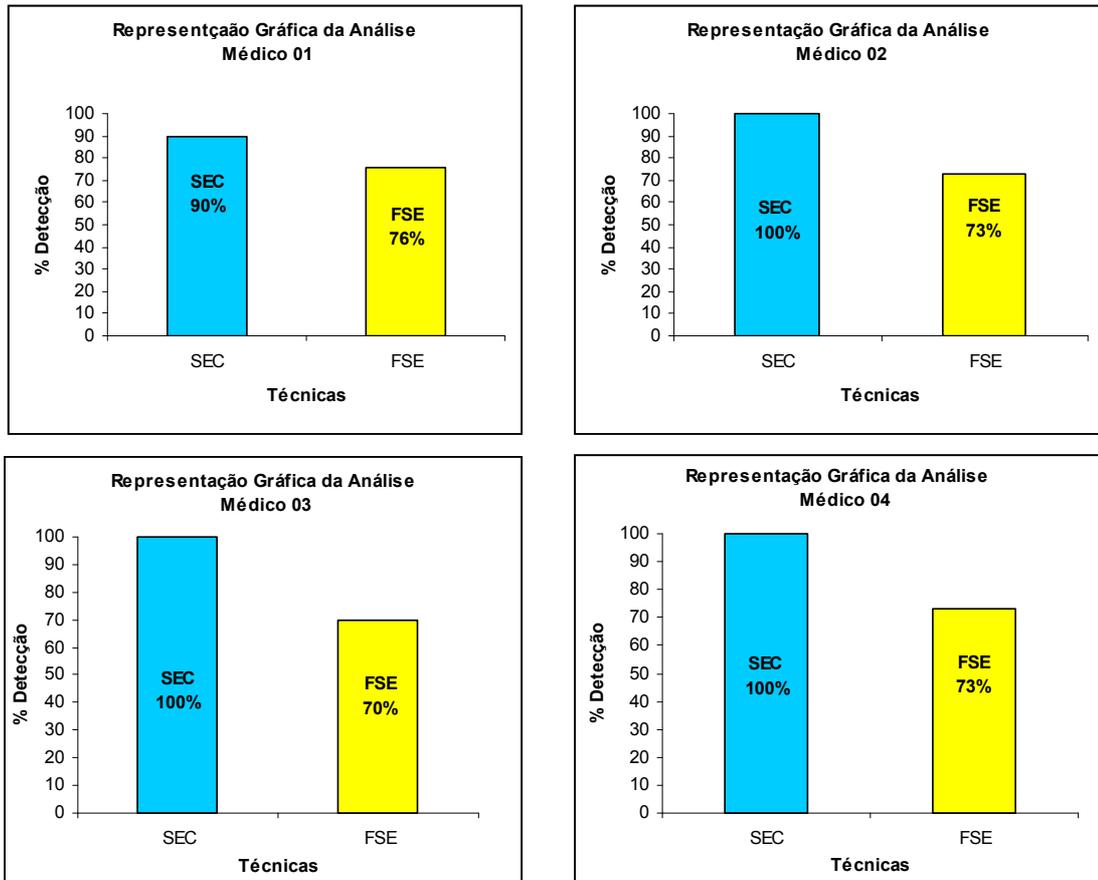


Figura 13: Resultados em percentagem dos casos detectados por cada avaliador considerando as duas técnicas

As 60 imagens foram processadas para quantificar a nitidez (contraste); sensibilidade (tamanho da lesão evidenciada) e definição do contorno. As figuras 14, 15 e 16 fazem parte dos resultados obtidos com algumas imagens:

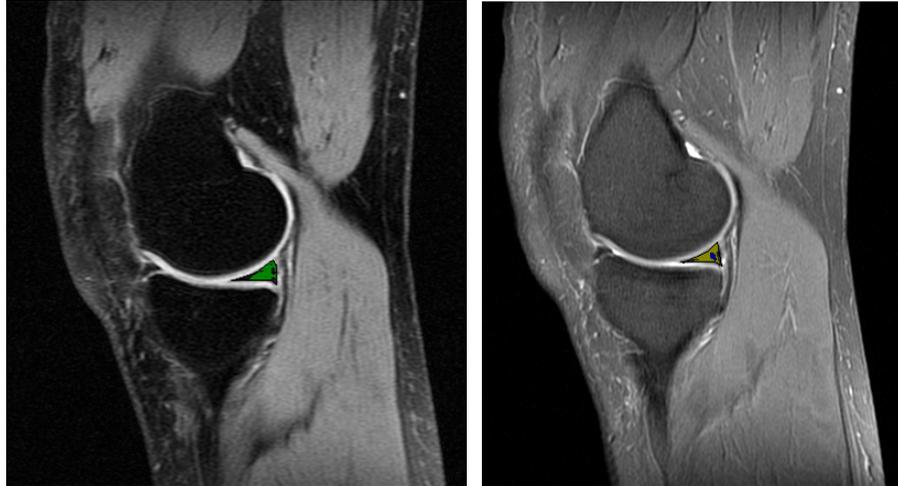


Figura 14: Caso 1: contagem de pixels DP-SEC e FSE área da lesão e área marcada para contagem.



Figura 15: Caso 28: contagem de pixels DP-SEC e FSE área da lesão e área marcada para contagem.

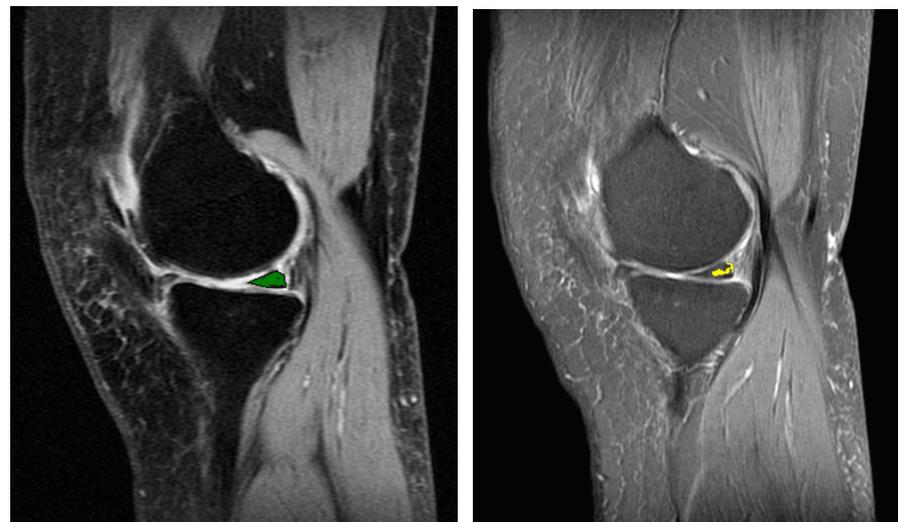


Figura 16: Caso 30: contagem de pixels DP-SEC e FSE área da lesão e área marcada para contagem.

A Tabela 2 - Apresenta os resultados do processamento das 60 imagens obtidas pelas técnicas DP (SEC) e DP (FSE) com saturação da gordura, em uma planilha do Excel. As imagens foram processadas pelo o programa CR_Image para quantificar a quantidade de pixel, o contraste e o brilho evidenciada nas lesões.

Tabela 2: Planilha do Excel com os resultados obtidos no Contraste, do Brilho e quantidade de Pixels das lesões.

Amostra	Contraste		Brilho		Número de Pixels	
	DP	DP	DP	DP	DP	DP
	SEC	FSE	SEC	FSE	SEC	FSE
1	130	109	164	128	137	87
2	171	176	179	180	208	95
3	161	110	181	115	194	125
4	102	82	124	108	136	86
5	128	120	140	140	139	29
6	156	113	188	140	68	41
7	85	111	108	124	53	32
8	171	158	180	164	126	96
9	108	47	132	92	137	65
10	101	89	146	116	137	89
11	148	131	156	148	171	90
12	137	114	156	124	96	67
13	155	133	177	148	59	55
14	145	106	164	124	133	125
15	89	46	100	92	225	219
16	178	91	188	126	142	85
17	190	155	206	174	360	173
18	107	88	108	108	146	69
19	95	86	104	100	86	73
20	179	107	187	137	200	177
21	142	77	152	103	177	154
22	187	159	195	177	86	58
23	121	90	140	126	92	88
24	174	131	204	158	178	114
25	128	120	162	150	99	52
26	117	111	149	115	220	161
27	89	87	213	132	170	98
28	99	96	119	121	175	146
29	152	95	168	93	234	140
30	70	43	83	84	115	64

Os gráficos a seguir apresentam a relação entre as duas técnicas em função da quantidade de pixels figura 17, ao contraste da borda figura 18 e ao brilho a lesão figura 19.

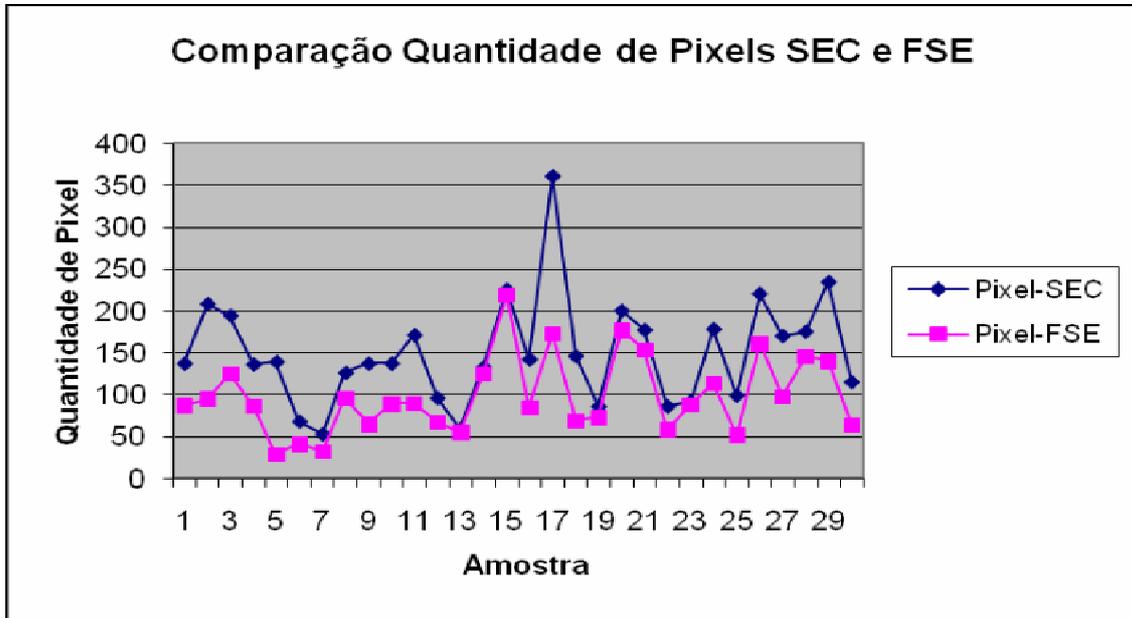


Figura 17: Comparação da quantidade de pixels pelas técnicas DP-SEC e DP-FSE

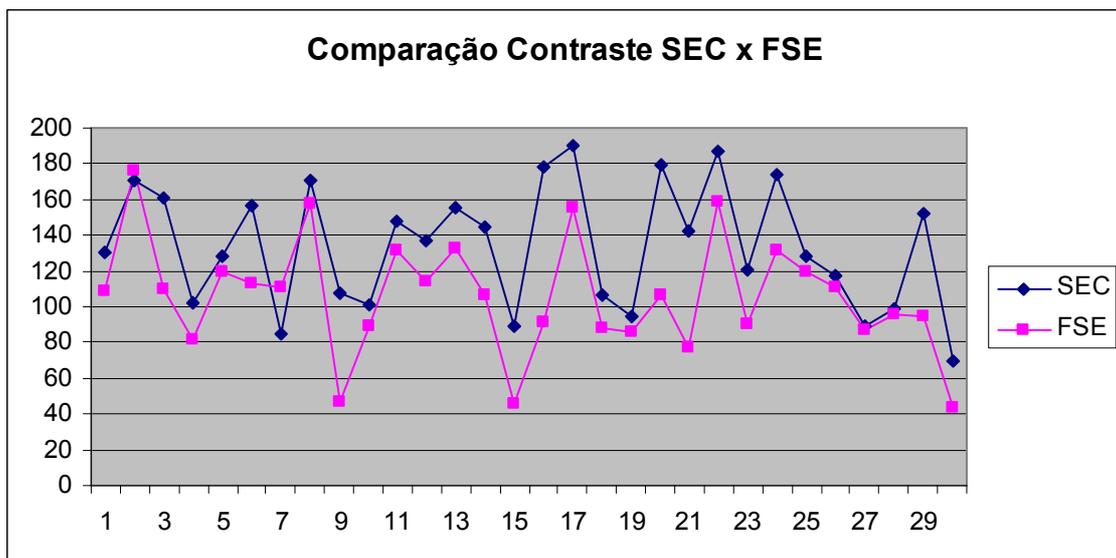


Figura 18: Comparação do Contraste pelas técnicas DP-SEC e DP-FSE

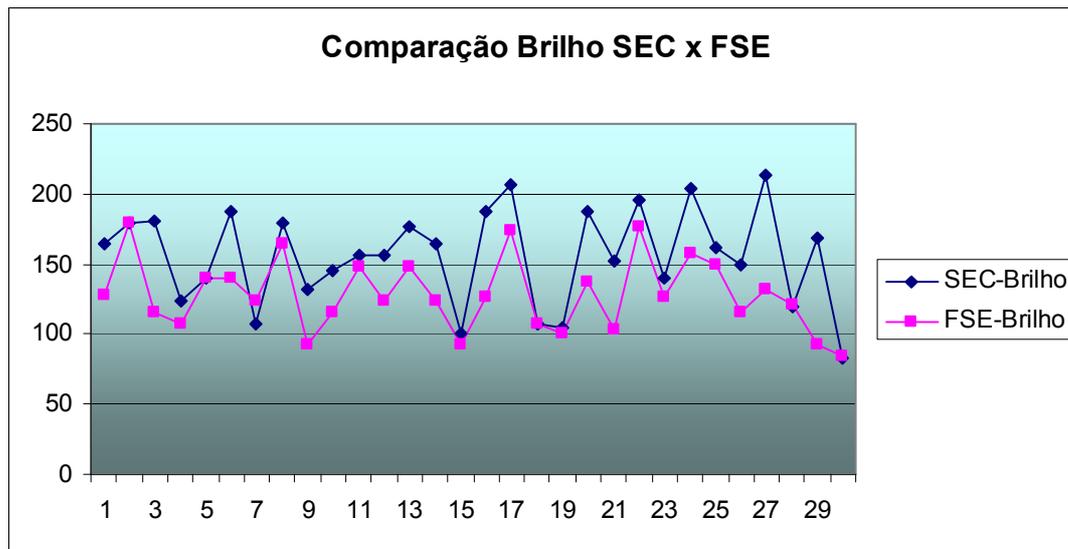


Figura 19: Comparação do Brilho pelas técnicas DP-SEC e DP-FSE

A correlação entre as duas técnicas foi analisada com o teste estatístico t-pareado, apresentando valor de 7.1203 para quantidade de pixels tabela 3, de 6.1277 para o contraste tabela 4 e de 6.0553 para o brilho tabela 5, ou seja, a diferença é estatisticamente significativa, rejeitando-se a hipótese de nulidade e aceitando-se a alternativa.

Tabela 3: Quantidade de pixels

Pixel	DP-SEC	DP-FSE
Indivíduos	30	30
Média	149.9667	98.4333
Desvio Padrão	63.5016	46.4919
Média das diferenças	51.5333	---
(t)=	7.1293	---
Graus de Liberdade	29	---
(p) unilateral =	< 0.0001	---
(p) bilateral =	< 0.0001	---
IC (95%)	36.7512 a 66.3154	---
IC (99%)	31.6118 a 71.4548	---

Tabela 4: O contraste

Contraste	DP-SEC	DP-FSE
Indivíduos	30	30
Média	133.8333	106.0333
Desvio Padrão	34.2245	32.1188
Desv. Padrão da Diferença	24.8491	---
Média das diferenças	27.8000	---
(t)=	6.1277	---
Graus de Liberdade	29	---
(p) unilateral =	< 0.0001	---
(p) bilateral =	< 0.0001	---
IC (95%)	18.5222 a 37.0778	---
IC (99%)	15.2966 a 40.3034	---

Tabela 5: O brilho

BRILHO	DP-SEC	DP-FSE
Indivíduos	30	30
Média	155.7667	128.2333
Desvio Padrão	34.4831	26.0195
Média das diferenças	27.5333	---
(t)=	6.0553	---
Graus de Liberdade	29	---
(p) unilateral =	< 0.0001	---
(p) bilateral =	< 0.0001	---
IC (95%)	18.2347 a 36.8320	---
IC (99%)	15.0018 a 40.0649	

6 DISCUSSÃO

Neste estudo, a partir de uma amostra representativa de 60 imagens do joelho, os avaliadores apontaram uma menor acurácia na identificação das lesões meniscais quando foi usada a técnica DP-FSE. Para esses especialistas a dificuldade no diagnóstico de um número elevado de imagens foi devida a perda de nitidez provocada pelo borramento das estruturas de interesse assim como pela diminuição do brilho e do contraste o que compromete a visualização das pequenas ou micro lesões.

Três dos avaliadores afirmaram que todas as imagens adquiridas através da técnica DP-SEC eram diagnosticáveis, sendo que apenas um avaliador recusou três das 30 imagens apresentadas. Já em relação às imagens adquiridas pela técnica DP-FSE todos os avaliadores recusaram oito imagens em média. Todos consideraram que a técnica DP-SEC é melhor, apresentando maior nitidez, sensibilidade e definição de contorno da lesão. Esses parâmetros utilizados pelos médicos para caracterizar as vantagens da técnica foram quantificados nas imagens processadas.

A diferença de 28% no contraste da borda das lesões confirma a opinião dos especialistas que consideram que a DP-SEC proporciona melhor definição. O aumento de 31% na média do brilho condiz com a opinião dos médicos sobre a nitidez. Com a técnica DP-SEC as lesões apresentam em média 22% mais pixels que nas imagens obtidas pela DP-FSE em concordância com a opinião dos médicos avaliadores que acham as imagens das lesões maiores no primeiro caso.

As diferenças dos dados apresentados na tabela 2 na quantidade de pixels e brilho das imagens vêm ao encontro do tamanho da lesão meniscal. Comparando a quantidade de pixels, o contraste e o brilho em programa estatístico t-pareado os dados apresentam grau de confiança superior a 95%, rejeitando a hipótese de nulidade e aceitando a alternativa.

Nas respostas do questionário medico há grande concordância entre os avaliadores na análise das imagens DP-SEC e discordância no diagnóstico pela técnica DP-FSE o que leva ao questionamento da validade dessa técnica no diagnóstico das lesões meniscais.

As análises foram realizadas por médicos especialistas em estudos por Ressonância Magnética no próprio ambiente cotidiano, sem alterar ou induzir qualquer tipo de preferência imaginológica. Os resultados obtidos através dos questionários indicaram a acurácia da técnica DP-FSE na detecção de 83% das lesões e de 93% da DP-SEC, evidenciando sensibilidade superior em 10% da técnica DP-SEC.

Na literatura especializada a comparação das técnicas *Spin Eco* Convencional e *Fast Spin Eco* no estudo da lesão meniscal foi realizada através de análises baseadas em procedimentos de artroscopia e em avaliações subjetivas por especialistas em imaginologia. Ramnath et al. (2006) e Rubin et al. (2000) concluíram que a técnica DP-FSE apresenta sensibilidade na detecção das lesões nos pólos médios e laterais dos meniscos, sendo também a mais rápida na aquisição das imagens, porém Tarhan et al. (2004) referem que esta técnica pode mascarar detalhes relevantes ou gerar dúvidas por falta de definição nas imagens apresentadas. Já Rubin et al. (2000) consideram que as lesões meniscais são mais visíveis na DP-SEC e sugerem o abandono da DP-FSE. Blackmon et al. (2005) estimaram uma perda de sensibilidade de 10% das imagens adquiridas através da técnica DP-FSE.

Portanto a predominância da técnica DP-SEC em detrimento da DP-FSE verificada nessa amostra está consoante ao demonstrado nos estudos encontrados na literatura especializada.

7 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos após a quantificação das características relevantes para o diagnóstico utilizada neste trabalho, foi possível concluir que:

- A técnica Spin Eco Convencional é superior a Fast Spin Eco em densidade de prótons com saturação de gordura;
- Na quantificação do tamanho da área (quantidade de pixels) a sensibilidade da técnica DP-SEC em relação à DP-FSE é de 22%;
- No que diz respeito ao brilho da lesão, foram detectados diferenças estatisticamente significante de 31% favorável a técnica DP-SEC;
- No contraste da borda da lesão a DP-SEC apresentou maior definição em detrimento da DP-FSE de 28%;
- Logo a técnica DP-SEC em todos os itens avaliados apresentou condições favoráveis a sua aplicação.

8 TRABALHOS FUTUROS

O programa utilizado nesta pesquisa para quantificação do tamanho, brilho e borramento das estruturas meniscais poderá ser aplicado no diagnóstico preventivo para evitar o agravamento de lesões, bem como o afastamento prolongado das atividades profissionais/física de pacientes assintomáticos com sobre carga de Stress Físico.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, M.W. MR imaging of the meniscus. *Radiol Clin North Am*, n. 40, p. 1081 - 1094, 2002.

ARCURI, S. M.; MCGUIRE, P. K. Ressonância magnética funcional e sua contribuição para o estudo da cognição em esquizofrenia. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 23 supl.1, p.38-41, may. 2001.

AYRES, M.; JR, M. A.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. **Bio Estat 5.0 Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas**. 1. e 2. ed. Belém-Pará- Brasil, cap. 5, p. 59-68, 2007.

BLACKMON, G.B; MAJOR, N.M; HELMS, C.A. Comparison of fast spin-echo versus conventional spin-echo MRI for evaluating meniscal tears. **American Journal Roentgenology**, v. 184, p. 1740–1743, jun. 2005.

BERG, B.C.V; LECOUVET, F.E.; POILVACHE, P.; DUBUC, J.E.; MALDAGUE, B.; MALGHEM, J. Anterior Cruciate Ligament Tears and Associated Meniscal Lesions Assessment at Dual-Detector Spiral CT Arthrography. **Radiology**, v. 223, n. 2, p. 403, may. 2002.

BEIGUELMAN, BERNARDO. **Curso prático de Bioestatística**. 4. ed. rev. Ribeirão Preto, Revista Brasileira de Genética, cap. 6, p. 165-166, 1996.

BORIC, I.; PECINA, M.; BOJANIC, I.; HASPL, M.; ROIC, G. Comparison of conventional spin-echo and fast spin-echo magnetic resonance imaging with fat suppression [correction for suppression] in cruciate ligament injury. **Croat Med J**, v. 445, n. 2, p. 195-201, apr 2000.

BRADLEY, S.; BAKER, M.D. **Orthopedic Sports Medicine, Clinical Instructor of Orthopedics**, Sioux Valley Hospital, 2007.

BRYAN, S; WEATHER BURN, G.; BUNGAY, H.; HATRICK, C.; SALAS, C.; PARRY, D. **The cost-effectiveness of magnetic resonance imaging for investigation of the knee joint**. **Health Technol**, v. 5, n. 20, p. 1-5, 2001.

CAMPBELL, S.E.; SANDERS, T.G.; MORRISON, W.B. MR imaging of meniscal cysts: incidence, location, and clinical significance. **American Journal Roentgenology**, v. 177, p. 409- 413, 2001.

AMPBELL, Willis C. e Colaboradores. **Cirurgía Ortopédica**. 8. ed. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana, 1993.

CHEUNG L.P., LI, K.C.P.; HOLLETT, M.D.; BERGMAN, A.G.; HEFKENS, R.J. Meniscal tears of the knee: accuracy of detection with fast spin-echo MR imaging and arthroscopic correlation in 293 patients. **Radiology**, v. 203, n. 2, p. 508 -512, 1997.

CRUES, JV III; MINK, J; LEVY, TL; LOTYSCH, M; STOLLER, D.W. Meniscal tears of the knee: accuracy of MR imaging. **Radiology**, v. 164, n. 2, p. 445-448, Aug 1987.

DE SMET, A.A.; GRAF, B.K. Meniscal tears missed on MR imaging. Relationship to meniscal tear patterns and anterior cruciate ligament tears. **American Journal Roentgenology**, v. 162, p. 905-911, 1994.

ELVENES, J.; JEROME C.P.; REIKERAS, O; JOHANSEN, O. Magnetic resonance imaging as a screening procedure to avoid arthroscopy for meniscal tears. **Arch Orthop Trauma Surg**, v. 120, n. 1-2, p. 14-16, 2000.

ESCOBEDO, E.M.; HUNTER, J.C; ZINK-BRODY GC, WILSON AJ, HARRISON SD, FISHER DJ. Usefulness of turbo spin-echo MR imaging in the evaluation of meniscal tears: comparison with a conventional spin-echo sequence. **American Journal Roentgenology**, v. 167, p. 1223 -1227, 1996.

FERRER-ROCA, K.A.; VILALTA, C. Lesions of the meniscus. Part I: macroscopic and hystologic findings. **Clin Orthop**, v. 146, p. 289-300, 1980.

GONZALEZ, R.C.; WOODS, R. E. **Digital Image Processing**. 2. ed. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 2002.

GOULD III, J.A. **Fisioterapia na Ortopedia e na Medicina do Esporte**. 1. ed. São Paulo: Manole, 1993.

HELMS, CA. The meniscus: recent advances in MR imaging of the knee. **American Journal Roentgenology**, v. 179, p. 1115 -1122, nov.2002.

INSALL, J.N.; WINDSOR, R. E.; SCOTT, W.N.; KELLY, M.A.; AGLIETTI, P. **Cirurgía de la Rodilla**. 2. ed. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana, 1994.

JOHNSON, T.R.; STEINBACH, L.S. Joelho e parte distal do membro inferior. In: JOHNSON, T.R.; STEINBACH, L.S. **O Essencial em Imagens Músculo Esqueléticas**. 1. ed. São Paulo: Roca, cap. 8, p. 509-511, 2005.

KARAM, F.C.; SILVA, J.L.B.; FRIDMAN, M.W.; ABREU, A.; ARBO, R. DI MARE.; ABREU, M.; VIEIRA, J.F.; PIRES, L.A.S. A ressonância magnética para o diagnóstico das lesões condrais, meniscais e dos ligamentos cruzados do joelho. **Radiol. Brás**, v. 40, n. 3, p. 179-182, maio-jun.2007.

KOWALCHUK, R.M.; KNEELAND, J.B.; DALINKA, M.K.; SIEGELMAN, E.S.; DOCKERY, W.D. MRI of the knee: value of short echo time fast spin-echo using high performance gradients versus conventional spin-echo imaging for the detection of meniscal tears. **Skeletal Radiol.**,v. 29, p. 520 -524, 2000.

KREITNER, K.F; ROMANEEHSEN, B.; KRUMMENAUER, F.; MULLER, L.P.; DUBER, C. Fast magnetic resonance imaging of the knee using a parallel acquisition technique (MSENSE): a prospective performance evaluation. **Eur Radiol.**, v. 16, n. 8, p. 1659-66, aug. 2006.

MUGLIA, V.F.; NOVELINO, S.M; JORGE, E.J.; SIMÃO, T.C. (). Erros Comuns de Interpretação de Ressonância Magnética de Joelho: Como Reconhecê-los e Evitá-los. **Radiol Bras**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 161-166, mai-jun.2001.

MAGEE, T; WILLIAMS, D. 3.0-T MRI of Meniscal tears. **American Journal Roentgenology**, v. 187, n. 2, p. 371-375, aug. 2006.

MICHAEL, G.; FOX, MD. MR Imaging of the Meniscus: Review, Current Trends, and Clinical Implications. **Division of Musculoskeletal Radiology, Department of Radiology**, University of Virginia, Box 800170, Charlottesville, VA 22908, USA. j.mric, 2007.

NUNES, F. S. **Introdução ao processamento de imagens Médicas para o auxílio ao diagnóstico**. 1. ed. Rio Janeiro: PUC-Rio, v. 1, p. 73-126, 2006.

OHISHI, T; TAKAHASHI, M; ABE, M; TSUCHIKAWA,T; MORI, M; NAGAO,A. The use of axial reconstructed images from three-dimensional MRI datasets for morphological diagnosis of Meniscal tears of the knee. **Arch Orthop Trauma Surg**, v. 125, n. 9, p. 622-667, 2005.

RAMNATH, R.R; MAGGE, T.; WASUDEV, N.; MURRAH, R. Accuracy of 3-T MRI using fast spin-echo technique to detect meniscal tears of the knee. **American Journal Roentgenology**, v. 187,n. 1, p. 221-225, Jul. 2006.

RANGGER, C; KLESTIL, T; KATHREIN, A; INDERSTER, A; HAMID, L. Influence of magnetic resonance imaging on indications for arthroscopy of the knee. **Clin Orthop Relat Res**, v. 330, p. 133–142, 1996.

RESNICK, D.; KANG, H.S.; PRETTERKLIEBER, M. L. **Internal Derangements of Joints**. 2nd Edition. Philadelphia, Pennsylvania: United States of America. SAUNDERS Elsevier, cap.25. v. 2, p. 1564-1578, 2007.

RUBIN, D.A; KNEELAND, J.B.; LISTERUD, J.; UNDERBERG-DAVIS, S.J.; DALINKA, M.K. MR diagnosis of meniscal tears of the knee: value of fast spin-echo vs conventional spin-echo pulse sequences. **American Journal Roentgenology**, v. 162, p. 1131–1135, 1994.

RUBIN, DA.; PALETTA, G.A.JR. Current concepts and controversies in meniscal imaging. **Magn Reson Imaging Clin N Am**. v. 8, n. 2, p. 243 -270, May 2000.

SCHWEITZER, M.E.; TRAN, D.; DEEL, Y.D.M.; HUME, E.L. Medial collateral ligament injuries: evaluation of multiple signs, prevalence and location of associated bone bruises, and assessment with MR imaging. **Radiology**, v. 194, n. 825 -829, 1995.

SCHWEITZER, M.E.; MITCHELL, D.G.; EHRLICH, S.M. The patellar tendon: thickening, internal signal buckling and other MR variants. **Skeletal Radiol**, v.22, n.411–416, 1993.
SIZINIO, H.; XAVIER, R.; PARDINI JR, A.G.; TARCÍS, E.P. **Ortopedia e Traumatologia - Princípios e Práticas**. 3. ed. Porto Alegre: Ed Artmed. p. 70-89, 2003.

SMITH, L.K.; WEISS, E.L.; DON LEHMKUHL, L. **Cinesiologia Clínica de Brunnstrom**. 1. ed. São Paulo: Manole, 1997.

STARK, D.D.; BRADLEY JR, W.G. Princípios da imagem de RM. In: STARK, D.D.; BRADLEY JR, W.G. **Ressonância Magnética**. 3. ed. Rio de Janeiro: Revinter, cap.1-2, p. 1-14, 2000.

STOLLER, D.W.; DILWORTH JR, W.; ANDERSON, L.J. O menisco. In: STOLLER, D.W.; DILWORTH JR, W.; ANDERSON, L.J. **Ressonância Magnética em Ortopedia & Medicina Desportiva**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, cap. 5. p. 189-292, 2002.

TARHAN, N.C; CHUNG, C.B; MOHANA, A.V; HUGHES, T; RESNICK, D. Meniscal tears: role of axial MRI alone and in combination with other imaging planes. **American Journal Roentgenology**, v. 83, n. 1, p. 9 -15, 2004.

VAZ, C.E.S.; CAMARGO, O.P.; SANTANA, P. J.; VALEZI, A.C. Acurácia da ressonância magnética para identificar lesões traumáticas intra-articulares do joelho. *Clinics*, São Paulo, v. 60, n. 6, p. 445-450, dez. 2005.

WESTBROOK, C.; KAUT, C. Sequência de pulsos. In: WESTBROOK, C.; KAUT, C. **Ressonância Magnética Prática**. 2. ed. Rio Janeiro: Guanabara Koogan, cap. 5, p. 79-107, 2000.

YOUSEF, W. J.; THIELE, E. S; SCUISATO, D. L. Correlação diagnóstica da ressonância magnética com artroscopia nas lesões intra-articulares do joelho / Diagnostic correlation between MRI and arthroscopy in tears of the knee joint. **Rev. bras. Ortop**, v. 34, n. 6, p. 375-380, jun. 1999.

ZANETTI, M; PFIRRMANN C. W. A; SCHIMID, M.R.; ROMERO, J.; SEIFERT, B.; HODLER, J. Patients with Suspected Meniscal Tears: Prevalence of Abnormalities Seen on MRI of 100 Symptomatic and 100 Contralateral Asymptomatic Knees., **American Journal Roentgenology**, v. 181, p. 635-641, 2003.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)