

IMPORTÂNCIA DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NO DIAGNÓSTICO DAS LESÕES DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA)

IMPORTANCE OF MAGNETIC RESONANCE IN THE DIAGNOSIS OF INJURIES OF THE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT (ACL)

Eder Costa da Gama¹
Joelson dos Santos Bessa²
Jefferson Luiz Monteiro Sanches³
Samyr Adson Ferreira Quebra⁴

RESUMO: A técnica de Ressonância Magnética é válida para as investigações de problemas articulares e desordens músculo esqueléticas. Por utilizar campos magnéticos intensos, e radiação não ionizante, para a obtenção de imagens milimétricas da articulação do joelho, a RM é utilizada como uma técnica avançada de estudos imaginológicos, produzindo imagens fidedignas da região de interesse com alto contraste entre as estruturas. Esta pesquisa tem como objetivo descrever a contribuição da Ressonância Magnética na detecção das estruturas que envolvem a articulação do joelho, em especial o ligamento cruzado anterior (LCA). Foram realizadas pesquisas em bancos de dados como: Bireme, Scielo, PubMed, Medline, e sites específicos de ortopedia e foram realizadas pesquisa bibliográfica, tendo como base livros de anatomia, Ressonância Magnética e Traumatologia. Foram encontrados e selecionados 22 artigos, seis Teses relacionadas e 18 livros que respondem aos objetivos da presente pesquisa. A Ressonância Magnética associada com aplicação de protocolos corretos no momento da aquisição das imagens com suspeitas de injúrias no LCA eleva-se a acurácia, podendo assim guiar os cirurgiões ortopédicos ao melhor tratamento. As sequências corretas contidas nos protocolos, eleva-se a qualidade da imagem, podendo assim esperar um exame com 90 a 95% de acurácia. Nas ponderações de imagens obtidas com Saturação de gordura visualiza-se melhor o ligamento Cruzado Anterior, T1 para estudo anatômico e T2 para estudo das lesões.

Palavras-chave: Joelho. Lesões de LCA. Ressonância Magnética. Acurácia.

ABSTRACT: The Magnetic Resonance Imaging technique is valid for investigating joint problems and musculoskeletal disorders. By using intense magnetic fields and non-ionizing radiation to obtain millimetric images of the knee joint, MRI is used as an advanced technique for imaging studies, producing reliable images of the region of interest with high contrast between the structures. This research aims to describe the contribution of Magnetic Resonance Imaging in detecting the structures that involve the knee joint, especially the anterior cruciate ligament (ACL). Searches were carried out in databases such as: Bireme, Scielo, PubMed, Medline, and specific orthopedics websites and bibliographical research was carried out, based on books on anatomy, Magnetic Resonance Imaging and Traumatology. 22 articles, six related Theses and 18 books that respond to the objectives of this research were found and selected. Magnetic Resonance Imaging associated with the application of correct protocols when acquiring images with suspected ACL injuries increases accuracy and can thus guide orthopedic surgeons to the best treatment. The correct sequences contained in the protocols increase the quality of the image, allowing you to expect an exam with 90 to 95% accuracy. In the weighting of images obtained with Fat Saturation, the Anterior Cruciate Ligament is better visualized, T1 for anatomical study and T2 for studying injuries.

¹ Acadêmico do Curso de Tecnólogo em Radiologia da Faculdade de Tecnologia de Macapá – META; E-mail: ecgma2@gmail.com

² Acadêmico do Curso de Tecnólogo em Radiologia da Faculdade de Tecnologia de Macapá – META; E-mail: joelson1987bessa@gmail.com

³ Professor Orientador; E-mail: edilsomlcunha@ig.com.br

⁴ Professor Orientador; E-mail: samyradson@meta.edu.br

Keywords: Knee. ACL injuries. Magnetic Resonance Imaging. Accuracy.

1 INTRODUÇÃO

Ferreira e Nacif (2011), a ressonância magnética surgiu a mais de 50 anos como uma técnica experimental, em 1952 Felix Bloch e Edward Purcel ganharam o prêmio Nobel de Física pela descoberta da ressonância magnética. Após esta descoberta em 1970 o médico norte americano Raymond Damadian através de um estudo realizado com ratos observou que os vários tecidos animais possuíam propriedades magnéticas distintas, principalmente quando se comparou tecidos normais com tecidos cancerosos, após patentear esta descoberta anos depois Damadian desenvolveu o primeiro equipamento de ressonância magnética. O uso desta técnica vem crescendo vertiginosamente agregada a elevada tecnologia, sendo utilizada em grande escala na área da saúde para auxiliar no diagnóstico de patologias.

O joelho é a maior articulação sinovial do corpo, desempenhando um papel fundamental na locomoção humana, composta por numerosas estruturas, entre elas estão três ossos fêmur, tíbia e patela, e duas articulações tibiofemoral e patelofemoral, assim como também possuem ligamentos, meniscos entre outras estruturas que servirão de suporte para o joelho, causando estabilidade e tornando possível a realização de suas funções. (GROSS, 2000).

Localizado no joelho o ligamento cruzado anterior (LCA) é uma estrutura que desempenha uma importante função de restringir os movimentos da articulação, evitando a instabilidade, assim como, a rotação interna e externa da tíbia, este ligamento é comumente lesionado, principalmente por jovens adultos e praticantes de algum esporte. O mecanismo de lesão do LCA que geralmente ocorre é a torção do joelho, podendo levar em casos extremos a ruptura total do ligamento. A Ressonância Magnética neste contexto tem por objetivo auxiliar no diagnóstico de possíveis injúrias ligamentares.

A técnica de Ressonância Magnética é válida para as investigações de problemas articulares e desordens músculo esqueléticas. Por utilizar campos magnéticos intensos, e não radiação ionizante, para a obtenção de imagens milimétricas da articulação do joelho, a RM é utilizada como uma técnica avançada de estudo imaginológicos, produzindo

imagens fidedignas da região de interesse com alto contraste entre as estruturas. (SANTOS, 2008).

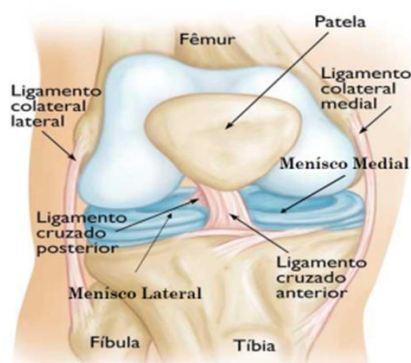
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ANATOMIA DO JOELHO

Moreira e Russo (2005), consideram a articulação como a mais complexa do corpo humano, sendo uma das articulações que mais sofrem lesões já que é mantida e suportada por músculos e tendões, sem o auxílio de estrutura ósseas.

Sua estrutura nos permite uma grande mobilidade para as atividades de locomoção, além de proporcionar sustentação de enormes cargas. O joelho é uma grande articulação sinovial que possui a junção de três ossos no interior da cápsula articular, sendo a articulação tíbio-femoral formada pelos côndilos da tíbia e do fêmur, e a articulação patelo-femoral formada entre a patela e o fêmur. A articulação tíbio-femoral é a responsável pela sustentação do peso e também amortece impactos com a ajuda dos meniscos. (LIMA, et al., 2007).

Figura 1: Vista frontal das estruturas das articulares do joelho.



Fonte: (CALLIET, 2001).

Campbell et al. (1996), a articulação do joelho permite mobilidade e estabilidade alongando e encurtando o membro inferior para elevar e abaixar o corpo ou mover o pé no espaço. Atua no suporte de carga quando o indivíduo está em pé juntamente com o

quadril e tornozelo. Em decorrência de sua estrutura anatômica, o joelho é uma das articulações mais frequentemente lesionada, isso ocorre por sua grande exposição a forças externas e pelas demandas funcionais a que está sujeito. Além disso, é considerada uma articulação gínglima, porém é mais complexa porque além dos movimentos de flexão e extensão possui um componente rotacional. A articulação do joelho envolve três ossos, o fêmur, a tíbia e a patela, onde os côndilos femorais se articulam com os da tíbia e a face patelar recebe a patela quando membro está fletido.

O joelho possui um grau de liberdade, a flexão/extensão que aproxima ou afasta o membro de sua raiz, e um grau acessório, apresentando uma rotação sobre o eixo longitudinal da perna, que só ocorre quando a articulação está fletida. As lesões meniscais podem ocorrer em associação com lesões ósseas e ligamentares ou isoladas. O Ligamento Cruzado Anterior (LCA) é descrito anatomicamente como um ligamento que se insere na depressão situada adiante da eminência intercondilar da tíbia, unindo-se com a extremidade anterior do menisco lateral; dirigindo-se para trás e lateralmente, fixando-se na parte posterior da face medial do côndilo lateral do fêmur. (ARAUJO, RODRIGUES, 2006).

2.2 EPIDEMIOLOGIA

Citado na literatura Ferreti e Cohen (2007), a chance de um indivíduo ter alguma óssea estrutura lesionada é de 80% tendo como base os sintomas apresentados por cada paciente (inchaço na região, dor, estalido audível, instabilidade ao andar), e a integridade do LCA é verificada através de testes físicos e imaginológicos.

O coeficiente de concordância kappa entre a RM e a artroscopia, em relação às lesões, foi muito bom para lesões de ligamento cruzado anterior (0,75) e a RM mostrou no dado estudo alta sensibilidade na identificação de rupturas no LCA (94,3%). Os autores do estudo concluem que a RM é uma ferramenta útil no auxílio do diagnóstico clínico de lesões intra-articulares no joelho. KARAM, (2007).

Em estudo observacional e descritivo feito por Lima, (2007) tomando como base a prática do futebol, o trauma pode ocorrer de maneira direta: quando há choque entre dois jogadores ou objeto qualquer, que resultou em 29% das lesões de LCA ou a lesão pode ocorrer de forma indireta (71%). Focalizando somente na forma indireta de ocorrer a lesão os seguintes dados foram obtidos: quando há uma rotação externa do fêmur sobre a tíbia com o pé fixo (65%), por aterrissagem de um salto ou súbita desaceleração (25%), hiperextensão da articulação do joelho (10%).

Segundo Ferreti e Conher (2007), através de levantamento de dados realizado nos EUA observou-se que das lesões de joelho, 40% correspondem a injúria nos ligamentos. No qual 49% tiveram o ligamento cruzado anterior lesionado, destes 70% associados à prática de algum esporte. Entretanto, no Brasil não é possível obter dados numéricos concretos sobre esse tipo de lesão, porém devido a prática esportiva do futebol em locais irregulares e em pisos sintéticos supõe-se que a incidência das lesões no Brasil seja igual ou superior a dos Estados Unidos.

2.3 MECANISMO DA LESÃO DE LCA

Na literatura, lesão caracteriza-se através da ocorrência por uma alteração ou deformidade tecidual, podendo está atingir diferentes níveis teciduais e os mais variados tipos de células. Estas podem ocorrer devido fatores fisiológicos ou mecânicos, por trauma direto ou indireto, entre outros fatores. No Ligamento Cruzado Anterior os dois tipos de lesão recorrentes são: a parcial e a total. (CAMANHO, 1996; ALENTORN-GELI, 2009).

Para Arliani (2012), as lesões de LCA acometem principalmente jovens adultos e praticantes de algum esporte. O mecanismo de lesão do LCA que comumente pode ocorrer é a torção do joelho, em especial quando em algum movimento o pé permaneça fixo ao solo, enquanto o corpo gira internamente em relação a perna. As lesões podem ocorrer através de traumas diretos ou indiretos no joelho, ocasionados por fatores como, hiperextensão da articulação, desaceleração súbita, aterrissagem por um salto etc. O paciente ao buscar atendimento poderá relatar torção seguida de dor, estalido audível ou

perceptível no momento do trauma, edema e dependendo do grau da lesão este poderá apresentar falseio e conseqüentemente incapacidade de retornar as suas atividades normais.

2.4 CLASSIFICAÇÃO DAS LESÕES

Grande parte dos indivíduos que são acometidos por algum tipo de lesão no LCA, geralmente apresenta danos em estruturas adjacentes tais como, meniscos, cartilagens ou outros ligamentos. As lesões ligamentares das entorses ocasionadas ao LCA estão classificadas em graus de acordo com a escala de gravidade da lesão:

Grau I: lesão do tipo leve, onde há edema e sensibilidade local, com rompimento de algumas fibras sem perda funcional. (BROWN, 1996; KARAM F.C., 2007).

Grau II: lesão do tipo moderada, onde grande parte das fibras encontra-se rompidas seguido de instabilidade na articulação, não demonstrando perda completa da integridade do ligamento. (BROWN, 1996; KARAM F.C., 2007).

Grau III: Lesão do tipo grave, havendo rompimento completo do ligamento. (BROWN, 1996; KARAM F.C., 2007).

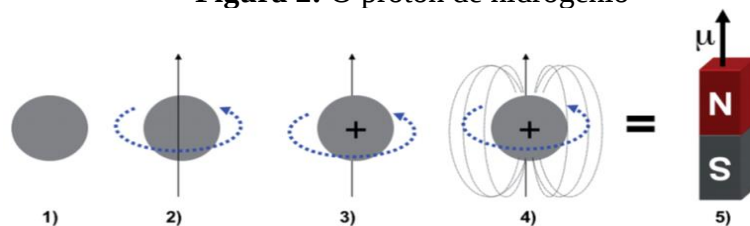
2.5 FÍSICA DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Segundo Santos (2008), a ressonância magnética baseia-se na interação entre um campo magnético externo e o núcleo de hidrogênio ativo, sendo utilizado na RM clínica, pois é o mais abundante no corpo humano apresentando uma elevada constante giromagnética.

Em seu núcleo o Hidrogênio possui prótons de carga positiva e uma propriedade chamada de “Spin” ou momento angular, juntamente com o momento angular o próton possui uma propriedade chamada “momento magnético”, onde o mesmo se comporta como um pequeno ímã. (OLIVEIRA, 2006; FERREIRA E NACIF, 2011).

Segundo Mazzola (2009), “Esta analogia é válida se visualizarmos o próton como uma pequena esfera carregada (carga positiva) e girando em torno de seu próprio eixo (spin).”, em toda partícula que apresenta nível alto de agitação (grande energia) surge um campo magnético associado, o próton de hidrogênio comporta-se como um dipolo magnético, ou um mini magneto.

Figura 2: O próton de hidrogênio

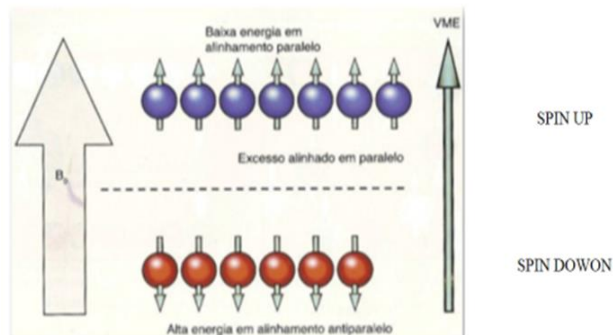


.Fonte: (Mazzola 2009).

A diferença na resposta quanto à excitação magnética foi notada primeiramente pelo médico norte-americano Raymond Damadian em 1970, este notou que cada pulso de radiofrequência ressonante denotava em uma resposta específica por tecidos normais e aqueles com tumores malignos, emitindo assim dois tipos diferentes de sinais a medida que as ligações covalentes destes relaxavam para o equilíbrio. (OLIVEIRA, G. e BORDUQUI, T., 2012; FERREIRA e NACIF, 2011).

Ferreira e Nacif (2011), alinhamento caracteriza-se pela interação entre o campo magnético do hidrogênio e o campo magnético externo, o momento magnético do hidrogênio denominado vetor de magnetização efetiva (VME) possui orientação aleatória, porém quando há a aplicação de um campo magnético estático externo (B_0), alguns núcleos de hidrogênio tendem a se alinhar paralelamente a B_0 , enquanto que um pequeno número de núcleos irão se alinhar no sentido antiparalelo dependendo da potência de B_0 e do nível de energia térmica do núcleo, pois os núcleos de baixa energia (spin up) não possuem energia suficiente para se opor a B_0 , alinhando-se paralelamente. Todavia os núcleos de alta energia (spin down) têm energia suficiente para se opor a B_0 dessa forma alinhando-se antiparalelamente.

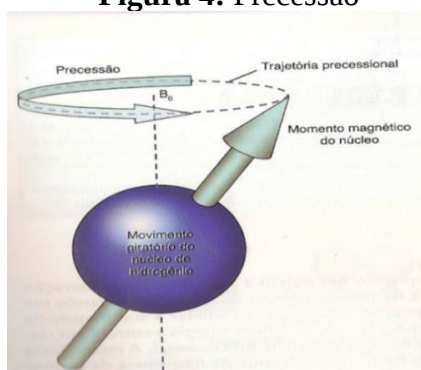
Figura 3: O vetor de magnetização efetivo.



Fonte: (Westbrook, C. 2013).

Para Westbrook, Roth e Talbot (2013), precessão é um fenômeno que irá ocorrer após o alinhamento do campo magnético do hidrogênio com o campo magnético externo, o núcleo de hidrogênio possui um campo magnético induzido em torno de si, apresentando movimento giratório em torno de seu próprio eixo, ao ser influenciado por B_0 irá produzir uma rotação adicional ou oscilação dos momentos magnéticos do hidrogênio (VME), desenvolvendo trajetórias circulares em torno de B_0 , dessa forma caracterizando a precessão.

Figura 4: Precessão



Fonte: (Westbrook, C. 2013).

Segundo Ferreira e Nacif (2011) e Westbrook et al (2013), a equação de Larmor determinará o valor da frequência precessional que o núcleo de hidrogênio irá desempenhar em torno de B_0 .

$$W = B_0 \cdot \gamma$$

Onde:

W= Frequência de precessão: define a quantidade de giros por segundo (precessão).

B_0 = Potência magnético principal: define a intensidade do campo magnético do equipamento.

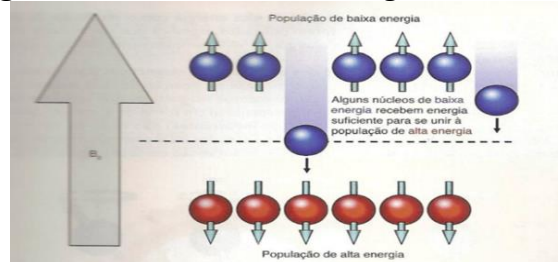
Y= Razão Giromagnética: constante característica de cada átomo. Para o hidrogênio vale: $42,58 \times 10^6$ hertz/s.

De acordo com o autor Santos (2008), os núcleos ativos em RM têm sua própria constante giromagnética, ou seja, possuem frequências precessionais diferentes quando expostos a um campo de mesma potência, o hidrogênio; possuem razão giromagnética de $42,58 \text{ MHz/T}$, uma vez que esta é uma constante de proporcionalidade onde B_0 é proporcional a frequência de Larmor, logo se o campo magnético aumentar consequentemente a frequência de Larmor se elevará.

Ressonância é um fenômeno que ocorre quando um objeto é exposto a uma alteração oscilatória que tem uma frequência próxima a frequência natural da oscilação, para que este fenômeno ocorra é necessário que o núcleo seja exposto a uma alteração externa, o núcleo ganhará energia da força externa e se a energia aplicada for exatamente a sua frequência precessional ele entrará em ressonância. (WESTBROOK, ROTH e TALBOT, 2013).

Já para o autor Oliveira e Borduqui (2012), para que os prótons de hidrogênio entrem em ressonância é necessário que seja aplicado um pulso de radiofrequência (RF), uma excitação, exatamente na mesma frequência de Larmor do hidrogênio, esta absorção de energia terá como consequência o aumento da população dos átomos de hidrogênio em rotação negativa (spin down), a medida que alguns átomos spin up ganham energia tornando seus núcleos de alta energia, essa diferença de energia entre as duas populações corresponde a energia necessária para produzir ressonância por excitação. À medida que a potência do campo aumenta a diferença de energia entre os dois grupos de núcleos também aumenta, de maneira a exigir mais energia para produzir ressonância.

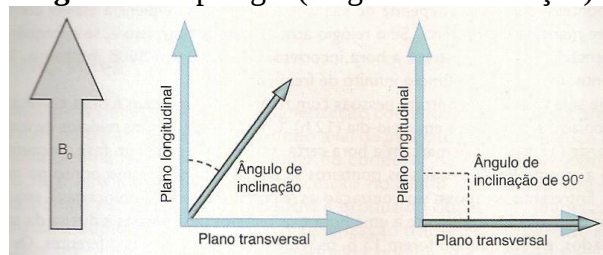
Figura 5: Transferência de energia durante a excitação.



Fonte: (Westbrook, C. 2013).

Para Westbrook, Roth e Talbot (2013), a ressonância apresenta como uma de suas consequências o afastamento de (VME) do alinhamento em relação a B_0 , isso ocorre devido alguns núcleos de baixa energia terem recebido por meio da ressonância a energia suficiente para se juntarem a população de alta energia, a ressonância faz com que o VME não fique mais paralelo a B_0 , criando um ângulo em relação a ele, este ângulo é denominado ângulo de inclinação (flip angle) que geralmente terá inclinação de 90° , magnitude do ângulo de inclinação depende da amplitude e da duração do pulso de RF o VME recebe energia necessária para mover-se 90° em relação a B_0 , onde B_0 será denominado plano longitudinal e o plano de 90° relacionado a B_0 será o plano transversal como o VME é um vetor por mais que se utilizem ângulos diferentes de 90° existira sempre um componente de magnetização em um plano perpendicular a B_0 .

Figura 6: Flip angle (Ângulo de Inclinação).

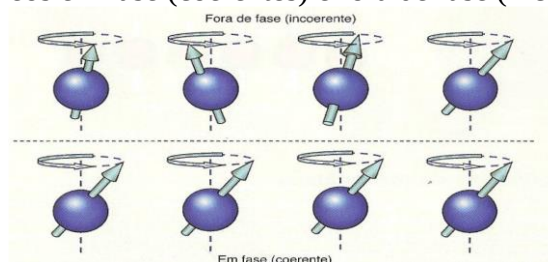


Fonte: (Westbrook, C. 2013).

Outra consequência da ressonância é que os momentos magnéticos dos núcleos de hidrogênio se movem em fase em relação uns aos outros a fase é a posição de cada momento magnético na trajetória precessional em torno de B_0 que será influenciado pela sua frequência, os momentos magnéticos que estão em fase são denominados coerentes e

apresentam-se na mesma posição da trajetória precessional em torno de B_0 em um dado momento enquanto que os momentos magnéticos que estão fora de fase são denominados incoerentes devido não estarem na mesma posição na trajetória precessional. Quando ocorre a ressonância todos os momentos magnéticos se movem para a mesma posição na trajetória precessional e ficam em fase. FERREIRA, F. M. e NACIF, M. S (2011).

Figura 7: Núcleos em fase (coerentes) e fora de fase (incoerentes).



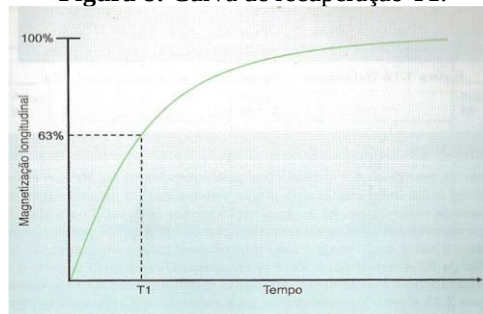
Fonte: (Westbrook, C. 2013).

3.1 RECUPERAÇÃO T1

De acordo com Westbrook, Roth e Talbot (2013), ao receberem o sinal de RF os núcleos dissipam energia para a quadratura circundante, esta energia faz com que os núcleos recuperem sua magnetização longitudinal. É um processo exponencial, sendo seu tempo de recuperação constante denominado relaxamento T1. O tempo necessário para que a recuperação de magnetização longitudinal alcance os 63%.

Seu contraste é lento no tecido adiposo por este ter núcleos que cedem energia ao ambiente, por ter rotação molecular lenta a gordura possibilita, para estes, uma recuperação de magnetização mais rápida se igualando à frequência de Larmor. Já no caso da água os núcleos cedem energia ao ambiente, porém não conseguem absorver energia facilmente, seu núcleo não consegue igualar a sua mobilidade à frequência de Larmor, levando mais tempo para relaxar e recuperar a sua magnetização longitudinal. Logo, o vetor da gordura se realinha de forma mais rápida com B_0 , do que o vetor da água. O TR controla o grau de recuperação T1, este deve ser curto. Na imagem o tecido adiposo se apresenta com hipersinal (brilhante) e a água apresenta-se com hiposinal (escura). (FERREIRA e NACIF, 2011; WESTBROOK, ROTH e TALBOT, 2013).

Figura 8: Curva de recuperação T1.



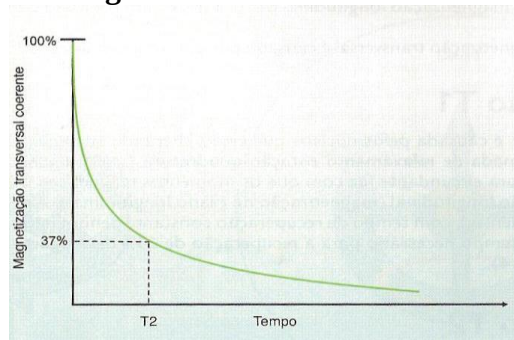
Fonte: (Westbrook, C. 2013).

3.2 DECAIMENTO T2

De origem na interação entre os campos magnéticos de núcleos vizinhos, o decaimento T2 pode ser denominado também como relaxamento spin-spin que acarreta na perda de magnetização, esta perda ocorre no plano transversal de maneira coerente, é uma razão de decaimento exponencial temporal. O tempo necessário para que a perda de magnetização transversa atinja 63% e a magnetização transversal permaneça em 37%. (WESTBROOK, ROTH e TALBOT, 2013).

No plano transversal a interação dos núcleos de gordura é mais forte devido as moléculas estarem bem próximas, a troca de energia entre esses núcleos é mais eficiente, gerando assim maior interação spin-spin, resultando em uma perda transversal de magnetização mais rápida. Em contrapartida o decaimento nas moléculas de água demonstra-se menos eficiente, devido seus núcleos estarem mais distantes, possibilitando assim uma redução das interações spin-spin, resultando em perda transversal de magnetização gradual, a perda de magnetização é mais lenta. O TE (Tempo de Eco) é o parâmetro responsável pelo grau de declínio T2, este deve ser longo. Na imagem o tecido adiposo se apresenta com hiposinal (escuro) e a água apresenta-se com hipersinal (brilhante). FERREIRA E NACIF, (2011).

Figura 9: Curva de decaimento T2.



Fonte: (Westbrook, C. 2013).

3.3 RESSONÂNCIA MAGNÉTICA PARA A VISUALIZAÇÃO DO LCA

Para Karam (2006), o uso da imagem por Ressonância Magnética cresce vertiginosamente e a física do aparelho proporciona uma melhor visualização de partes moles do corpo, fato este que o torna o exame “ouro” na detecção e comprovação de lesões de Ligamento Cruzado Anterior.

O paciente é posicionado em decúbito dorsal no magneto e a estrutura estudada, no caso o joelho, é posicionada em extensão para ser realizado o exame, se o joelho for flexionado em mais de 5 graus o ligamento pode parecer frouxo, criando assim um falso-positivo, ou seja, será detectada uma falsa patologia no paciente. Utiliza-se para os estudo de joelho a bobina de Radiofrequência específica para o joelho, que é posta junto com os imobilizadores para evitar que o paciente movimente a estrutura, de acordo com as leis de Faraday se for colocada uma bobina receptora ou qualquer fio condutor na área de um campo magnético em movimento, será induzida uma voltagem na bobina receptora. O Ligamento Cruzado Anterior é melhor visualizado em sequências sagitais obliquadas, por cortes paralelos do côndilo femoral lateral. (HAAGA, 2010; WESTBROOK, 2013).

Ferreira e nacif (2011), o LCA pode parecer como uma banda sólida ou como três ou quatro troncos separados de baixa intensidade de sinal, é melhor visualizada na imagem a fixação tibial do LCA do que a fixação femoral deste. A intensidade de sinal na inserção tibial em imagens ponderações T1 e Densidade de Prótons (DP) é elevada devida interposição do tecido adiposo ou a diminuição da densidade do ligamento.

Na RM as sequências em planos coronais e axiais tem utilidade na confirmação de achados feitos em plano sagital. No plano coronal, as imagens mostram o LCA como uma estrutura de forma curvilínea, em formato de leque, proximalmente o LCA apresenta-se com intensidade de sinal baixa, porém de modo uniforme, enquanto distalmente pode demonstrar intensidade de sinal levemente elevada. No plano Axial, o ligamento não é bem observado em sua porção distal, as imagens mostram-se com baixo sinal de banda, ficando assim achatadas contra a superfície medial do côndilo femoral lateral. (LIVONESI, P., MIRANDA, D. e PIEDADE, S.,2012).

3.4 DIAGNÓSTICO DAS LESÕES DE LCA POR RM

A rotina de exames dos centros radiológicos não segue um protocolo fixo, devido à variações de: Aparelho (Campo 0,5T, 1,0T, 1,5T ou 3T), fabricantes dos aparelhos, estado do paciente, tempo de realização do exame, formação da equipe médica e técnica (que irá determinar a melhor maneira de obter os dados), além das necessidades do serviço. Os protocolos dados como padrão são adaptados para cada serviço e equipamento de RM, que devem ser organizados e discutidos pelos responsáveis no serviço radiológico. (BRANT, W. e HELMS, C., 2008; FERREIRA e NACIF, 2011).

Segundo Ferreira e Nacif at.al. (2011), o presente protocolo de joelho (quadro 1) foi desenvolvido através de relato de autores como melhor para visualizar as estruturas, separadas e como um todo. A aquisição de dados na estrutura presente se dá nos três planos anatômicos (Sagital, Coronal e Axial), com sequências ponderadas em T1, onde melhor se visualiza anatomia musculoesquelética em sequências ponderadas em T2 é possível visualizar patologias. Por se tratar de uma estrutura musculoesquelética, é de suma importância utilizar uma ferramenta de imagem chamada FAT SAT, que tem por função saturar a gordura. Em casos de artefato metálico, para não comprometer a qualidade da imagem utiliza-se sequências STIR (Short Time Inversion-Recover) que devido seu tempo de inversão ser curto satura a gordura presente no local. Aquisições feitas em sequência DP têm por função visualizar a densidade protônica do local, apenas locais com prótons de hidrogênio em ressonância serão detectados e visualizados.

As imagens obtidas no plano coronal oblíquado com cortes ponderados em T2 sem saturação de gordura é possível observar todo o comprimento do Ligamento Cruzado Anterior, da sua inserção na tíbia até a sua ligação no fêmur. (BRANT, W. e HELMS, C., 2008; FERREIRA e NACIF, 2011).

3.5 PROTOCOLO DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA PARA O JOELHO

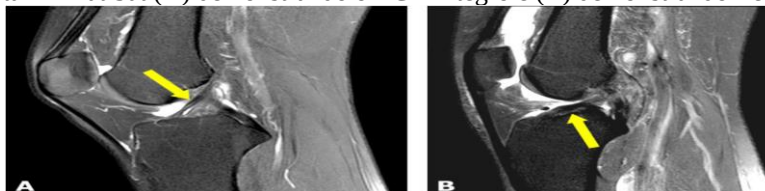
Quadro 1: Protocolo de Ressonância Magnética para o joelho.

Tipo de sequência	T2 FAT SAT/STIR	T1	DP FAT SAT	T1	T2 SAT FAT	T2
Localizador	Sagital	Sagital	Coronal	Coronal	Axial	Oblíqua
Campo de visão (FOV)	14	14	14	14	14	14
Espessura de Corte (mm)	4	4	4	4	4	3
GAP	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.0
Nº de Cortes	20	20	20	20	20	0.9

Fonte: (Ferreira e Nacif, 2011).

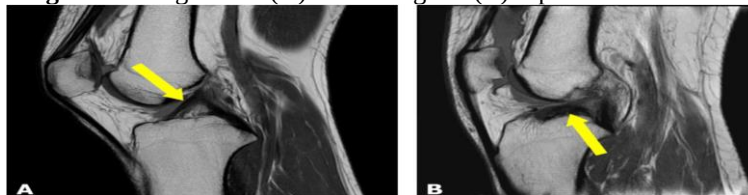
3.6 IMAGEM DE LCA OBTIDAS ATRAVÉS DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Figura 10: Sagital T2 Fat Sat (A) demonstrando o LCA inteiro e (B) demonstrando Lesão total de LCA.



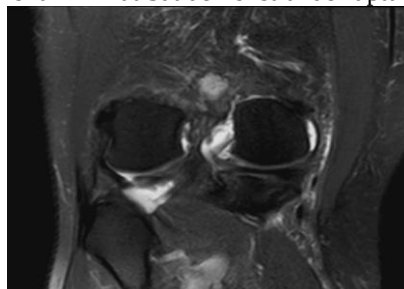
Fonte: (IMAIOS, 2018).

Figura 11: Sagital DP (A) LCA integro e (B) ruptura total de LCA.



Fonte: (IMAIOS, 2018).

Figura 12: Coronal DP Fat Sat demonstrando ruptura total de LCA.



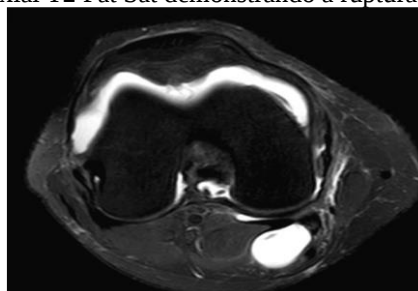
Fonte: (IMAIOS, 2018).

Figura 13: Coronal T1 para avaliação do alinhamento dos côndilos e meniscos.



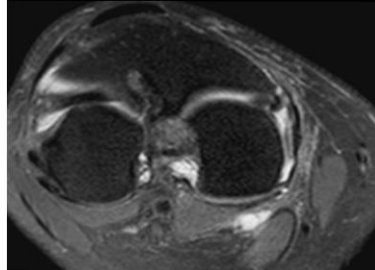
Fonte: (IMAIOS, 2018).

Figura 14: axial T2 Fat Sat demonstrando a ruptura total do LCA.



Fonte: (IMAIOS, 2018).

Figura 15: T2 oblíqua com ruptura total do LCA



Fonte: (IMAIOS, 2018).

4 METODOLOGIA

O estudo foi realizado através de revisão bibliográfica fazendo referência sobre a Importância da Ressonância Magnética no Diagnóstico das Lesões do Ligamento Cruzado Anterior (LCA). Para a elaboração desta revisão foram realizadas buscas nas bibliotecas virtuais Lilacs, Bireme, Scielo, Pubmed e Medline a fim de se verificar artigos disponíveis na língua português e inglesa.

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho dessa natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. Boa parte dos estudos exploratórios pode ser definida como pesquisas bibliográficas. As pesquisas sobre ideologias, bem como aquelas que se propõem à análise das diversas posições acerca de um problema, também costumam ser desenvolvidas quase exclusivamente mediante fontes bibliográficas. Gil al.at, (2002, Pag.44).

Foram realizadas buscas em periódicos no período compreendido entre julho e agosto de 2018, com a utilização dos descritores: Joelho, Lesões de LCA, Ressonância Magnética, Acurácia. Encontrados e selecionados 22 artigos, seis Teses relacionadas e 18 livros que respondem aos objetivos da presente pesquisa.

A pesquisa bibliográfica é aquela que se realiza a partir do registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos, teses etc. Utiliza-se dados ou de categoriais teóricas já trabalhados por outros pesquisadores e devidamente registrados. Os textos tornam-se fontes

dos temas a serem pesquisados. O pesquisador trabalha a partir das contribuições dos autores dos estudos analíticos constantes dos textos. Severino al.at, (2010.Pag. 122).

A pesquisa relacionada sobre o assunto foi principalmente do joelho é uma das maiores articulações do corpo humano, devido a sua localização ele está em sempre exposto a grandes cargas, principalmente nos esporte de alto rendimento. Eles é formada pela parte distal do fêmur, a parte proximal da tíbia, pela fíbula e patela, possui ligamentos e meniscos que auxiliam na estabilização da articulação. A ruptura do LCA é uma das lesões ligamentares mais comuns do joelho, é bastante comum no meio esportivo, principalmente em esportes coletivo, onde a instabilidade pode ser gerada pelo contato com o adversário.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na literatura pesquisada com a finalidade de achados acerca da acurácia da ressonância magnética comparada a outros métodos que evidenciem as lesões de LCA conclui-se que a Ressonância Magnética nas últimas décadas tem sido escolhida como melhor método diagnóstico de imagem para investigação de lesões intra-articulares dos joelhos, devido sua alta sensibilidade e especificidade para patologias associadas nesta articulação e escolhido por ser um exame não invasivo e de boa visualização de partes moles comparado à outros métodos invasivos, como a artroscopia e métodos imaginológicos que envolvam radiação ionizante.

Segundo Brown e David (1996), o exame físico associado aos testes de Lachman e o da gaveta anterior são os mais confiáveis para lesão de ligamento cruzado anterior, onde o fêmur será estabilizado com a mão do examinador e a articulação em aproximadamente 15-30° de flexão será aplicada uma força oposta, com a finalidade de interiorização tibial buscando sugestão de frouxidão ligamentar. Enquanto o teste da gaveta anterior o joelho estará fletido em 90° seguido de um puxão continuo e brando posteriormente a tíbia, é feito em direção anterior, caso haja indicio de lesão de LCA é

sentido e também visualizado o de grau que ocorrera entre o côndilo femoral e platô tibial. Em contrapartida para esse o melhor exame de diagnóstico por imagem, é a Ressonância Magnética por apresentar vantagens que incluem natureza não invasiva, obtenção de imagens multiplanares, visualizações de edemas e lesões associadas de estruturas adjacentes (ligamentos, meniscos, ósseos, etc.).

A literatura descreve que exames de Ressonância Magnética são úteis nos diagnósticos de LCA (rupturas parciais e totais), podendo detectar rompimento de estruturas que não são visualizadas em radiografias de rotina.

No presente estudo podem-se observar pontos de vistas que divergem acerca de métodos que levem a detecção das lesões de LCA descritos na literatura pelos autores, mas em relação a acurácia da RM, quanto a sensibilidade e especificidade na detecção de lesões de Ligamento Cruzado Anterior (LCA) de forma isolada e/ou associada, esses foram unânimes devido utilizarem em seus presentes estudos a RM como padrão, excluindo outros tipos exames de diagnóstico por imagem que forneçam de maneira tão fidedigna a anatomia do LCA.

Foram encontrados e selecionados 22 artigos, 6 Teses relacionadas e 18 livros que respondem aos objetivos da presente pesquisa.

Sendo excluídos da pesquisa artigos nos quais não respondiam aos objetivos do estudo, como: Artigos que tratavam de tratamento para a reconstrução do LCA e estudos muito antigos.

Quadro 2: Citações de ideias de autores.

Autor/ano	Tipo	Características do estudo	Resultados/conclusão
Karam (2007)	ARTIGO	Estudo realizado na PUCRS com 72 pacientes submetidos a exames de Artroscopia de joelho.	Evidencia que a RM tem sido um método de diagnóstico por imagem para investigação das articulações do joelho.
			Estudo feito a partir de levantamento de artigos em banco de dados, sobre o diagnóstico das lesões de

Feretti e Cohen (2007)	ARTIGO	Pesquisa de artigos em base de dados informatizados (MEDLINE, Cochrane, LILACS e outras bases).	LCA comprovaram que a RM possui sensibilidade de 100% e especificidade de 71% na detecção de lesões de LCA, evitando assim a artroscopia diagnóstica em 22% dos casos.
Karam, (2006)	TESE	Estudo transversal realizado no Hospital São Lucas da PUCRS, com pacientes de ambos os sexos e com idade igual ou superior a 14 anos, avaliou-se patologias intra-articulares do joelho através de exames físicos e RM.	Os resultados obtidos no estudo foram divididos em grupos, na qual a acurácia global demonstrou que a RM tem sensibilidade superior a 90% para detecção de Lesões de LCA.
Brant, William E, 2008, pag. 119.	LIVRO	Fundamentos de Radiologia - Diagnóstico por imagem	A RM é extremamente acurada no diagnóstico de ruptura de LCA, com sensibilidade de aproximadamente 100%.

Fonte: Autor próprio ².

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O joelho é uma articulação diartrodial ou dobradiça, estabilizada por músculos e ligamentos, entre os ligamentos o cruzado anterior é o mais lesionado entre os ligamentos do joelho. A função primária do ligamento cruzado anterior é limitar a anteriorização da tibia em relação ao fêmur e a secundária será através da contenção à rotação interna e externa do joelho.

Sabe-se que as lesões de LCA dependendo da classificação de seu grau (I, II e III) podem ocasionar instabilidade da articulação do joelho sendo está de forma aguda ou crônica, interferindo assim nas atividades cotidianas ou de participar em atividades recreativas dos pacientes acometidos com este tipo de lesão.

O método diagnóstico por imagem Ressonância Magnética demonstrou elevado grau de sensibilidade e especificidade, contribuindo satisfatoriamente, na avaliação das

lesões de rupturas parciais ou totais de LCA e concomitantemente nas lesões associadas (lesões do ligamento colateral ou dos meniscos), pois se caracteriza como método imaginológico não invasivo, devido não utilizar as propriedades das radiações ionizantes, demonstrando grande valia no auxílio dos possíveis tratamentos aos quais são submetidos os paciente, sejam esses, conservadores ou cirúrgicos.

A RM de joelho vem sendo bastante utilizada por especialistas, devido sua prática clínica em crescente desenvolvimento, levando em consideração suas propriedades, dada a alta capacidade de distinguir os contrastes presente nos tecidos, tornando-a um método capaz de evidenciar transtornos internos na estrutura, em casos de lesões de LCA, podendo assim guiar os cirurgiões ortopédicos ao melhor tratamento. Portanto utilizando as sequências corretas contidas nos protocolos, eleva-se a qualidade da imagem, podendo assim esperar um exame com 90 a 95% de acurácia. Nas ponderações de imagens obtidas com Saturação de gordura visualiza-se melhor o ligamento Cruzado Anterior, T1 para estudo anatômico e T2 para estudo das lesões.

Espera-se que este estudo contribua para futuras pesquisas bibliográficas, atuando com subsidio, para quem dele, se utilizar.

REFERÊNCIAS

ALENTORN-GELI, E. **Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**, 2009. Disponível em: <<http://sportsinjurypreventionapps.com/wp-content/uploads/2011/01/ACL-Prevention-Article-2.pdf>> Acesso em: 12 agosto 2018.

ARAUJO, D.V.G., RODRIGUES, F.M. **LCA: Estudo Bibliográfico sobre Lesão do Ligamento Cruzado Anterior**. FisioWeb, 2006. Disponível em: www.fisioweb.com.br. Acesso em: 13.06.2018.

ARLIANI, G. G. **Lesão do Ligamento Cruzado Anterior Tratamento e Reabilitação**. Rev. Bras. Ort. 2012. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-36162012000200008> Acesso em: 20 Fevereiro 2018.

BROWN, D. E. **Segredos em Ortopedia: Respostas Necessárias ao dia-a-dia em Rounds, na clínica, em exames orais e escrito.** Porto Alegre: Guanabara Koogan, 1996.

BRANT, W. E. e HELMS, C. A. **Fundamentos da Radiologia - Diagnóstico por Imagem.** 3ª Ed. Editora Guanabara, Rio de Janeiro, 2008.

CAMANHO, G. **Patologia do Joelho.** Ed. Sarvier, São Paulo, 1996.

CAMPBELL, W.C. **Cirurgia Ortopédica de Campbell.** 8º ed. Buenos Aires: Pan-americana, 1996, v.4.

CAILLIET, M. D., Rene. **Dor no Joelho.** Porto Alegre: Artmed, 2001.

FERREIRA, F. M. e NACIF, M. S. **Manual de Técnicas em Ressonância Magnética.** Rio de Janeiro, Editora Rubio, 2011.

FERRETI, M. AMARO, J.T. e COHEN, M. **Lesão do Ligamento Cruzado Anterior: Diagnóstico.** Soc.Bras.Traumatologia e Ortopedia, 2007.

GROSS, Jeffrey, F.J. e ROSEN, E. **Exame Musculoesquelético.** Ed. Artmed, Rio de Janeiro, 2000.

GIL, A.C. **Elaborar Projetos de Pesquisa.** 4ª Ed. Editora Atlas S.A, São Paulo: 2002.
HAAGA, J. R. TC e RM – **Uma Abordagem do Corpo Humano Completo.** 5ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

KARAM, F. C. **A acurácia da ressonância magnética para o diagnóstico de Lesões meniscais, condrais e dos ligamentos cruzados do Joelho.** 2006. 118f. Tese (Doutorado Medicina – Cirúrgica) – Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

KARAM, F.C. **A ressonância magnética para o diagnóstico das lesões condrais, meniscais e dos ligamentos cruzados do joelho.** RadiolBras, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-39842007000300009&script=sci_arttext> Acesso em: 20 Fev. 2018.

LIMA, A.F. **Fisioterapia em lesão do ligamento cruzado anterior com ênfase no tratamento pós-operatório.** 2007. 57f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso Fisioterapia) – Universidade Veiga de Almeida, Rio de Janeiro, 2007.

LIMA, Adriana Farah. **Fisioterapia mm Lesão do Ligamento Cruzado Anterior com Ênfase no Tratamento Pós-Operatório.** Monografia apresentada ao Curso de Fisioterapia da Universidade Veiga de Almeida. Rio de Janeiro. 2007.

LIVONESI, P.Â., MIRANDA, D. F. e PIEDADE, S. R. **Lesões associadas à ruptura do ligamento cruzado anterior do Joelho no exame de ressonância magnética.** UNICAMP, 2012.

MAZZOLA, Alessandro A. **Ressonância magnética: princípios de formação da imagem e aplicações em imagem funcional.** Revista Brasileira de Física Médica, 2009.
MORREIRA, D.; RUSSO, A.F. **Cinesiologia clínica e funcional.** 1ª ed. São Paulo: Atheneu, 2005.

OLIVEIRA, I. **Ressonância Magnética Nuclear: Uma Tecnologia para a Computação Quântica,** 2006. Disponível em <http://ppginf.ucpel.tche.br/weciq/CD/Mini-Cursos/IvanOliveira/mini-curso-ivan-oliveira.pdf>>. Acesso em: 17 Março 2018.

OLIVEIRA, G. A. de e BORDUQUI, T. **Física da Ressonância Magnética.** Universidade Católica de Brasília, 2012.

SANTOS, CL. Paleólogo Elefteriadis de França. **Dinâmica Simbólica na Análise de Apneuse e de Tarefa Sensório-Motora em Ressonância Magnética Funcional.** Rio de Janeiro, 2008.

SANTOS, D. **Constituição Anatômica do Joelho e Suas Principais Lesões.** ULBRA/Guaíba, 2010.

SEVERINO, A.J. **Metodologia do trabalho científico.** 23ª Edição. São Paulo, Editora, Cortez, 2007.

WESTBROOK, C. e ROTH, C.K. e TALBOT, J. **Ressonância Magnética – Aplicações Práticas.** 4ª Ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2013.

IMAIOS, disponível em <https://www.imaios.com/br/e-Anatomy/Extremidades/Joelho-IRM>, acessado em 1 de junho de 2018.