

## DIAGNÓSTICO DE HÉRNIA DE DISCO DA COLUNA LOMBAR EM RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

### DIAGNOSIS OF LUMBAR COLUMN DISC HERNIA IN MAGNETIC RESONANCE

**Adriana Lins Trajano Vieira**

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2912-0810>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7425483647047999>

Faveni-Faculdade Venda Nova do Imigrante, IESX\_PPROV, Brasil

E-mail: [adriana.lins01@gmail.com](mailto:adriana.lins01@gmail.com)

**Marcela Araújo Predes**

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2203-5621>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2943598930679248>

Universidade Paulista UNIP, SP, Brasil

E-mail: [marcelapredes@gmail.com](mailto:marcelapredes@gmail.com)

**Ezequiel Núbio Pereira**

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5970-8490>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3606151813013561>

Universidade de Brasília, UnB, Brasil

E-mail: [ezequiel.radiologia@hotmail.com](mailto:ezequiel.radiologia@hotmail.com)

### RESUMO

Muitos foram os cientistas que contribuíram para a técnica de Ressonância Magnética (RM) dos dias atuais. Estudos na área da biologia, física e química foram feitos para a primeira imagem por Ressonância Magnética ser formada. O fenômeno de RM acontece quando o paciente fica em contato com magneto do equipamento de RM, onde acontece excitação do tecido por pulso de radiofrequência, sendo magnetizado e produz outro sinal que é captado e levado ao conversor analógico-digital, que joga para um computador, onde é construída matematicamente uma imagem. A coluna vertebral por dar sustentabilidade ao corpo é a área anatômica mais agredida de diversas formas, por isso, a dor na região lombar são queixas médicas muito frequente. A hérnia de disco é a patologia que atinge o núcleo pulposo e o anel fibroso da vertebrae lombares. O melhor exame para diagnosticar hérnia discal é através da imagem por ressonância magnética (IRM), que permite uma visualização melhor do conjunto, partes moles e das estruturas vizinhas, oferecendo cortes sagitais, coronais e axiais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ressonância Magnética. Coluna Lombar. Hérnia de Disco. Exame. Diagnóstico.

### ABSTRACT

*There were many scientists who contributed to the MRI technique (MRI) of today. Studies in biology, physics and chemistry were made to the first picture Magnetic Resonance Imaging be formed. RM phenomenon occurs when the patient is in contact with magnet MRI equipment, which happens excitement tissue*

*radiofrequency pulse, being magnetized and produces another signal that is picked up and taken to the analog-digital converter, which plays to a computer where is mathematically constructed an image. The spine to give sustainability to the body is the most abused anatomical area in many ways, so the pain in the lower back are very common medical complaints. A herniated disc is the most common disease that affects the nucleus pulposus and the fibrous ring of the lumbar vertebrae. The best test to diagnose herniated disc is by magnetic resonance imaging (MRI), which allows a better view of the whole, soft tissue and surrounding structures, providing sagittal, coronal and axial sections.*

**KEYWORDS:** *Magnetic Resonance. Lumbar Spine. Herniated Disc. Examination. Diagnosis.*

## **1.INTRODUÇÃO**

Na década de 1920 já se realizavam estudos sobre o magnetismo dos núcleos atômicos, mas somente em 1946 foi fundamentada teoricamente por Felix Bloch e Edward Purcell. Dando origem ao espectro de Ressonância Magnética (RM). A técnica entra como diagnóstico no final dos anos 60 pelo médico Ray Damadian. Desde então vem sofrendo avanços que só acrescentaram a melhoria da técnica e a qualidade da imagem. As imagens produzidas através de RM se mostraram das mais sofisticadas e promitentes técnicas de diagnóstico clínico. Com o avanço cresce interesse por tal área e tem sido amplamente aplicada na resolução de vários diagnósticos.<sup>1,2,37,40</sup>

O estudo da RM é um assunto difícil, porém de suma importância na interpretação das imagens e por isso é preciso que os seus princípios básicos sejam entendidos. Contudo o amplo uso dessa tecnologia, poucos são os profissionais da saúde que compreendem o princípio básico de funcionamento e utilização, desconhece também a formação das imagens e qual é a interação que ocorre com o corpo no instante da captura das imagens.

Esta revisão tem como objetivo mostrar o funcionamento da RM e propiciar aos leitores explicações básicas na obtenção do exame de hérnia de disco na coluna lombar.

Será abordado no presente trabalho o contexto histórico, onde trouxe a técnica da RM para a medicina nos dias atuais. Os princípios da formação da imagem, dando noção como funciona o magnetismo no corpo humano.

Serão esclarecidos pontos fundamentais para o funcionamento do aparelho, como: magneto principal, gerador de radiofrequência, processamento de dados e imagens e arquivamento e impressão.

Existem acessórios fundamentais pra obtenção de uma imagem com qualidade, posto o que são bobinas e qual sua importância para a imagem.

Pelo campo magnético (CM) ser de grande potência magnética, algumas medidas devem ser tomadas pra segurança no geral, este tema também será esclarecido no decorrer do trabalho.

Embora o exame em si tenha uma boa procura, nem sempre tem qualidade devida, alguns fatores que afetam a qualidade, serão abordados, a fim de obterem informação para a aquisição do exame e uma imagem com qualidade.

O presente traz a tona uma patologia bem comum, a hérnia de disco da coluna lombar. E a revisão literária trará que a RM é um dos exames utilizado para a detecção desta patologia. Contudo não se pode falar de uma patologia sem antes ter

noção anatômica, será explicado o protocolo em exame de coluna lombar e indicação para o exame.

No exame, às vezes, precisa da utilização do meio de contraste, para o realce das estruturas em estudo, sendo descrito a preparação do paciente ao exame de RM em hérnia de disco.

A pesquisa do presente trabalho foi baseada em referenciais teóricos de alguns autores como: Westbrook, Bontrager, Prando, entre outros, onde de concordância citam o exame de RM como método eficaz para diagnosticar algumas patologias, devido o grande contraste e definição que dá as partes moles. A técnica não utiliza radiação ionizante, mas a interação dos núcleos de hidrogênio com o magneto do aparelho.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. CONTEXTO HISTÓRICO DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA**

O magnetismo surge na cidade de Magnésia, província da Turquia, pelo fato do minério magnetita ser abundante na natureza naquela região.<sup>1,2</sup>

Muitos foram os cientistas que contribuíram para a técnica de Ressonância Magnética dos dias atuais.<sup>37</sup>

Hans Oersted, dinamarquês, em 1820 e 1826, descreveu fenômenos elétricos aos fenômenos magnéticos, quando observou que a corrente elétrica alterava o movimento da agulha de uma bússola. Já no ano de 1821, pelo inglês Michael Faraday, descreve os fundamentos da indução eletromagnética.<sup>1,2,37,40</sup> Já em 1831, Henry constrói os eletroímãs e em 1856 e 1873, Maxwell através de outras pesquisas, formulou os fundamentos matemáticos para campos e ondas eletromagnéticas.<sup>37,40</sup>

Foram feitos muitos estudos na área da biologia, física e química, por diversos cientistas para a primeira imagem por Ressonância Magnética (RM) ser formada. Nikola Tesla, inventor e engenheiro elétrico fundou os primeiros princípios da RM.<sup>1,2</sup>

Nos Estados Unidos no ano de 1946, Felix Block (1905-1983) e Edward Mills Purcell (1912-1997), independentemente um do outro, descreveram o fenômeno físico-químico de certos núcleos com propriedades magnéticas, onde em 1952 receberam o prêmio Nobel por esta façanha.<sup>1,2</sup> E entra como diagnóstico no final dos anos 60 pelo médico Ray Damadian.<sup>2</sup>

Em março de 1973, Paul Lauterbur publicou o artigo, Image Formation by Induced Local Interaction; Examples Employing Magnetic Resonance (Formação de Imagens Induzida por Interação Local; Exemplos Empregando Ressonância Magnética) na revista Nature. Após esta publicação novas descobertas, desenvolvimento e aperfeiçoamento nas imagens e técnicas de RM, por vários cientistas, foram feitas até o que temos hoje.<sup>1,2</sup> Richard Ernst em 1975 transformou as técnicas de RM atual.<sup>2</sup>

O fenômeno de RM acontece no momento angular fundamental, chamado de spin, dos núcleos de alguns átomos, especialmente os de hidrogênio presente abundantemente no corpo e agem como minúsculos imãs. Que sob influência de um campo magnético externo, excita os núcleos de hidrogênio através de onda de radiofrequência (RF). Essa oscilação é detectada por meio da bobina receptora, que transfere o sinal para o hardware e o computador organiza os eventos e reconstrói a imagem.<sup>3,4,43</sup> Ou seja, o paciente fica em contato com magneto do equipamento de RM, onde acontece excitação do tecido por pulso de radiofrequência, sendo magnetizado e produz outro sinal que é captado. Quanto

maior concentração de moléculas de hidrogênio, maior a magnetização, resultando em sinal mais intenso.<sup>3,4</sup> Esses sinais são levados ao conversor analógico-digital (CAD) que joga para um computador, onde é construída matematicamente uma imagem.<sup>5</sup> O exame de RM traz a grande vantagem de não utilizar radiação ionizante para captação da imagem.<sup>3,4,43</sup>

Mais recentemente, no ano de 2003, Paul Lauterbur e Peter Mansfield, receberam o prêmio Nobel de Medicina pela aplicação da técnica de IRM.<sup>21, 37</sup>

## **2.2. PRINCÍPIOS DE IMAGEM NA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA**

O paciente é posicionado dentro do equipamento de RM, onde os núcleos de hidrogênio são orientados e alinha-se com o campo magnético externo (precessão), por um sinal de RF aplicado ao paciente. Quando este pulso de RF é desligado, os spins retornam ao seu estado inicial e espalham energia, onde esta é captada.<sup>2</sup> Ou seja, o tecido é excitado pelo pulso de RF, que temporariamente é magnetizado produzindo outro sinal de RF que é captado. É desta forma que os tecidos com maior concentração de prótons de hidrogênio ficam mais imantados, produzindo sinal de RF mais intenso. Ou ainda, para a formação destas imagens, tem que ter além de um campo magnético estável, vários pulsos de radiofrequência, no qual vão excitar os átomos gerando um sinal. Os prótons vão absorver esta energia emitida pelo pulso, para isto necessita-se do tempo de repetição (tempo gerado entre um pulso e outro) e tempo de eco (TE- tempo transcorrido entre um pulso e a geração do sinal).<sup>3,9,10,11,12,13</sup>

Em RM, para gerar imagens de alta qualidade do corpo, usa-se emissão de radiofrequência em presença de um campo magnético de alta potência. Podendo ser captadas em corte axial, coronal e sagital.<sup>3,15</sup>

As imagens em RM são descritas de acordo a intensidade de sinal em tipos de sequencias, podendo ser:

- T1- as imagens aparecem hipointensa, aparecem mais escuras em relação ao tecido cerebral normal. Exemplo: o liquido;
- T2- imagens Imagem hiperintensa- onde aparecem imagens brilhantes;
- Ausência de sinal- aparecem pretas.

A RM traz vantagens como ausência de radiação ionizante, ótimo contraste, alta resolução espacial muito maior que qualquer outro meio de captação de imagens.<sup>2</sup> Desde 1980 a modalidade RM vem sendo aceita como meio de diagnóstico mais sensível para estudo da doença espinhal, por captar plano sagital e coronal.<sup>2,15</sup>

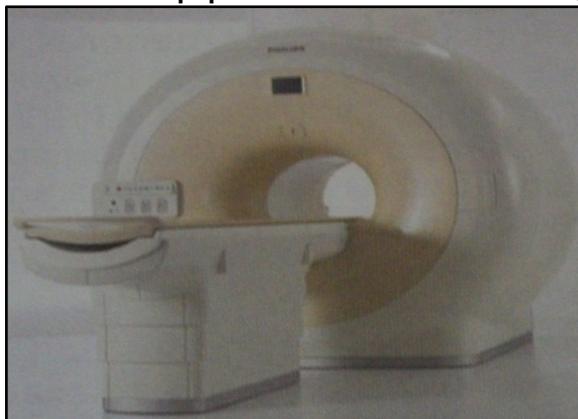
### **2.2.1. O ÁTOMO**

Átomo é a menor unidade de um elemento químico. Onde sua estrutura é constituída por um núcleo, onde fica a massa e de partículas girando ao seu redor, chamados de elétrons.<sup>1,6,7,8</sup> O núcleo é formado de partículas de carga positiva, denominadas prótons e por nêutrons, partículas sem cargas. Os elétrons possuem carga negativa e se anulam. Estes elementos que compõem o átomo de hidrogênio, por possuírem carga elétrica interagem com o campo magnético.<sup>1,6,7,8,37,38,39</sup>

O núcleo de hidrogênio possui um próton, tem como característica uma rotação sobre seu próprio eixo (spin), e um movimento que se comporta como um magneto. O próton é considerado dipolo, porque não só produz um campo magnético, mas também responde a presença de outras fontes.<sup>1,6,7,8,24, 37,38,39</sup>

## 2.3. COMPONENTES DO EQUIPAMENTO DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Figura 1. Visão do equipamento de Ressonância Magnética<sup>5</sup>



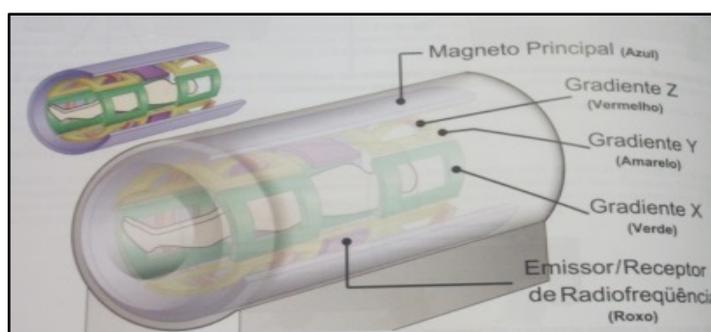
### 2.3.1. MAGNETO PRINCIPAL

Componente responsável pela formação do campo magnético do aparelho ( $B_0$ ). Em aparelhos de campo fechado, é localizado no revestimento do tubo, onde o paciente fica alojado. Já no de campo aberto, eletroímãs são posicionados superiormente e inferiormente na mesa de exames, onde gera campo magnético.<sup>1,17</sup>

### 2.3.2. MAGNETO GANTRY

São ímãs de baixa potência que interferem diretamente no campo magnético principal, são importantes e fundamentais para formação de algumas imagens, os aparelhos de RM possuem três gradientes, que são representados por x, y e z, posicionados adjacentes ao campo magnético principal.<sup>1,18</sup>

Figura 2. Mostra os gradientes do equipamento de Ressonância Magnética<sup>1</sup>



### 2.3.3. BOBINA DE RADIOFREQUÊNCIA

São acessórios utilizados pelo aparelho ou paciente, para melhorar o sinal recebido pelo magneto principal. A função é transmitir e receber sinais e assim ajudam na qualidade de formação da imagem, obtém uma maior resolução espacial.<sup>19,20</sup>

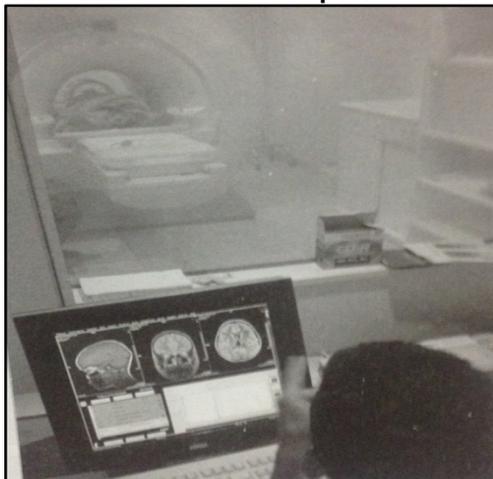
### 2.3.4. BOBINA DE SUPERFÍCIE

Conhecidas também como bobinas receptoras ou bobina de corpo. São pequenos ímãs de vários modelos e cada qual vai se adequar para um determinado estudo e parte do corpo. Recebem sinal dos prótons e tem como função melhorar este sinal, aumentando a qualidade das imagens.<sup>1,3</sup>

### 2.3.5. COMPUTADOR E MESA DE COMANDO

Tem a função de processar os dados e a programação do exame. Como o próprio nome diz mesa de comando, manda comando para o equipamento e é composta por monitores, teclados, computadores que promovem o processamento de todos os comandos e informações.<sup>1,2,5,3,16</sup>

Figura 3. Demostra a visão da sala de RM pelo vidro da sala de comando<sup>2</sup>



### 2.4. SEGURANÇA EM RM

Não há relatos de danos biológicos, causados pela exposição á RM, seja pelo campo magnético ou pelos acessórios.<sup>17</sup>

Materiais ferromagnéticos podem interagir com o campo magnético e serem atraídos com força e velocidade, podendo causar ferimentos.<sup>17</sup>

Todo material que for preciso adentrar a sala do magneto tem que ser testado quanto a seu potencial de magnetização, através de um imã. Na maioria das vezes os materiais em RM são de acrílico, alumínio, ou materiais não ferromagnéticos.<sup>17,38,39</sup>

Em caso de prótese metálica ou implante, devemos observar a capacidade de gerarem aquecimento ou uma imagem com artefato. Deve-se observar e se comunicar como o paciente. Deve-se também atentar aos riscos mecânicos e elétricos, que necessite de manutenções corretivas.<sup>17</sup>

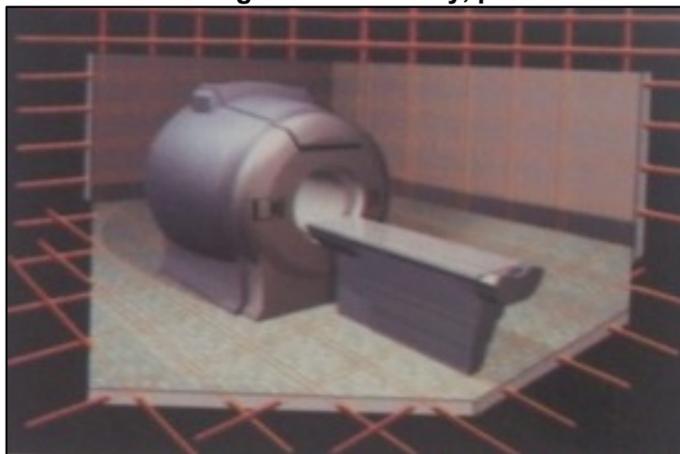
Para mulheres gestantes, não há estudo que comprovem o risco, porém recomenda-se a partir do primeiro trimestre.<sup>5</sup>

#### 2.4.1. BLINDAGEM DA SALA

Para a instalação do aparelho de RM é preciso um ambiente adequado já que, o campo magnético gerado pelo equipamento é potente e também não sofra interferências externas.<sup>1</sup>

No isolamento da sala, é feito através de uma gaiola de Faraday, criado por Faraday em 1831, que consiste em material condutor (alumino, cobre), impedindo a entrada de campos eletrostáticos e eletromagnético. Um vidro é utilizado como janela para observar o interior da sala de exames, onde deve conter uma tela, parecida com as de forno micro-ondas, para que isole radiofrequências.<sup>1</sup>

**Figura 4. Demonstra o sistema da gaiola de Faraday, para isolamento da sala de RM<sup>1</sup>**



## **2.5. FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DA IMAGEM**

Um exame de qualidade dependerá também da experiência do operador, do paciente, do equipamento.<sup>17</sup>

A RM é uma técnica com capacidade multiplanar na obtenção de imagens, tem excelente resolução espacial, contraste e sem o uso de radiação ionizante.<sup>2,3</sup>

### **2.5.1. O SINAL PARA FORMAÇÃO DA IMAGEM**

Para aquisição de uma imagem a informação só será obtida se os prótons estiverem em ressonância, ou seja, girando em frequência iguais num certo momento, isto conhecido como fase. E também dos pulsos de radiofrequência, que devem fornecer energia suficiente para que os prótons girem na direção ao plano transversal em relação ao  $B_0$ . Para que isso aconteça é necessário que os prótons de hidrogênio absorvam a energia fornecida de sua precessão. Quando inclinados ao plano transversal gera corrente elétrica nas bobinas receptoras. Quanto maior o sinal melhor será a descrição das imagens.<sup>1</sup>

### **2.5.2. ARTEFATO DE MOVIMENTO**

O artefato de movimento é o mais comum dentro de imagens de RM e se manifestam como fantasmas ou borrões nas imagens. Que acontece na movimentação entre o tempo de excitação da radiofrequência e a coleta do eco. Estes movimentos associam-se com tosse, deglutição, respiração, peristaltismo gastrointestinal e movimentos bruscos do paciente.<sup>22,23</sup>

### **2.5.3. ARTEFATO DE FLUXO SANGUÍNEO**

O artefato de fluxo sanguíneo é causado pelo deslocamento do sangue no interior dos vasos, onde o fluxo arterial é mais visível que o venoso devido sua CORRENTE SER MAIS FORTE.<sup>25</sup>

### **2.5.4. ARTEFATO METÁLICO**

O artefato metálico ocorre devido o campo eletromagnético que pode ser criado, desta forma interfere na formação do sinal ao seu redor, por isso é feita uma anamnese pra saber se o paciente possui algum e qual tipo de metal.<sup>17</sup>

### 2.5.5. DESLOCAMENTO QUÍMICO

O artefato de deslocamento é provocado pelos elementos químicos diferentes da água e gordura, causando uma diferença na frequência de precessão entre os movimentos magnéticos.<sup>25</sup>

### 2.5.6. ARTEFATOS DE SUSCETIBILIDADE MAGNÉTICA

Ocorre pela capacidade de um tecido em adquirir magnetização quando ele é exposto a um campo magnético. Podendo a magnetização ser concordante (paralela) ou discordante (antiparalela) ao campo magnético externo. Na magnetização paralela, diz positiva e paramagnética. Na antiparalela, diz negativa e diamagnética.<sup>25</sup>

Este artefato é encontrado na presença de ar, metal, cálcio ou meio de contraste gadolínio concentrado, estando ou não, associada à distorção da anatomia dos tecidos.<sup>25</sup>

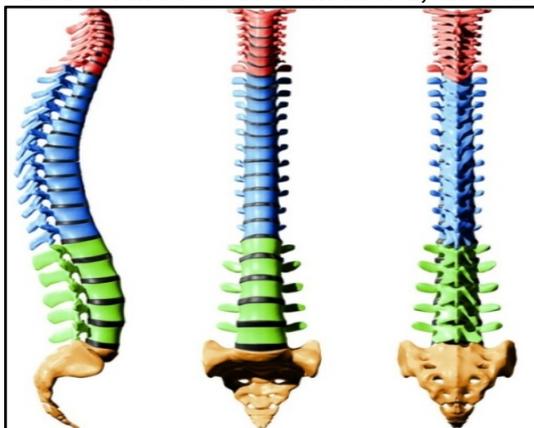
### 2.6. ANATOMIA DA COLUNA VERTEBRAL

Por serem multiarticuladas, os movimentos da coluna vertebral (CV) acontecem como resultado da combinação das vértebras individuais.<sup>28</sup>

Ao nascimento a coluna vertebral é côncava (cifótica ou curvatura primária). Ao longo do crescimento desenvolvem-se as curvaturas secundárias, chamadas de convexas (lordóticas). Entre elas a linha da gravidade passa, dando equilíbrio, resistência.<sup>26</sup>

Para suportar os efeitos da gravidade e de forças externas é necessário haver flexibilidade e equilíbrio na CV.<sup>27,28</sup> Condições como a raça, o sexo, o desenvolvimento genético e os fatores ambientais, causam as variações nas vértebras.<sup>27,28</sup>

Figura 5. Mostra a coluna vertebral em lateral, anterior e posterior<sup>46</sup>



Para a funcionalidade da coluna vertebral encontram-se pilares, divididos em anterior e posterior. Onde o anterior é constituído pelos corpos vertebrais e discos intervertebrais, que são responsáveis pela sustentação de peso e absorção de choques. Os discos intervertebrais são formados por um anel fibroso exterior e núcleo pulposo de interior gelatinoso. Os pilares posteriores são constituídos de processos e facetas articulares, responsáveis pelo deslizamento para a movimentação. Os músculos produzem e controlam o movimento, inseridos nos processos.<sup>27,28</sup>

O formato do disco corresponde à do corpo vertebral ao qual se fixa. Quando uma força é aplicada sobre o disco intervertebral, traduz um aumento da pressão interna do núcleo e da tensão das fibras do anel, porém o deslocamento

relativo do núcleo e a tensão das fibras do anel fazem com que o sistema suporte e volte a sua posição inicial.<sup>27,28</sup>

A coluna vertebral tem como função proteger a medula espinhal; dar sustentabilidade, onde é firme, porém também é flexível; suportar dando estabilidade à cabeça; permitir os movimentos cervicais, flexão, extensão, rotação lateral direita e esquerda, inclinação lateral direita e esquerda.

É formada de 33 vertebrae, sendo:

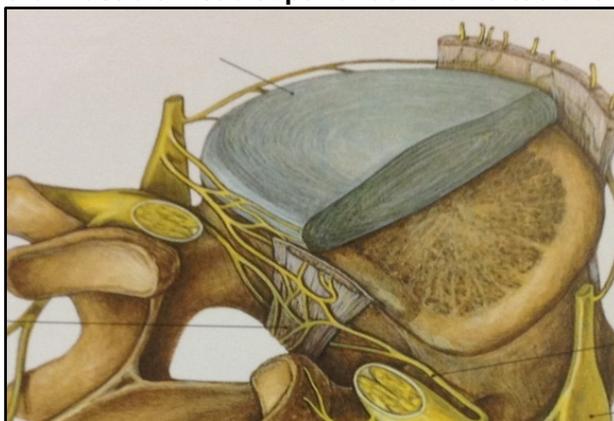
- Sete cervicais;
- Doze torácicas;
- Cinco lombares;
- Cinco lombares fusionadas, constituindo o sacro e
- Caudalmente ao sacro, quatro ou cinco ossículos articulados, irregulares, constituem o cóccix. A CV atinge o comprimento cerca de 40% da altura da pessoa. Cada coluna pode ser identificada e diferenciada por suas características.<sup>28,29</sup>

A formação da coluna lombar é composta por cinco vertebrae. Observando a vertebra superiormente, teremos: corpo vertebral; pedículo do arco vertebral; forame vertebral; processo costal; processo articular superior; lamina do arco vertebral; processo espinhoso; processo mamilar e processo acessório.<sup>27,28</sup>

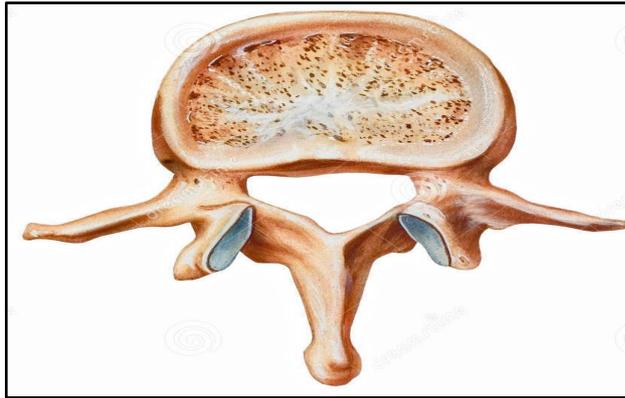
Tem como função, além das principais citadas a cima, a coluna lombar protege a cauda equina, que origina a inervação dos membros inferiores, dá mobilidade ao dorso, suporte a parte superior do corpo e transfere peso à pelve e membros inferiores. Sendo a parte mais móvel de flexão e extensão e inclinação lateral.<sup>15,26,31,32</sup>

As vertebrae são formadas pelo corpo vertebral e pelo arco posterior, delimitando então o canal medular.<sup>29</sup> A coluna vertebral por dar sustentabilidade ao corpo é a área anatômica mais agredida de diversas formas, por isso, o grande índice de lesões. Sendo por situações aguda de natureza macrotraumático ou por sobrecarga, onde a enfermidade mais frequente é a hérnia discal lombar.<sup>30,36</sup>

**Figura 6. Ilustra a visão superior de uma vertebra lombar<sup>47</sup>**



**Figura 7. Ilustra o disco vertebral, presente entre duas vertebrae.<sup>10</sup>**



## 2.7. HÉRNIA DE DISCO DA COLUNA LOMBAR

Dores na coluna lombar são queixas médicas muito frequente, causada por distensões musculares, dor intensa passageira ou persistente ciática, ou ainda problemas nos discos intervertebrais, como protrusão ou extrusão do núcleo pulposo e do anel fibroso. Quando o espaço discal é afetado, ocasiona a hérnia discal.<sup>2,36</sup>

Figura 08. Demostra nervos, vertebrae e discos intervertebrais da coluna lombar<sup>44</sup>

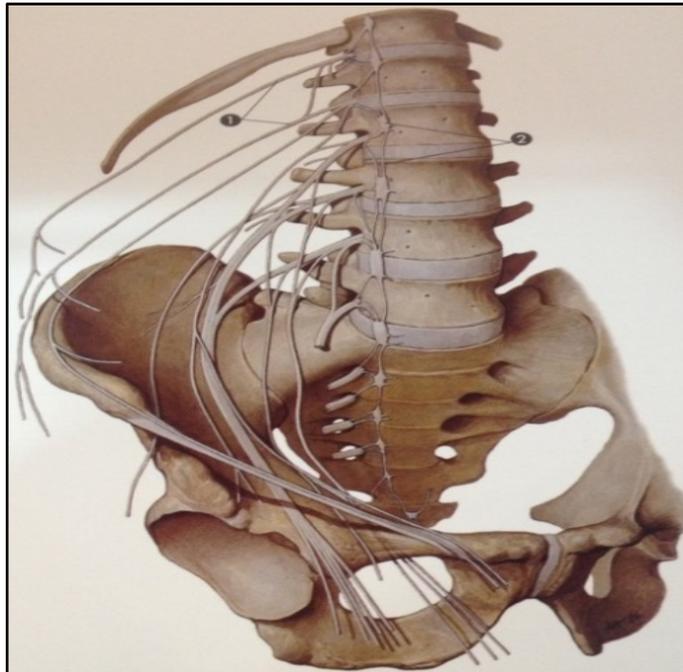
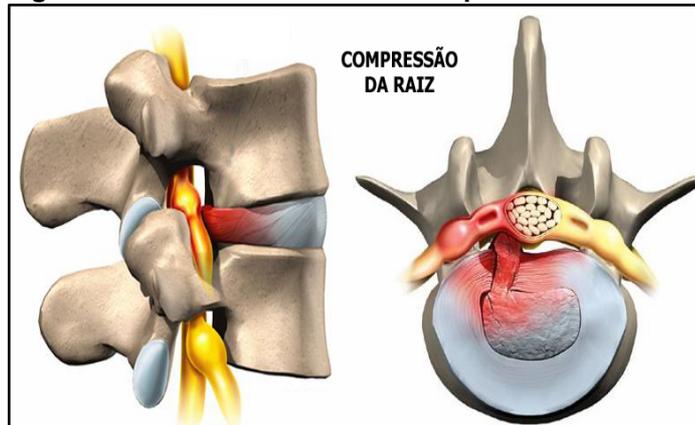


Figura 09. Mostra hérnia discal comprimindo o nervo.<sup>49</sup>



### 2.7.1. CONCEITO E ETIOLOGIA DA HÉRNIA DE DISCO

O aparecimento da hérnia discal não está elucidado, embora os fatores mecânicos e biológicos sejam a tese da maioria dos autores. Numa visão geral aos fatores etiológicos da hérnia discal lombar, estão a idade, ocupação, gênero, exposição a vibração veicular, tabagismo e outros que contribui como o peso e a altura. Estudos mais recentes põe a hipótese da genética como outro fator de risco.<sup>29,16</sup>

Esta herniação pode ocorrer após um traumatismo ou esforço. Os mais afetados são homens, por causa de esforços repetitivos e trabalhos de esforço físico. A região mais atingida são as lombossacrais, 90% ocorrem no nível L4-L5, comprimindo a quinta raiz nervosa lombar e L5-S1 e na coluna cervical.<sup>29,16</sup>

### 2.7.2. FISIOPATOLOGIA DA HÉRNIA DE DISCO

A hérnia discal pode ser descrita quanto à sua morfologia, localização no plano, modificação e em relação às raízes nervosas, vai depender do comportamento do disco intervertebral e as forças que atuam sobre ele.<sup>31,32</sup>

A hérnia discal pode ser do tipo: degeneração discal, protrusão, extrusão e sequestro discal:

- Degeneração- acontece protrusão além do corpo da vertebra, porém as fibras anulares se mantêm intactas.<sup>28,31,32,33</sup>
- Protrusão discal consiste na alteração degenerativa da parte interna do anel fibroso. A herniação discal acontece quando o material do núcleo pulposo desloca-se pela ruptura do anel fibroso. O anel fibroso externo está intacto embora enfraquecido.<sup>31, 32,33</sup>
- Extrusas- Quando o ligamento rompe e o núcleo pulposo degenerado migra para o canal vertebral. Porém se mantêm conectado ao corpo vertebral. Ou seja, extrusão é quando o conteúdo do disco passa através de rupturas Ou ainda, a herniação discal acontece quando o material do núcleo pulposo desloca-se pela ruptura do anel fibroso.<sup>31,32,33</sup>
- Sequestradas- Quando o material do núcleo pulposo sai para o interior do canal ou caudalmente ou no interior dos forames. Ou se fragmenta a partir do disco original e migra.<sup>31, 32,33</sup>

Figura 10- a. Degeneração do disco <sup>31</sup>

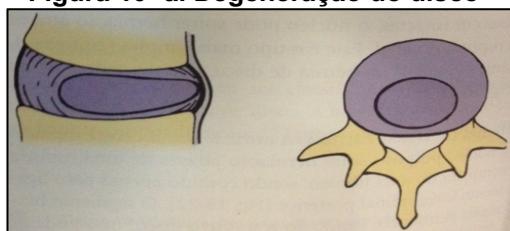


Figura 10- b. Hérnia por protrusão <sup>31</sup>

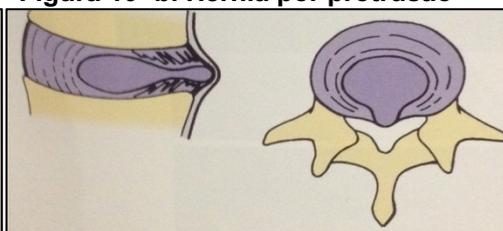


Figura 10-c. Hérnia por extrusão <sup>31</sup>

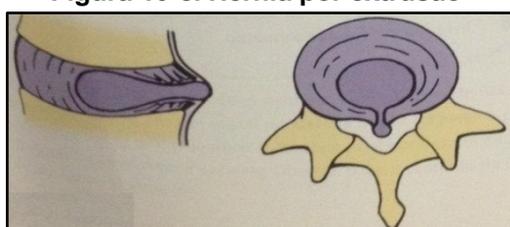
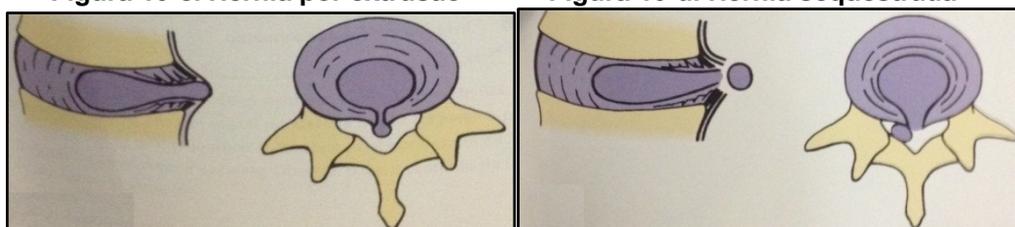


Figura 10-d. Hérnia sequestrada <sup>3</sup>



A pressão sobre a raiz do nervo pode resultar em formigamento, dormência e até mesmo fraqueza nos músculos supridos por esta raiz nervosa. Esta patologia pode acometer qualquer local da CV, porém a coluna lombar é mais atingida.<sup>26,28,32</sup>

Qualquer que seja o motivo da hérnia discal, é devido à alteração degenerativa do anel. A hérnia discal ocorre com maior frequência no adulto jovem que no idoso. Clinicamente as hérnias discais consiste de dor lombar e lombociatalgias (sintoma de dor que irradia para os membros inferiores).<sup>29,32,36</sup>

A hérnia discal tem grau variado de dor, dificultando a flexão do tronco, escoliose antálgica, alterando a sensibilidade, déficit motor, hiporreflexia ou arreflexia miotática.<sup>32,36</sup>

## 2.8. DIAGNÓSTICO DE HÉRNIA DISCAL

A hérnia discal é caracterizada pela saída do núcleo pulposo para fora dos limites do disco intervertebral. A hérnia discal clássica se manifesta com dor no segmento afetado (cervicalgia ou lombalgia) aguda, dor intensa, sendo irradiada de acordo com a raiz afetada, caracterizando então cervicobraquialgias e as lombociatalgias.<sup>29,31,32,36</sup>

As características da dor e sua irradiação é que vai dar o diagnóstico clínico, somados com os achados do exame físico, fazendo supor o nível da lesão. Em casos de boa evolução não tendo complicações é feito acompanhado da área afetada com radiografias simples.<sup>28,36</sup>

Somente as radiografias simples não favorece o diagnóstico, devido a abertura do espaço discal do lado afetado, mostra apenas outras alterações e conhecer melhor a coluna do paciente.<sup>29,16</sup>

É através do exame de RM que pode diagnosticar muitas patologias da coluna. Este meio de exame fornece detalhes anatômicos permitindo estudo de ligamentos, nervos músculos e discos intervertebrais, além de fornecer a imagem em múltiplos planos, realçando diferentes contrastes nos tecidos.<sup>21,29,32</sup>

Hérnia discal pode ser definida como um deslocamento de um órgão ou parte dele através de um canal adquirido ou natural. Herniação discal significa deslocamento de material discal além dos limites do disco intervertebral.<sup>34,35</sup>

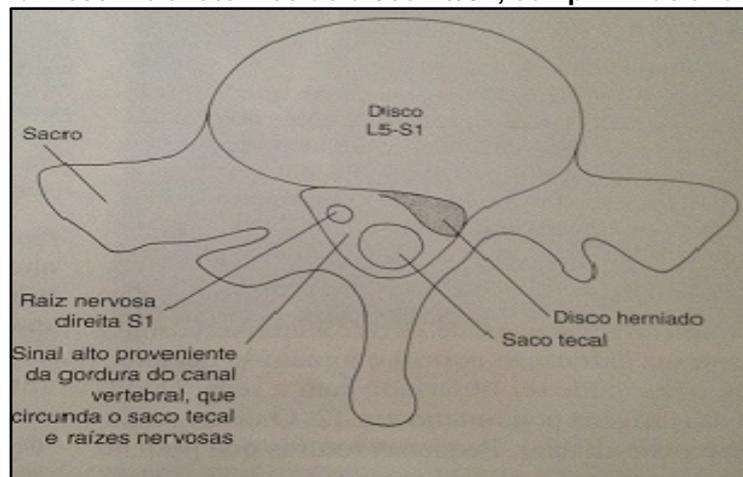
**Figura 14-a. Exibe hérnia discal por extrusão, ponderada em T2 e corte sagital.<sup>4</sup>**  
**Figura 14- b. RM de hérnia de disco, imagem sagital ponderada emT2, posterior em L4/ L5.<sup>4</sup>**



**Figura 15- a. Corte axial, ponderada em T1 do disco L5/S1, comprimindo a raiz nervosa adjacente.<sup>4</sup>**



**Figura 15- b. Desenho anatômico do disco L5/S1, comprimindo a raiz nervosa.<sup>4</sup>**



## **2.9. SISTEMA DE OBTENÇÃO DE IMAGENS POR RM DO TIPO CAMPO ABERTO.**

Os aparelhos de campo aberto são mais lentos e por isso demoram mais a realizar os exames. São utilizados para crianças, adultos obesos e claustrofóbicos graves que não toleram o espaço apertado.<sup>5</sup>

## **2.10. NOVO SISTEMA DE ALTO CAMPO**

Um pequeno número de magnetos de alto campo magnético de até 7 tesla e peso de 30 toneladas estão em uso em alguns departamentos de pesquisa. Onde pesquisadores estudam e diagnosticam doenças do sistema nervoso central, depressão, doença de Alzheimer e Parkinson. Possibilitando estudar as químicas iniciais do tecido encefálico associado a essas doenças.<sup>5</sup>

## **2.11. HISTÓRIA DO PACIENTE**

Antes da varredura é preciso colher a história completa do paciente. Quando necessário o uso de contraste, verificar o histórico de alergias.<sup>5</sup>

O paciente recebe um questionário com perguntas que será feitas, como: cirurgias, acidentes, se tiver algum tipo de prótese metálica, onde poderão ser solicitadas radiografias convencionais antes da execução desse exame. Assim a equipe tira todas as dúvidas, para realizar o exame com segurança.<sup>2,5</sup>

### 2.11.1. PROTOCOLO DE RM EM EXAME DE COLUNA LOMBAR

As hérnias de disco e compressões radiculares são mais comuns na coluna lombar e mais visualizada em exame de RM. O protocolo básico inclui dois planos sagitais (T1 e T2) e dos axiais (T1 e T2). Acessórios: bobina de CTL Array (arranjo de fase) e bobina de superfície.<sup>21</sup>

Figura 16. Visualização da bobina de superfície, utilizada para exame de coluna lombar.<sup>48</sup>



Para a realização da RM para diagnóstico de hérnia de disco o paciente é posto em decúbito dorsal, com a bobina de superfície posicionada na região da coluna lombar. Cabeça entrando primeiro no gantry, cabeça e toda coluna alinhada com o sistema de RM, centro de referência quatro dedos acima da crista ilíaca.<sup>5,16,17,21</sup>

Os parâmetros técnicos podem variar conforme o equipamento utilizado. Deve-se orientar o paciente em relação ao exame, ao barulho do equipamento, movimentos. Se necessário é injetado o contraste a base de gadolínio.<sup>16</sup> Segundo achado na literatura este é um parâmetro descrito, utilizado para realização da RM de coluna lombar:

- TSE- T1- Sagital
- TSE- T2- Sagital
- TSE- T1- Transversal
- TSE- T2- Transversal.<sup>41</sup>

### 2.11.2. PREPARO DO EXAME

Para a realização do exame de RM com segurança e uma boa qualidade na imagem, tem- se tomar alguns cuidados como:

- Garantir o conforto do paciente usando cobertores, travesseiros, coxim sob as pernas;
- Intercomunicador conversando com o paciente no intervalo entre tomadas e
- Tranquilizar o paciente para claustrofobia. Nisso recomenda-se deixar algum parente na sala.<sup>5,16</sup>

### 2.11.3. PREPARO DO PACIENTE

O sucesso para o exame de qualidade em RM envolve o paciente e preparo do mesmo. No agendamento o paciente leva um folheto impresso com explicações sobre o exame, assim o lerá como será realizado e no dia tirará qualquer dúvida que tiver a respeito. Tirando estas possíveis dúvidas, ele estará mais relaxado, confortável e seguro para realização. O paciente tendo confiança no profissional que realizará o exame, o sucesso da qualidade será positiva. Convém certificar-se das dúvidas, como:

- Descrição do aparelho;
- A importância do aparelho e exame de RM;
- O som alto que o paciente ouvirá;
- Duração do exame;
- O sistema de comunicação entre os dois, o monitoramento que o profissional estará fazendo;
- Ausência da radiação ionizante e;
- A remoção dos objetos metálicos ferromagnéticos.
- Deve permanecer em jejum de ao menos 4 horas.<sup>5,41</sup>

#### **2.11.4. MONITORAMENTO DO PACIENTE**

A monitoração constante tranquilizará o paciente durante a varredura ou entre as sequências de pulsos. O profissional além de estar dando atenção, tranquilizando, o lembrará de ficar imóvel.<sup>5</sup>

#### **2.12. CONTRAINDICAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DO EXAME**

O exame de RM é contraindicado em alguns casos:

- Cateter com eletrodos e dispositivo eletrônico;
- Clipes de aneurisma cerebral ferromagnéticos;
- Fios guias intravasculares;
- Fios metálicos de localização pré-cirúrgica mamária
- Fixadores ortopédicos externos metálicos não-removíveis;
- Implantes dentários magnéticos;
- Marcapasso (cardíaco e outros);
- Próteses internas ortopédicas em pacientes anestesiados, com rebaixamento do nível de consciência, ou conscientes com perda de sensibilidade no local da prótese.
- Cânula de traqueostomia metálica (trocar por cânula plástica);
- Claustrofobia;
- Gestante- evitar no primeiro trimestre, porém podendo o exame ser realizado com indicação clínica. Não tem necessidade de suspender a amamentação após a injeção de contraste.
- Pacientes que pesam mais 200 kg e os pacientes que não caibam o gantry não podem submetidos ao exame.<sup>5,15,16,41</sup>

#### **2.13. MEIO DE CONTRASTE**

São substâncias com pequenos campos magnéticos, que realçam as estruturas em estudo. Na RM é utilizado o gadolínio, material paramagnético, tem meia vida de 30 minutos e intensifica o sinal a ser captado. O gadolínio é um composto e para minimizar sua ação ele é associado a um produto chamado DTPA (ácido dietilenotimina pentacético), diminuindo sua toxicidade. A dose a ser administrada no paciente é de 0,2ml por Kg. a excreção acontecerá pelas vias urinárias após três horas e de três a sete dias para a eliminação total do contraste. São poucos os casos de reações alérgicas provocadas pelo gadolínio+ DTPA Administrado por via intravenosa.<sup>16,25</sup>

Quando ocorrem as reações alérgicas os sintomas mais frequentes são náuseas, cefaleia, e sensação de frio.<sup>5</sup>

Se necessário o uso de contraste nos exames de coluna, é mais em caso de tumores infecção é pós-operatório. Assim diferencia uma cicatriz epidural de um disco herniado.<sup>15</sup>

## 2.14. ESCOLHA PELA RM

A radiografia por ser o método mais comum e de baixo custo, faz parte da avaliação para diagnóstico de hérnia de disco. Porém quando o quadro clínico não for claro e houver possibilidade de existirem outras alterações, são pedidos exames complementações para análise mais completa da coluna. O diagnóstico na coluna lombar primeiramente são feitos com raios X, revelando, superficialmente, o tamanho a largura, densidade e a posição dos ossos.<sup>2,28,32,36.</sup>

A Tomografia Computadorizada (TC) é realizado para confirmação no diagnóstico de hérnia discal, porém sofre limitação pelo paciente estar deitado e pelos cortes serem apenas transversais.<sup>2,31</sup>

O melhor meio para diagnosticar hérnia discal é através da imagem ressonância magnética (IRM), que permite uma visualização melhor do conjunto, partes moles e das estruturas vizinhas, oferecendo cortes sagitais, mesmo o paciente deitado. A RM por ser eficiente é um exame caro.<sup>16,19,29,33,36</sup>

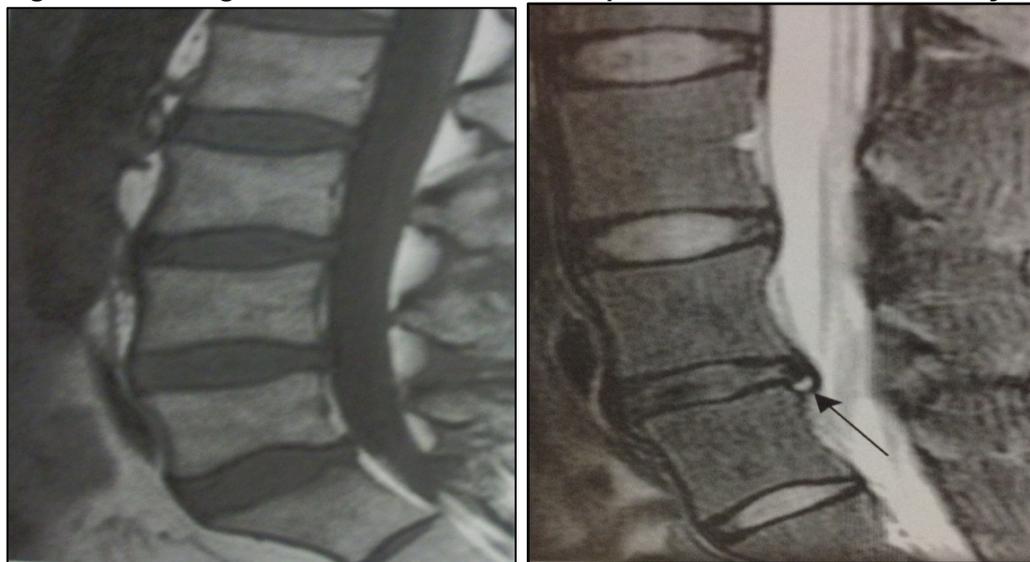
A RM vem sendo usada em muitas situações, como: captação da imagem espinal, musculoesquelética (ME), adrenal, mamária, hepática, biliar, pancreática, cardíaca, renal, e pélvica feminina, alterações degenerativas, infecção e anormalidades congênitas. E também para quadros de compressão de medula, estenose do canal, tumor, metástases, processos infecciosos e no pós-operatório da coluna.<sup>2,17</sup>

## 2.15. DIAGNÓSTICO /CARACTERÍSTICA DA IMAGEM

A formação da imagem por RM só é possível por causa da troca de energia entre núcleos de átomos de hidrogênio e ondas eletromagnéticas.<sup>17</sup>

**Figura 17- a. Imagem de RM da coluna lombar sem herniação discal, ponderada em T1<sup>34</sup>**

**Figura 17- b. Imagem de RM da coluna lombar, ponderada em T2, com herniação.<sup>4</sup>**



A figura a- mostra exame de RM ponderada em T1 da coluna lombar, com formato de vertebrae normais, sem alterações visíveis, discos vertebrais conservados e sem deslocamento do mesmo. Já na figura b- mostra o exame de coluna lombar ponderada em T2, onde os corpos das vertebrae L4 e L5 encontram-se irregulares e que o disco vertebral dentre a L4 e L5 ocorre hérnia por extrusão, onde houve rompimento do anel fibroso e o núcleo extravasa para o canal vertebral.

## **2.16. ARQUIVAMENTO E IMPRESSÃO DO EXAME**

O sistema computacional é importante na RM, pois comanda e processa as informações vindas do equipamento, como o tempo dos pulsos e também faz a reconstrução das imagens. Os computadores contêm memória externa e interna que servem para armazenamento das imagens e a suas reconstruções.<sup>45</sup>

Depois que a imagem é reconstruída, ela pode ser exibida para a visualização instantânea ou armazenada numa base de dados para possível visualização.<sup>20</sup>

Outra forma de aquisição da imagem é o 3D que com cálculos de Fourier, o sistema computacional traduz e reproduz a imagem em cortes em qualquer plano e reconstruções e em qualquer incidência.<sup>15</sup>

Aquisição de dados são adquiridos de maneira digital e reproduzidos em CD'S ou em películas de filmes.<sup>20</sup>

## **3. DISCUSSÃO**

O disco intervertebral se localiza entre duas vértebras, tem como função amortecer cargas que recaem sobre a coluna vertebral. Formado de uma área central gelatinosa chamada de núcleo pulposo, circundado por um anel fibroso, que mantém esse núcleo no seu interior.

A hérnia de disco é causada pelo processo de degeneração do disco intervertebral, por ruptura ou não de suas fibras. As herniações são classificadas por suas características, como da localização do tamanho, do tipo e do grau de envolvimento radicular. Segundo Prado afirma que a degeneração discal é o deslocamento do material nuclear para além dos limites do corpo vertebral, causando dor na região lombar que pode irradiar-se para nádegas, coxas e joelhos, podendo piorar com o esforço físico. Em acordo Phoebe descreve e concorda com Prado a respeito que a hérnia se desloca em todas as direções. A hérnia discal surge por vários fatores como pequenos traumas, infecções, malformações, congênitas, doenças inflamatórias e metabólicas, neoplasias, distúrbios circulatórios, além das más posturas e outros motivos.

O diagnóstico da hérnia deve ser feito clinicamente e por exame de imagens como raios X, tomografia e ressonância magnética que ajudam a determinar o tamanho da lesão, exatidão da região alocada. Porém dentre os três métodos, Westbrook, Oestmann, Chen entre outras revisões literárias, concordam que a RM é a mais indicada para exame de partes moles, inclusive da coluna lombar para detecção de hérnia de disco, pois tem um ótimo contraste e alta resolução espacial.

## **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao término da pesquisa, conclui-se que devido a grande sobrecarga que a coluna vertebral recebe, ela é a parte mais acometida para o aparecimento de hérnia de disco, principalmente a região lombar. E que o diagnóstico tem que ser bem apurado, pois a herniações nesta localidade traz dores absurdas na região, podendo acometer órgãos adjacentes.

Desde sua aplicação na medicina, a técnica de RM vem tendo um enorme avanço e seu método de captação da imagem é um dos mais utilizados na medicina. Isto tudo por ser um método não invasivo, sem aplicação da radiação ionizante e por fornecer imagens em qualquer plano, alto contraste em partes moles e resolução espacial, fornecendo um grande potencial de diagnóstico. E tal resultado é devido à interação dos prótons de hidrogênio com um campo magnético externo potente.

Deduz que com esta revisão, dúvidas sobre a influência do campo magnético do aparelho sobre o corpo humano, foram esclarecidas. E também da patologia em si. Assim trazendo a modalidade de imagem por RM, de forma assimilável proporcionando mais conhecimento aos leitores.

## REFERÊNCIAS

- 1- WERLANG, Henrique Zambieditti. **Manual do residente de radiologia**. 2ªed. Rio de Janeiro, Guanabara, 2009. p. 45-55. ISBN: 85-277-1588-1
- 2-CHEN, Michael Y.M. **Radiologia básica**. 2ªed. Porto Alegre: AGMH, 2012. p. 10-14. ISBN: 85-8055-108-2
- 3-MARCHIORI, Edson. Santos, Maria Lúcia. **Introdução à radiologia**. 1ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009. p. 23-28. ISBN: 85-277-1561-4
- 4- ARMSTRONNG. P, Wastie. M, Rockall. A . **Diagnóstico por imagem**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2006. p. 352-356. ISBN: 85-372-0034-4
- 5- BONTRAGER, kenneth L. **Tratado de posicionamento radiográfico e anatomia associada**. 7ªed. Rio de janeiro: Elsevier, 2011. p. 789-802. ISBN: 85-352-5631-4
- 6- MACHADO, Klever Daum. **Teoria do eletromagnetismo**. 2ªed. Ponta Grossa: UEPG, 2002. Volume 2. p. 533-536. ISBN: 85-869-4126-3
- 7- FUCE, Luiz Felipe. **Física para ensino médio**. 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2010. p. 178-208. ISBN: 85-02-08495-7
- 8- BISCUOLA, Gualter José. **Eletricidade, física moderna, análise dimensional**. 2ª ed.. São Paulo: Saraiva, 2013. Volume. 3. p. 173-183. ISBN: 85-02-19198-3
- 9- VILLAS, Newto. **Física termologia ondulatória óptica**. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2013. Volume 2. p. 152-154. ISBN: 85-02-19196-9
- 10- PUTZ, R. Pabst, R. **Sobotta atlas de anatomia humana**. 22ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005 Volume 2. p.2;4;9;12. ISBN: 85-277-1139-7
- 11- CASTRO, Junior Amaury de. **Introdução à radiologia**. 4ª ed. São Paulo: Rideel, 2010 p. 63-69. ISBN: 85-3391571-8
- 12- TILLY, Júnior, João Gilberto. **Física Radiológica**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara koogan, 2010. p.13-18. ISBN: 85-277-1676-5
- 13- WOLF, Heidegger, Werneck Hélcio. **Atlas de anatomia humana**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2010. p. 28-38. ISBN: 85-277-1139-7
- 14- CASTRO Junior, Amaury de. **Expert Radiologia**. 1ª ed. São Paulo: Rideel, 2011. p.111-168. ISBN: 85-339-1666-3

- 15- KNOPLICK, José. **Enfermidades da coluna vertebral uma nova visão clínica e fisioterapêutica**. 3ª ed. São Paulo: Robe, 2003. p.173-182. ISBN: 85-7363039-6
- 16- FANTON, Robson. **Ressonância Magnética Princípios Físico e Aplicação**. 1ª ed. São Paulo: Corpus, 2012. p. 16-81. ISBN: 85-988512-5-6
- 17- NOBREGA, Almir Inácio de. **Tecnologia radiológica e diagnóstico por imagem**. 5ª ed. São Paulo: Difusão, 2013. Volume 4. p. 25-27. ISBN:978-85-7808-130-0
- 18- NASCIMENTO, Jorge do. **Temas de técnicas radiológicas**. 3ª ed. São Paulo: Revinter, 1996. p.50-55. ISBN: 85-372-0317-5
- 19-LEE, S. Howard. Rão, Krishma C. V. G. Zemmerma, Robert. A. **Tomografia computadorizada e Ressonância magnética do crânio**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2004. p.75-77. ISBN: 85-7309-726-4
- 20- ATLAS, Scott. W. **Ressonância magnética do cérebro e coluna vertebral**. 3ªed. Volume 1. Rio de Janeiro: Revinter: 2008. p.17-21. ISBN: 85-372-0180-0
- 21- TIPLER Paul Allen. **Física para cientistas e engenheiros**. 6ª ed. Rio de Janeiro: 2013. LTC. Volume 3. p. 53-54. ISBN: 85-216-1712-9.
- 22-FARAHANI K, Lufkin RB. **Fluxo, movimento e artefatos por ressonância magnética**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. p.70–90. ISBN: 85-277-0967-8
- 23-FRANC J, Doyon D. **Diagnóstico por imagem em ressonância magnética**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Medsi, 2000. p. 44–51. ISBN: 85-719-9219-3
- 24- FONSECA, Martha Reis da. **Química**. 1ªed. Volume 3. São Paulo: Ática, 2013. p. 166-168; 171-172. ISBN: 85-081-6287-1
- 25-WESTBROOK, Catherine. **Manual de técnicas de ressonância magnética**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010. p. 23-29; 52-58; 157-166. ISBN: 85-277-1640-6
- 26- RASCH, Philip J. **Cinesiologia e anatomia aplicada**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991. p. 119-124. ISBN: 85-277-0191-X
- 27- GARDNER, Ernest Dean. **Anatomia: estudo regional do corpo humano**. 4ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. p.499-502; 505-513. ISBN: 85-277-1751-9
- 28- CEVITA, Roberto. **Altas do corpo humano**. 1ª ed. Vol. 01. São Paulo: Abril, 2008. p. 42-48. ISBN: 85-364-0636-7
- 29- MOREIRA, Caio. Carvalho, Marco Antônio P. **Reumatologia diagnóstico e tratamento**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. p. 151-156. ISBN: 85-7199-238-X

- 30- DANGELO, José Geraldo. **Anatomia humana básica**. 2ª ed. São Paulo: Atheneu, 2006. p. 13-18;371-372. ISBN: 85-7379-068-7
- 31- HAGA, John R. Gilkison, Robert. C. Dogra, Vilram. S. **TC e RM uma abordagem do corpo humano completo**. 5ª ed. Volume 02. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 733-827. ISBN: 85-352-3517-3
- 32- COX, James M. **Dor lombar mecanismo, diagnóstico e tratamento**. 6ª ed. São Paulo: Manole, 2002. p. 527 - 536. ISBN: 85-204-1150-9
- 33- LEE, Joseph K. T. **Tomografia computadorizada do corpo em relação com ressonância magnética**. 4ª ed. Rio Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p.1635-1653. ISBN: 85-277-1351-1
- 34- PRANDO, Adilson. Moreira, Fernando A. **Fundamentos de radiologia por imagem**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. p. 540-559. ISBN: 85-352-2436-8
- 35- MELLO Júnior, Carlos Fernando de. **Radiologia Básica**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Reviter, 2010. p. 28-31. ISB: 85-372-0317-0
- 36- COILLIET, Rene. **Compreenda sua dor nas costas: uma guia para prevenção, tratamento e alívio**. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 50-56. ISBN: 85-7307898-7
- 37- EDMINISTER, Joseph A. **Eletromagnetismo**. 3ª ed. Porto Alegre: Bookma, 2013. p.1-3. ISBN: 85-658-3717-9
- 38- TIPLER, Paul A. **Física, eletricidade, magnetismo, ótica**. 4ª ed. Volume 02. Rio de Janeiro: LTC, 2000. p. 4;47;247-248. ISBN: 85-216-1215-X
- 39- TIPLER, Paul A. **Eletricidade e magnetismo**. 3ª ed. Rio de Janeiro: LTC,1995. p.47-48. ISBN: 85-216-1104-8
- 40- KAPLAN, Phoebe A. Helmes, Clyde A.Dussault, Robert (et al). **Ressonância magnética musculoesquelética**. Rio de Janeiro: Guanabara, 2003. p. 284-300. ISBN: 85-277-0799-3.
- 41- ABDALA, Nitamar. **Ressonância magnética**. 1ª ed. São Paulo: Medica Paulista, 2007. p. 91-99. ISBN: 85-99305-13-3
- 42- MONIER, J.P. Tubiana, J.P. **Manual de diagnóstico radiológico**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. p. 43-50; 98-100; 154-156. ISBN: 85-7199-173-1
- 43- OESTMANN, Jorg Wilhelm. Wald, Christoph. Crossin Jane. **Introdução a radiologia clinicada imagem ao diagnóstico**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2006. p. 10-15. ISBN: 85-372-0190-9
- 44- YEU, Anna. **Altas de fisiologia humana**. 1ª ed. São Paulo: Girasol, 2009. p. 200-205. ISBN: 85-7379-068-7

45- MAZZOLA, Alessandro A. **Ressonância magnética: princípios de formação da imagem e aplicações em imagem funcional.** *Revista Brasileira de Física Médica*, v. 3, n. 1, p. 117-29, 200

46- Coluna em três vistas. Disponível: em <<http://www.suacolunasemdor.com/curvas-de-sua-coluna-sao-saudaveis/coluna>. Acessado dia 25/11/2015 às 10:27.

47- Anatomia vertebra lombar. Disponível em: <<<http://pt.dreamtime.com/foto-de-stock-espinha-vertebra-em-segundo-lombar-imagem> 43289165. Acessado em 26/11/2015 às 16h46min.

48- Bobina de superfície. Disponível em: <<<http://rle.dainf.ct.utfpr.edu.br>. Acessado em 24/11/2015 às 09h12min.

49- Hérnia discal comprimindo nervo e a raiz. Disponível em: <<<http://www.cirurgiadacoluna.com.br/duvidas-comuns>. Acessado 23/11/2015 às 14h22min.