

---

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA / PEDIATRIA E  
SAÚDE DA CRIANÇA  
MESTRADO EM MEDICINA/PEDIATRIA

**AVALIAÇÃO DO APÊNDICE CECAL  
NORMAL EM CRIANÇAS ATRAVÉS DA  
RESSONÂNCIA MAGNÉTICA**

Simone Valduga  
[simonevalduga@terra.com.br](mailto:simonevalduga@terra.com.br)

Dissertação de Mestrado apresentada à  
Faculdade de Medicina da PUCRS para  
obtenção de título de mestre em Medicina/  
Pediatria

Orientador: Prof. Dr. Matteo Baldisserotto

Porto Alegre, novembro de 2007

---

---

**DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)**

V148a Valduga, Simone Gianella

Avaliação do apêndice cecal normal em crianças através da ressonância magnética / Simone Gianella Valduga; orient. Matteo Baldisserotto. Porto Alegre: PUCRS; 2007.

77f.: il. tab.

Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Medicina. Mestrado em Pediatria e Saúde da Criança.

1. APÊNDICE. 2. CRIANÇA. 3. IMAGEM POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA. 4. ANATOMIA TRANSVERSAL. 5. ESPECTROSCOPIA DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA. 6. ESTUDOS PROSPECTIVOS. I. Baldisserotto, Matteo. II. Título.

C.D.D. 611.345

C.D.U. 611.34-053.2:537.635(043.3)

N.L.M. WI 535

Rosária Maria Lúcia Prena Geremia  
Bibliotecária CRB10/196

---

**MESTRANDA:** SIMONE GIANELLA VALDUGA

**ENDEREÇO:** RUA FELICÍSSIMO DE AZEVEDO 679/504 /PORTO ALEGRE –  
RIO GRANDE DO SUL – CEP:90540110

**e-mail:** [simonevalduga@terra.com.br](mailto:simonevalduga@terra.com.br)

**TELEFONE:** (51)30127964

**ÓRGÃO FINANCIADOR:** CAPES

**CONFLITO DE INTERESSES:** NENHUM

---

*Dedicatória*

*As crianças que poderão se beneficiar com esta pesquisa.*

---

## AGRADECIMENTOS

A meu grande amigo e conselheiro professor Dr. Matteo Baldisserotto por ter despertado em mim o gosto pela ciência e pela pesquisa. Agradeço pela paciência e pelos ensinamentos.

A minha mãe Liana e a meu pai José por me apoiarem sempre. Agradeço pela vida e por todas as oportunidades de crescimento.

A João Dullius pelo amor que trouxe transformação e fortalecimento.

Ao Dr. Lenine Cunha por me transmitir sua paixão pela radiologia.

Ao Dr. Darci de Oliveira Ilha por me ensinar a estudar.

Ao Dr. Manoel Angelo de Araújo por ter proporcionado meios de alcançar uma formação sólida em ressonância magnética.

Ao Dr. Paulo Gravana Prestes e a Universidade Luterana do Brasil (ULBRA) que tornaram possível a realização dos exames de RM.

Ao físico médico André Luis Campelli Nunes e aos tecnólogos em radiologia Marcelo Marques dos Santos e Taíse Willers Garcia que muito colaboraram na realização deste estudo.

Ao Professor Mário Wagner que auxiliou nos cálculos estatísticos.

À Professora Anelise Burmeister pela sua assistência em traduzir e formatar o texto.

Ao Sr. Johny Acosta pela sua ajuda nas questões de informática.

A Maria Luiza Cardin por auxiliar na arte de escrever.

A Capes, pela bolsa de incentivo a pesquisa.

---

Ao Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina da PUC pela oportunidade de realizar o curso de pós-graduação.

---

---

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS .....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiii</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>2</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Achados clínicos e laboratoriais .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Modalidades de diagnóstico por imagem.....</b>	<b>6</b>
1.3.1 Radiografia simples de abdome .....	6
1.3.2 Ultra-Sonografia (US) .....	6
1.3.3 Tomografia Computadorizada (TC) .....	9
1.3.4 Ressonância Magnética (RM) .....	14
<b>1.4 Doenças que simulam apendicite aguda na infância .....</b>	<b>17</b>
1.4.1 Doenças gastrointestinais que simulam apendicite .....	18
1.4.1.1 Inflamatórias .....	18
1.4.1.2 Congênitas .....	20
1.4.1.3 Vasculares.....	21
1.4.1.4 Infecciosas.....	21

---

---

1.4.2 Doenças gênito-urinárias que simulam apendicite .....	21
<b>1.5 Discussão .....</b>	<b>23</b>
<b>2 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>26</b>
<b>3 OBJETIVOS .....</b>	<b>27</b>
<b>4 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>28</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>31</b>
<b>5 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>32</b>
5.1 Pacientes .....	32
5.2 Técnica do exame de RM .....	33
5.3 Análise dos dados .....	35
5.4 Análise estatística.....	36
<b>6 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>38</b>
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>39</b>
<b>7 ARTIGO ORIGINAL .....</b>	<b>40</b>
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>68</b>
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>71</b>

---



---

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO III

- Figure 1** - Retrocecal appendix in 17-year-old boy (a,b). Transverse T2-weighted fast spin-echo: T2/FRFSEXL images (1900/100, 4-mm-thick sections, 224/192 matrix) show that several serial sections are needed to confirm that the appendix is a blind-end tubular structure extending from the cecum (a) ..... 59  
(b)..... 60
- Figure 2** - Pelvic MRI, 16-year-old girl. Transverse T1-weighted fast spin-echo: T1/FSE image (700/8.7, 4-mm-thick sections, 224/192 matrix) shows pelvic appendix that extends medially. Arrows indicate appendix extending from cecum..... 61
- Figure 3** - Tortuous appendix in 12-year-old boy (a,b,c). Transverse T2-weighted fast spin-echo: T2/FRFSEXL images (1900/100, 4-mm-thick sections, 224/192 matrix). Arrows point to tortuous appendix that arises retroceally and extends towards pelvis (a) ..... 62  
(b) ..... 63  
(c)..... 64
- Figure 4** - MRI of retrocecal appendix in 10-year-old boy (a,b,c). Transverse T2-weighted fast spin-echo: T2/FRFSEXL image (1900/100, 4-mm-thick sections, 224/192 matrix). Arrows indicate appendix that arises from cecum and extends superiorly (a)..... 65  
(b)..... 66  
(c)..... 67
-

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO III

- Table 1** – Examination technique: Parameters used in each MR sequence to detect the normal appendix..... 57
- Table 2** – Agreement between two observers in interpretation of MRI of the pelvis of children ..... 57
- Table 3** – Detection of appendix on unenhanced MRI according to age and body mass index..... 57
- Table 4** – Fat surrounding and position of appendix of cases in which the appendix was detected ..... 58
- Table 5** – Results of breathing motion artifacts and position of the cecum ..... 58
-

## LISTA DE ABREVIATURAS

BMI	body mass index
FAT SAT	saturação de gordura
FSE	fast spin echo
IMC	índice de massa corporal
mA	miliampére
mAs	miliampere-segundo
RM	ressonância magnética
SE	spin echo
STIR	seqüência de ressonância magnética
T	tesla
T1	seqüência de Ressonância magnética
T2	seqüência de Ressonância magnética
TC	tomografia computadorizada
US	ultra-sonografia

---

## RESUMO

**OBJETIVOS:** O objetivo deste estudo é avaliar o apêndice cecal normal em crianças e adolescentes assintomáticos através da RM.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** O apêndice cecal foi avaliado através da RM em 40 voluntários assintomáticos, 22 do sexo feminino e 18 masculinos, com idade variando de 8 e 18 anos e média de 12 anos. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética médica desta instituição. O protocolo de RM incluiu as sequências: axial T1 fast spin-echo (T1 FSE); T2 fast spin-echo nos planos axial e coronal (T2 FSE) e axial T2 fast spin-echo com supressão de gordura (T2 FSE FAT SAT). Os estudos foram avaliados por 2 examinadores independentes e a concordância entre os 2 foi avaliada pelo coeficiente kappa. Foi avaliado o índice de massa corporal (IMC) dos indivíduos.

**RESULTADOS:** O apêndice normal foi identificado em 19 casos por um observador 1 (47,5%) e em 20 casos pelo outro observador (50%). A proporção de detecção do apêndice após o consenso entre os dois examinadores foi de 47,5% (95% CI 31,5-63,9). O coeficiente kappa entre os observadores na identificação do apêndice cecal foi muito boa na maioria das seqüências analisadas, sendo que a seqüência axial T2 FSE apresentou o maior kappa (k: 0.75). T2 FSE sem saturação de gordura foi a seqüência que apresentou maior proporção de detecção do apêndice normal (47,5%). O apêndice foi detectado em uma proporção maior em crianças com IMC menor.

**CONCLUSÃO:** A RM detectou 47,5% dos apêndices normais com uma boa concordância entre os dois examinadores.

**Descritores:** apêndice cecal, RM, criança, normal.

---

## ABSTRACT

**PURPOSE:** The purpose of this study was to evaluate asymptomatic children and adolescents to determine the rate of unenhanced MRI detection of the normal appendix.

**MATERIALS AND METHODS:** This study was approved by the Medical Ethics committee of the authors' institutions, and informed consent was obtained from participants' parents or guardians. Forty asymptomatic volunteers (22 girls) aged 8 to 18 years (mean age: 12 years) underwent MRI to detect the appendix. The MRI protocol consisted of axial T1-weighted fast spin-echo (T1 FSE), axial and coronal T2-weighted fast spin-echo (T2 FSE) and axial T2-weighted fast spin-echo fat-suppressed (T2 FSE FAT SAT) performed through the lower abdomen and pelvis. Two independent observers interpreted results, and kappa coefficients were calculated to evaluate agreement. Body mass index (BMI) was recorded for all participants.

**RESULTS:** The normal appendix was detected by one observer in 19 cases (47.5%), and by the other in 20 cases (50%). The rate of appendix detection after consensus was reached by observers was 47.5% (95% CI 31.5-63.9). Interobserver agreement in appendix detection was good in most sequences analyzed, and the greatest kappa value ( $k=0.75$ ) was found for the axial T2 FSE sequence. The greatest rate of normal appendix detection was found for the axial T2 FSE sequence without fat saturation (47.5%). The appendix was detected at a greater rate in children with lower BMI.

**CONCLUSION:** MRI detected 47.5% of the normal appendices, and interobserver agreement was good.

**Key words:** appendix, children, MRI, normal.

---

---

# CAPÍTULO I

---

---

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

---

## 1 INTRODUÇÃO

A apendicite é a emergência cirúrgica aguda mais comum da infância, com uma incidência relatada de, aproximadamente, dois a quatro casos, por mil crianças.<sup>1</sup> Pode ocorrer em qualquer idade, mas é usualmente diagnosticada em crianças com mais de cinco anos,<sup>1</sup> sendo rara em crianças abaixo de dois anos.<sup>2</sup> A apendicite aguda representa um desafio aos médicos que trabalham em emergência, pois precisa ser diferenciada de uma variedade de outras condições, que resultam em dor abdominal aguda na infância. A maioria das crianças com dor abdominal aguda tem doença autolimitada não cirúrgica.<sup>2</sup>

As laparotomias negativas, isto é, apêndice normal em crianças com suspeita de apendicite, apresentam índice de complicação de quatro a 15 por cento, bem como custos associados e desconforto da internação e cirurgia.<sup>2</sup> Dessa forma, os exames diagnósticos de imagem devem ser acurados, não somente para detectar o apêndice anormal, mas também para identificar o apêndice normal, evitando cirurgias desnecessárias.

---



O objetivo dos exames de imagem, na suspeita de apendicite aguda, é estabelecer um diagnóstico rápido, a fim de reduzir o índice de apendicectomias desnecessárias e de perfuração. Além disso, esses exames possibilitam estabelecer o diagnóstico correto, nos casos em que o apêndice é normal, com custo reduzido e baixas doses de radiação. Diferentes modalidades de imagem e estratégias têm sido investigadas mas um protocolo claro de abordagem destes pacientes ainda não foi definido.<sup>1</sup>

## **1.2 Achados clínicos e laboratoriais**

A tríade clínica característica, vista em adultos com apendicite – dor abdominal, febre baixa e dor com defesa na fossa ilíaca direita –, também pode ser identificada em crianças com mais de dois anos de idade. Os achados laboratoriais da apendicite aguda são leucocitose, com desvio à esquerda.<sup>2</sup> Em crianças com menos de dois anos de idade, a dor pode não ocorrer, e o mais freqüente é que elas apresentem história de infecção respiratória recente, seguida de anorexia, vômitos, irritabilidade e febre baixa.<sup>1</sup> Crianças mais jovens (menos de dois anos de idade) não são capazes de descrever claramente seus sintomas.<sup>2</sup> Achados clínicos atípicos são vistos em 30 e 50 por cento das crianças e, geralmente, levam a retardo do diagnóstico. Isso pode, em parte, explicar que a incidência de perfuração com peritonite ou formação de abscesso é maior em crianças mais jovens, com uma incidência de 20 e 40 por

---

cento.<sup>1,2,3</sup> A perfuração do apêndice cecal pode levar à peritonite generalizada, mas a formação de um abscesso adjacente ao apêndice é mais freqüente, porque a perfuração é geralmente contida pelo omento.<sup>1</sup>

Vários sistemas de escores clínicos foram descritos, a fim de estratificar o risco dos pacientes para apendicite.<sup>2</sup> Quando o diagnóstico clínico, baseado na história, exame físico e contagem de leucócitos, é típico, a cirurgia de urgência é geralmente realizada, sem outros métodos diagnósticos. A exceção a essa afirmação ocorre em alguns centros de referência ao atendimento pediátrico, onde exames de imagem, raio X e/ou ultra-sonografia (US) são sempre realizados, antes da cirurgia.<sup>4,5</sup>

A abordagem clínica pré-operatória, isoladamente, tem uma acurácia que varia de 70 a 90%, mas é associada com apendicectomia branca, em um índice que varia de 13 a 25 por cento dos casos. Os métodos de imagem reduzem esses casos para de três a sete por cento, sem aumentar os índices de perfuração.<sup>1,2,3,5,6</sup>

---

### **1.3 Modalidades de diagnóstico por imagem**

#### **1.3.1 Radiografia simples**

O raio X de abdome permanece sendo bastante utilizado, na avaliação de pacientes pediátricos com dor abdominal aguda, mas é um método não sensível e pouco específico para apendicite. Alguns serviços<sup>6</sup> utilizam a radiografia simples de abdome como primeiro exame. Nestes casos, é realizada uma radiografia de tórax, em posição ortostática ou supino, além de radiografias de abdome, nessas mesmas posições. Esses clichês proporcionam informação útil, principalmente em relação à apendicite perfurada e à pneumonia com sintoma abdominal agudo.

#### **1.3.2 Ultra-Sonografia (US)**

A US com compressão gradual foi introduzida por Puylaert, em 1986, e, desde então, essa técnica tem se tornado padrão, nos estudos ultrasonográficos para apendicite aguda.<sup>3,4</sup>

Em um estudo prospectivo e randomizado em 600 crianças, Kaiser e col. encontraram sensibilidade de 86%, especificidade de 95% e acurácia de 92%,

---

através da US (5). Uma metanálise realizada por Orr e col., publicada entre 1986 e 1994, mostrou sensibilidade de 85% e especificidade de 92%.<sup>2</sup> Um estudo de Dilley e col., com 2.056 exames, encontrou 89% de sensibilidade e 95% de especificidade.<sup>1</sup>

A técnica US de compressão gradual é realizada com um transdutor linear de alta resolução. Uma pressão gradual é usada para comprimir a parede abdominal anterior, resultando em compressão e deslocamento das alças intestinais normais. A compressão adequada é obtida, se os vasos ilíacos e o músculo psoas forem identificados, pois o apêndice é anterior a essas estruturas. É realizada uma varredura transversal e longitudinal, e o exame inicia com a identificação do cólon ascendente.<sup>2</sup> O transdutor é, então, movido inferiormente, para identificar o íleo terminal. A porção do ceco, onde o apêndice se origina, situa-se em aproximadamente de um a dois centímetros abaixo do íleo terminal. Falhas técnicas podem ocorrer se o paciente for muito obeso ou apresentar muita dor.

O apêndice aparece como uma estrutura tubular, em fundo cego, sem peristalse, não compressível, com diâmetro máximo de 6 mm, com ou sem apendicolito.<sup>2,5</sup> O apendicolito aparece como um foco ecogênico, com sombra acústica.

O único sinal específico para apendicite, na US, é um apêndice espessado, não compressível, com mais de seis milímetros em seu maior diâmetro. Outros achados da apendicite aguda na US são líquido pericecal ou

---

periapendicular, aumento da ecogenicidade da gordura periapendicular (por infiltração) e aumento nas dimensões dos linfonodos mesentéricos. As características sonográficas do apêndice perfurado incluem perda da ecogenicidade da camada submucosa e coleção periapendicular ou pélvica. Esses achados ocorrem em índices que variam de 50 a 70 por cento dos casos de perfuração.

Baldisserotto e col. descreveram uma nova técnica US, denominada não compressiva, de acordo com as possíveis posições do apêndice cecal.<sup>4,7</sup> O exame não compressivo é realizado com transdutor curvo de 5 MHz e consiste nos seguintes passos: primeiro, examina-se o retroperitônio retrocecal, estudando o flanco direito, iniciando no plano transversal do fígado e rim direito e estendendo-se para as cristas ilíacas; após, no plano longitudinal, inicia-se anteriormente, na linha axilar, e continua-se sobre o flanco para a linha axilar posterior, terminando na região lombar. Depois, avalia-se a região suprapúbica, utilizando a bexiga repleta como janela acústica. Terceiro, examinam-se as estruturas abdominais superficiais e profundas, colocando o transdutor no quadrante inferior direito. Se o apêndice não for identificado, o exame prossegue com a técnica compressiva. Nesse estudo,<sup>4</sup> foram avaliadas 425 crianças. O apêndice foi classificado, de acordo com sua posição, em: abdominal, retrocecal, pélvico mediano e pélvico baixo. Essa técnica torna o exame mais confortável para o paciente e se mostrou mais útil em pacientes com dor intensa. Considerando a sensibilidade da técnica não compressiva, isoladamente, a sensibilidade foi de 68% e a especificidade de 98%.<sup>4</sup>

---

A identificação do apêndice normal, na US, tem um índice que varia de 22 a 86 por cento. A detecção do apêndice normal, em pacientes com suspeita de apendicite aguda, tem se tornado mais freqüente. A identificação de um apêndice normal pode excluir, com certeza, o diagnóstico de apendicite.<sup>4</sup> O exame US, de acordo com a posição do apêndice, tem alta acurácia na detecção de apêndices normais. Peletti e col. propuseram uma investigação do apêndice, de acordo com as diferentes posições, mediante uma avaliação mais detalhada das estruturas anatômicas da fossa ilíaca direita, em 107 crianças. Nesse estudo, eles visualizaram o apêndice normal em 86 por cento dos casos.<sup>7</sup>

### 1.3.3 Tomografia Computadorizada (TC)

Uma variedade de técnicas tem sido descrita na avaliação do apêndice, através da tomografia computadorizada (TC).<sup>2</sup> A TC padrão do abdome e pelve (abdome total) e a TC focada na pelve, com ou sem meio de contraste, têm sido descritas.<sup>5</sup> Em geral, é realizado um estudo helicoidal, com espessura de corte que varia de quatro a sete milímetros em crianças menores e de sete a oito milímetros em crianças maiores, com *pitch* de 1,5 a 2,0, para reduzir a dose de radiação.<sup>1,2,5</sup> Recomenda-se uma dose de 60 mA, em crianças que pesam entre nove e dez quilos, a 170 mA em crianças com mais de 70 quilos.<sup>3</sup> De acordo

---

com uma pesquisa nacional, realizada na Inglaterra, entre 1990 a 1995, a dose efetiva de radiação em um estudo abdominal por TC equivale a, aproximadamente, 500 radiografias de tórax ou 4,5 anos de radiação natural do ambiente.<sup>1</sup>

A visualização do apêndice normal e inflamado, através da TC, pode ser um desafio, em função da pouca quantidade de gordura mesentérica, na maioria das crianças. Em um estudo de 248 crianças, examinadas através da TC, Grayson e col. mostraram que a habilidade de visualizar o apêndice, nesse tipo de paciente, está diretamente relacionada à quantidade de gordura mesentérica presente. Nesse estudo, o apêndice foi visualizado em 36% das crianças com pouca gordura peritoneal e em 69% das crianças com gordura intraperitoneal moderada a marcada.<sup>3</sup>

A utilização de contraste retal e intravenoso aumenta, de forma significativa, a acurácia do método.<sup>1,2,3,5</sup> O objetivo do contraste retal é distender o ceco, delineando o espessamento de suas paredes e opacificar um apêndice não obstruído. Uma alternativa ao contraste retal é o contraste administrado via oral; porém, nesse caso, a opacificação do ceco não é previsível.<sup>3</sup> O contraste intravenoso não iônico é administrado em uma dose de dois ml por kg de peso, com dose máxima de cem ml.<sup>1,3</sup>

O apêndice assume sua configuração cônica adulta, em torno dos dois anos de idade. Os índices de visualização do apêndice normal, pela TC, variam em torno de 50 por cento, e o diâmetro do apêndice de três a seis milímetros.<sup>3</sup>

---

A espessura de suas paredes é praticamente imperceptível .<sup>2,3</sup> Os sinais diretos, da apendicite aguda, na TC, são: um apêndice espessado, com mais de sete milímetros, no diâmetro transverso; lúmen do apêndice não opacificado; e paredes opacificadas, após utilização de contraste endovenoso. Sinais secundários incluem edema da gordura periapendicular; líquido livre, no quadrante inferior direito ou na pelve; e espessamento das paredes do ceco (sinal da cabeça de flecha).<sup>2,3,5</sup> Embora a detecção do apendicolito seja significativamente associada à apendicite, a presença de um apendicolito, isoladamente, tem uma especificidade de 86 por cento e não é necessariamente indicativa de apendicite aguda.<sup>3</sup>

Vários estudos descrevem a sensibilidade de TC para o diagnóstico de apendicite aguda. Kaiser e col.,<sup>5</sup> por exemplo, ao avaliarem 317 crianças apenas com TC, encontraram sensibilidade de 97 por cento, especificidade de 93 por cento e acurácia de 95 por cento.

Uma dificuldade, nos exames de imagem, é a apendicite aguda em fase inicial. As crianças podem manifestar sinais clínicos e sintomas, antes de as alterações anatômicas serem observadas na TC ou quando são observadas apenas na ponta do apêndice. Uma variedade de outras condições pode resultar em dor no quadrante inferior direito ou em aparência anormal do apêndice cecal. No diagnóstico diferencial, devemos pensar em: adenite mesentérica, doença inflamatória intestinal, líquido livre, cisto ovariano, tumor ovariano, pielonefrite, urolitíase, derrame pleural, entre outros.<sup>3</sup>

---



Doria e col.<sup>8</sup> realizaram uma metanálise, para avaliar a performance diagnóstica da TC e US, no diagnóstico de apendicite em crianças e adultos. Para as crianças, foram analisados 26 estudos e 9.356 pacientes, e a TC mostrou-se 6 por cento mais sensível que a US. A US foi moderadamente sensível e altamente específica para o diagnóstico de apendicite em crianças. Não houve diferença significativa com relação à especificidade. A maior vantagem da TC, em relação à US, é que a TC reduz os índices de falso-negativo, o que, conseqüentemente, aumenta a sensibilidade.<sup>8</sup>

A proporção dos exames tomográficos da infância cresceu rapidamente. O aumento da freqüência das tomografias pediátricas é fortemente causado pelo surgimento da TC helicoidal, que reduz a necessidade de sedação.<sup>9</sup>

Uma questão importante, a ser considerada na investigação da apendicite em crianças através da TC, é a radiação. O organismo das crianças é mais radiosensível que o dos adultos.<sup>8</sup> O risco de mortalidade por câncer, atribuído à radiação de um exame tomográfico pediátrico, é estimado como sendo consideravelmente maior do que em adultos. Por exemplo, o risco atribuído de câncer devido a um exame de TC abdominal em uma criança de um ano é de aproximadamente um em 550. Nos Estados Unidos, seiscentas mil TC de abdome e crânio são realizadas, por ano, em crianças com menos de 15 anos de idade; destes indivíduos, estima-se que 500 morrerão por câncer, atribuído à radiação da TC.<sup>10</sup>

---

Embora o risco estimado absoluto seja alto, o aumento na porcentagem da mortalidade geral natural é muito baixo. Por exemplo, para as seiscentas mil crianças com menos de 15 anos que realizam TC, por ano, nos Estados Unidos, aproximadamente 140 mil morrerão por câncer. A projeção estimada de que 500 morrerão pela dose de radiação recebida na TC representa um pequeno aumento na porcentagem (0,35%) da mortalidade geral.<sup>10</sup>

Os seguintes argumentos sugerem que a exposição à TC deva ser bastante reduzida, quando usada em pacientes pediátricos:<sup>10</sup>

- 1) a frequência das tomografias pediátricas aumentou muito, principalmente por causa da TC helicoidal;
- 2) o risco de morte relativo à TC é significativamente maior nas crianças do que nos adultos, devido ao aumento de dose por miliampère/segundo e pelo aumento do risco de vida por unidade dose;
- 3) exames com baixo miliampere/segundo podem ser usados para exames de TC nas crianças, sem significativa redução na informação.

As doses, na maioria dos exames de TC pediátricos, deveriam ser bastante reduzidas, através da diminuição do miliampere/segundo e pelo aumento do *pitch*. Muitos autores sugerem que as exposições pediátricas (por exemplo, o mAs) poderiam ser reduzidas para índices de, pelo menos, 30 a 50 por cento das exposições, nos adultos, obtendo essencialmente a mesma

---

informação. Essa redução resultaria em um decréscimo correspondente no risco de radiação, pelos mesmos fatores.<sup>10</sup>

#### 1.3.4 Ressonância Magnética (RM)

Recentemente, a RM tem sido utilizada para o diagnóstico de apendicite aguda, tanto em adultos quanto em crianças.<sup>11</sup>

Incesu e col.<sup>11</sup> realizaram um estudo prospectivo com 60 pacientes (idade entre 14 e 70 anos), com suspeita clínica de apendicite, avaliados através da US associada com um exame de RM. Esse grupo de pesquisadores utilizou a RM com gadolínio, em pacientes obesos e naqueles em que o exame US inicial foi inconclusivo ou não identificou o apêndice.

Os exames de RM foram realizados em um aparelho de 0,5 T, com as seguintes seqüências: axial e coronal SE T1; axial FSE T2, com saturação de gordura; e seqüências SE T1, com saturação de gordura pós-contraste. O diagnóstico de apendicite, através da RM, baseou-se no achado de um apêndice anormal. O apêndice anormal foi considerado como sendo uma estrutura tubular com paredes difusamente espessadas, que se impregnam, após uso de contraste paramagnético, nas imagens ponderadas em T1 com saturação de gordura. A ausência de impregnação das paredes do apêndice e região periapendicular foi indicativa de ausência de apendicite aguda.

---

Nesse estudo,<sup>11</sup> a RM mostrou-se mais sensível que a US (com índice de sensibilidade de 76 por cento, para a US, e 97 por cento, para a RM). Não houve diferença estatística em relação à especificidade. Os autores consideraram que o fator que mais contribuiu para o aumento da sensibilidade da RM foi o intenso realce pelo contraste na parede do apêndice inflamado.

Até o momento, existem poucos estudos mostrando o valor diagnóstico da RM, na avaliação do apêndice cecal na criança. Apenas duas publicações foram encontradas.<sup>12,13</sup>

Hormann e col.<sup>12</sup> avaliaram 45 crianças com suspeita de apendicite, e o apêndice inflamado foi identificado em 100 por cento dos casos. Nesse estudo, as crianças foram avaliadas, inicialmente, através da US. Caso a US demonstrasse apendicite aguda, as crianças realizavam RM, sem contraste paramagnético.

Os exames foram obtidos em um aparelho de 1,0 T, com as seguintes seqüências: axial FSET1, coronal e axial FSE T2 e axial STIR. A seqüência mais sensível foi a axial FSE T2, sem contraste. Nesta seqüência, tanto o sinal de conteúdo interno quanto as paredes do apêndice apresentaram hipersinal. Os exames eram interpretados como apendicite aguda, quando o apêndice apresentava mais de seis milímetros, em seu diâmetro transversal, líquido intraluminal, inflamação do tecido periapendicular ou presença de coleção adjacente ao apêndice.<sup>12</sup>

---

Um segundo estudo realizado por Hormann e col.<sup>13</sup> avaliou 15 crianças assintomáticas, na tentativa de identificar o apêndice normal, e obteve uma sensibilidade de 86 por cento, na seqüência, em ponderação T2. O apêndice normal apareceu na RM como uma estrutura tubular em fundo cego, com menos de seis milímetros de diâmetro transverso. Na seqüência ponderada em T2, mostrou centro hiperintenso e parede hipointensa. A espessura média dos apêndices normais foi de 4,5mm. Os exames foram obtidos em um aparelho de 1,0T, sem contraste paramagnético, e o protocolo de imagem incluía seqüências axial FSE T1, coronal e axial FSE T2 e coronal STIR. As seqüências FSE T2 foram as mais sensíveis, na identificação do apêndice normal.<sup>13</sup>

Em um estudo realizado com 51 pacientes grávidas, Pedrosa e colaboradores<sup>14</sup> caracterizaram a RM como uma modalidade excelente, para excluir o diagnóstico de apendicite aguda, nas mulheres grávidas que apresentam dor abdominal aguda, quando o apêndice normal não é visibilizado através da US. Oto e colaboradores,<sup>15</sup> avaliando 23 mulheres grávidas, mostraram que a RM é promissora, em gestantes com suspeita clínica de apendicite aguda.

Nitta e col.<sup>16</sup> avaliaram 20 voluntários assintomáticos adultos e 37 pacientes adultos com clínica de apendicite. Esse estudo foi realizado em um aparelho de RM de baixo campo (0,5T), e as seqüências realizadas foram: SE T1, FSE T2 e FSE T2 com saturação de gordura. A proporção de detecção do apêndice normal, através da RM, nesse estudo, foi de 90%. O apêndice normal

---

apareceu como uma estrutura tubular de intensidade intermediária, sem líquido em sua luz.<sup>16</sup>

Nikolaidis e col.,<sup>17</sup> em estudo recente, revisaram retrospectivamente 71 pacientes adultos, que realizaram RM por uma variedade de indicações clínicas. A seqüência mais sensível, na identificação do apêndice normal nessa amostra, foi a FSE T1 axial, com índice de detecção de 78%. Foram utilizadas seqüências *single-shot* FSE T2 e seqüências gradiente T1, antes e após contraste paramagnético. Tanto a seqüência *single-shot* quanto as seqüências gradiente apresentaram resultados inferiores em relação à seqüência axial FSE T1.<sup>17</sup>

#### **1.4 Doenças que simulam apendicite aguda na infância**

A apendicite é a causa mais comum de cirurgia intra-abdominal na infância. A apresentação clínica e a avaliação, através de exames de imagem, constituem-se freqüentemente, em um desafio. A literatura mostra que a maioria dos pacientes que realiza exames de imagem, por suspeita de apendicite, na verdade não apresenta essa condição. Por esse motivo, é importante que sejam conhecidas as várias doenças que podem simular a apendicite aguda.<sup>18</sup>

---

#### 1.4.1 Doenças gastrointestinais que simulam apendicite

As anormalidades primárias do intestino delgado e grosso e/ou mesentérico adjacente são freqüentemente confundidas com apendicite aguda. As doenças gastrointestinais que simulam apendicite aguda podem ser agrupadas, genericamente, como inflamatórias, infecciosas, vasculares ou congênitas.<sup>18</sup>

##### 1.4.1.1 Inflamatórias

A US pode ser útil na diferenciação entre apendicite e adenite mesentérica, em combinação com ileíte terminal aguda, uma entidade que deve ser tratada conservadoramente.

Os critérios ultra-sonográficos que diferenciam adenite mesentérica e ileíte terminal aguda da apendicite aguda são: a não visualização do apêndice inflamado, o espessamento das paredes do íleo terminal e linfonodos mesentéricos aumentados (acima de 4 mm). Clinicamente, a adenite mesentérica caracteriza-se por dor abdominal, febre e leucocitose.<sup>19</sup>

A doença inflamatória intestinal é a segunda doença mais comumente confundida com apendicite aguda. Embora freqüentemente afete crianças, a natureza episódica repetitiva dessa doença geralmente a diferencia

---

cl clinicamente da apendicite aguda. Seu diagnóstico é muito menos claro nas crianças pequenas, especialmente quando elas são vistas em um serviço de emergência, durante o primeiro episódio de dor abdominal. A doença inflamatória intestinal pode envolver o tecido periapendicular, mimetizando a apendicite aguda, tanto clínica quanto radiologicamente. A doença de Crohn aparece, tipicamente, na US e TC, como espessamento das paredes do intestino delgado distal, com alterações inflamatórias associadas ou proliferação fibroadiposa no mesentério adjacente.<sup>18</sup>

Uma das causas mais comuns de dor abdominal aguda em crianças pequenas é a intussuscepção, com pico de idade entre três e nove meses. Geralmente, está relacionada à inflamação das placas de Peyer. Sua aparência distinta, tanto na TC quanto na US, freqüentemente resolve este dilema clínico.<sup>18</sup>

O infarto omental aparece como inflamação heterogênea na borda antimesentérica anterior do cólon, próximo à parede abdominal anterior.<sup>20</sup>

Na apendagite epiplóica primária, o mecanismo da dor localizada é a torção ou inflamação do tecido que circunda o cólon. As características de imagem na TC são massa arredondada ou oval de baixa atenuação, com inflamação em volta do ceco e paredes colônicas de espessura normal.<sup>20</sup>

---



#### 1.4.1.2 Congênitas

O divertículo de Meckel é a anormalidade congênita mais comum que afeta o trato gastrointestinal. Complicações incluem diverticulite de Meckel, intussuscepção e inflamação, com possível perfuração e peritonite. Em um estudo de 10 pacientes pediátricos com diverticulite de Meckel, seis crianças apresentaram sinais clínicos e achados radiológicos, sugestivos de apendicite aguda.<sup>21</sup> Na US, o divertículo de Meckel aparece como uma massa cística, que tem paredes internas irregulares e espessadas, com um contorno hipocóico externo, correspondente à camada muscular, e uma linha hiperecólica interna, que corresponde à camada mucosa e submucosa. Em pacientes com sangramento retal, causado por diverticulite, a identificação de uma estrutura hiperecólica tubular, na US, é sugestiva de divertículo de Meckel. O divertículo de Meckel inflamado pode se apresentar como um cisto, mas sua camada mucosa é mais irregular do que aquela encontrada na duplicação intestinal.<sup>21</sup>

O cisto de duplicação gastrointestinal é mais freqüentemente encontrado no íleo terminal. Por sua proximidade anatômica com o apêndice e apresentação clínica similar, a ulceração do cisto de duplicação ileal distal pode mimetizar apendicite aguda.<sup>18</sup>

---

#### 1.4.1.3 Vasculares

Quando uma criança apresenta púrpura de Henoch-Schönlein, sente dor abdominal severa, antes do característico *rash* purpúrico, e o diagnóstico clínico pode ser confundido com o da apendicite aguda.<sup>18</sup>

#### 1.4.1.4 Infecciosas

A ascaridíase é uma condição muito freqüente em nosso meio. O diagnóstico pode ser feito através de uma variedade de técnicas, como exame fluoroscópico com bário e TC.<sup>18</sup>

#### 1.4.2 Doenças gênito-urinárias que simulam apendicite

A pielonefrite e a cólica renal são entidades clínicas que podem mimetizar apendicite.<sup>18,20</sup> Um dos desafios clínicos mais significativos diz respeito às pacientes femininas e adolescentes, que apresentam dor no

---

quadrante inferior direito. Doenças ginecológicas comuns, na população pediátrica, e que podem aparecer com dor no quadrante inferior direito incluem torção ovariana, tumores ovarianos e cistos ovarianos hemorrágicos.<sup>18,20</sup>

A torção do ovário, na criança, freqüentemente ocorre sem doença ovariana associada e está provavelmente relacionada a um aumento na mobilidade do ovário. O ovário aumentado de tamanho é o achado mais comum da torção ovariana, com um volume ovariano acima de quatro a cinco centímetros cúbicos, em meninas pré-puberais.

A hemorragia no interior de um cisto folicular é uma causa freqüente de dor abdominal baixa, na população puberal. A aparência ultra-sonográfica do cisto ovariano hemorrágico é extremamente variável, mas achados clássicos incluem massa anexial complexa, com sombra acústica posterior.<sup>18</sup>

O remanescente uracal infectado também pode ser uma causa de dor, no quadrante inferior direito, que é restrita à população pediátrica.<sup>18</sup>

### **1.5 Discussão**

Um número muito grande de crianças realiza exames de imagem, quando apresentam sinais e sintomas de apendicite aguda. Crianças mais jovens (até dois anos de idade) geralmente apresentam sinais e sintomas não específicos e são incapazes de verbalizarem seus sintomas ou localizarem a dor. Nessa faixa etária, são comuns diagnósticos tardios ou incorretos e

---

complicações. Por isso, uma conduta cirúrgica mais agressiva é realizada nesses casos. A remoção do apêndice normal, no entanto, não é um procedimento benigno. Está associada com vários dias de hospitalização, custos hospitalares altos e alguns casos de complicações fatais.

Os métodos de imagem têm um papel fundamental, na avaliação moderna da suspeita de apendicite, na criança. Não existe um consenso sobre qual modalidade deve ser usada, no caso de uma criança com suspeita de apendicite, em determinada circunstância. O teste de imagem ideal deve ser disponível, rápido, barato, reproduzível e seguro e precisa diferenciar, de forma acurada, crianças com doença daquelas com apêndice normal.<sup>22</sup> A confiança do radiologista em sua interpretação parece influenciar a escolha da técnica de imagem, além de também influenciar o resultado dos exames.<sup>22</sup>

A US tem sido o exame mais utilizado, para avaliar crianças com suspeita de apendicite ou com clínica duvidosa. Esse exame é sempre disponível, barato e seguro, porém achados negativos ao exame ultrassonográfico não excluem apendicite, a não ser que um apêndice normal seja identificado com um alto grau de confiança.<sup>4,22</sup>

A US auxilia muito nos casos de suspeita de apendicite perfurada. A sensibilidade da US não reduz, em casos de apendicite perfurada; ao contrário, tende a aumentar com essa condição, em comparação com a sensibilidade observada nos casos de apendicite não perfurada.<sup>8</sup>

---

A acurácia da TC é muito boa. Como a US, a TC é geralmente disponível e reprodutível. A radiação ionizante e o uso de contraste endovenoso ou via retal, entretanto, tornam esse exame mais invasivo.<sup>22</sup>

Desde a instituição da TC, em 1998, seu uso em pacientes com suspeita de apendicite reduziu o número de dias de internação, número de cirurgias e de laparotomias com resultados negativos, bem como o custo por paciente. Desde então, a frequência de perfuração reduziu de 38 por cento para menos de 10 por cento, em pacientes com apendicite aguda, e a frequência de apêndices normais, vistos na laparotomia, reduziu de 18 por cento para menos de cinco por cento.<sup>3</sup>

Nos últimos anos, a RM tem se tornado uma técnica de imagem útil na avaliação de pacientes com suspeita de apendicite.<sup>12</sup> Tendo em mente que a maioria dos pacientes são meninas jovens, existe um grande benefício em usar a RM, como método que não utiliza radiação ionizante nem meio de contraste.

As imagens por RM demonstram a apendicite aguda e a exata localização do apêndice, tendo a capacidade de demonstrá-lo, em toda sua extensão, de uma forma muito acurada. Essa característica é importante no planejamento cirúrgico, particularmente na cirurgia laparoscópica.<sup>12</sup>

Em conclusão, a US realizada por um radiologista com experiência apresenta uma alta acurácia para diagnosticar ou excluir a doença e pode ser o primeiro método de imagem, na investigação da criança com clínica duvidosa ou suspeita de apendicite. Caso o exame seja inconclusivo, pode-se dar

---

prosseguimento à investigação, através da TC. Já o papel da RM, no diagnóstico ou exclusão dessa doença, ainda está para ser estabelecido, porém estudos preliminares recentes têm demonstrado a alta potencialidade dessa modalidade para avaliar esta doença.

---

## **2 JUSTIFICATIVA**

Nos pacientes com suspeita de apendicite aguda, quando o exame ultrasonográfico for inconclusivo, a ressonância magnética pode ser um método alternativo à tomografia computadorizada, apresentando, como vantagem, o fato de não utilizar radiação ionizante nem meio de contraste. Caso, a RM tenha uma boa sensibilidade para detectar o apêndice normal, certamente este método poderia ser acurado no diagnóstico dos apêndices anormais, em sua maioria com dimensões maiores e com sinais inflamatórios.

---

### **3 OBJETIVOS**

- Determinar a proporção de detecção do apêndice cecal normal em crianças e adolescentes assintomáticos através da RM.
  
  - Identificar a seqüência de RM mais útil na identificação do apêndice cecal normal na população pediátrica.
  
  - Descrever as características do apêndice normal na ressonância magnética.
-



## 4 REFERÊNCIAS

1. Rosendahl K, Aukland SM, Fosse K. Imaging strategies in children with suspected appendicitis. *Eur Radiol.*2004; 14(suppl 4):L138-L145.
  2. Sivit CJ, Siegel MJ, Applegate KE, Newman KD. When appendicitis is suspected in children. *Radiographics* 2001;21(1):247-62.
  3. Callahan MJ, Rodriguez DP, Taylor GA. CT of appendicitis in children. *Radiology* 2002;224(2):325-32.
  4. Baldisserotto M, Marchiori E. Accuracy of noncompressive sonography of children with appendicitis according to the potential positions of the appendix. *AJR* 2000;175(5):1387-92.
  5. Kaiser S, Frenckner B, Jorulf HK. Suspected appendicitis in children: US and TC - a prospective randomized study. *Radiology* 2002;223:633-8.
  6. Hernandez JA, Swischuk LE, Angel CA, Chung D, Chandler R, Lee S. Imaging of acute appendicitis: US as the primary imaging modality. *Pediatr Radiol* 2005;35(4):392-5.
  7. Peletti AB, Baldisserotto M. Optimizing US examination to detect the normal and abnormal appendix in children. *Pediatr Radiol* 2006;36(11):1171-6.
-

8. Doria AS, Moineddin R, Kellenberger CJ, et al. US or CT for diagnosis of appendicitis in children and adults? A meta-analysis. *Radiology* 2006;241(1):83-94.
  9. Garcia Peña BM, Cook EF, Mandl KD. Selective imaging strategies for the diagnosis of appendicitis in children. *Pediatrics* 2004;113(1 Pt 1):24-8.
  10. Brenner DJ, Elliston CD, Hall EJ, Berdon WE. Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. *AJR* 2001;176(2):289-96.
  11. Incesu L, Coskun A, Selcuk MB, Akan H, Sozubir S, Bernay F. Acute appendicitis: MR imaging and sonographic correlation. *AJR* 1997;168(3):669-74.
  12. Hörmann M, Paya K, Eibenberger K, et al. MR imaging in children with nonperforated acute appendicitis: value of unenhanced MR imaging in sonographically selected cases. *AJR* 1998;171(2):467-70.
  13. Hörmann M, Puig S, Prokesch SR, Partik B, Helbich TH. MR imaging of the normal appendix in children. *Eur Radiol* 2002;12(9):2313-6.
  14. Pedrosa I, Levine D, Eyvazzadeh AD, Siewert B, Ngo L, Rofsky NM. MR imaging evaluation of acute appendicitis in pregnancy. *Radiology* 2006;238(3):891-9.
  15. Oto A, Ernst RD, Shah R, et al. Right-lower-quadrant pain and suspected appendicitis in pregnant women: evaluation with MR imaging--initial experience. *Radiology* 2005;234(2):445-51.
  16. Nitta N, Takahashi M, Furukawa A, Murata K, Mori M, Fukushima M. MR imaging of the normal appendix and acute appendicitis. *J Magn Reson Imaging* 2005;21(2):156-65.
  17. Nikolaidis P, Hammond N, Marko J, Miller FH, Papanicolaou N, Yaghmai V. Incidence of visualization of the normal appendix on
-

- different MRI sequences. *Emerg Radiol* 2006;12(5) 223-6.
18. Sung T, Callahan MJ, Taylor GA. Clinical and Imaging Mimickers of the Acute Appendicitis in the Pediatric Population. *AJR* 2006;186:67-74.
19. Puylaert JBCM. Mesenteric Adenitis and Acute Terminal Ileitis: US Evaluation Using Graded Compression. *Radiology* 1986;161:691-5.
20. Vriesman ACB, Puylaert JBCM. Mimics of Appendicitis: Alternative Nonsurgical Diagnoses with Sonography and CT. *AJR* 2006;186:1103-12.
21. Baldisserotto M, Maffazzoni DR, Dora MD. Sonographic Findings of Meckel's Diverticulitis in Children. *AJR* 2003;180:425-8.
22. Taylor GA. Suspected appendicitis in children: in search of the single best diagnostic test. *Radiology* 2004;231(2):293-5.
-

---

## **CAPÍTULO II**

---

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 Pacientes

Entre maio de 2006 e maio de 2007, 40 voluntários assintomáticos (22 femininos e 18 masculinos) realizaram RM da pelve, para identificar o apêndice cecal normal. Os exames foram realizados no Hospital Universitário da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA) - unidade Canoas. A idade média dos pacientes foi de 12 anos (variação de idade 8-18 anos). Os critérios de inclusão dos voluntários foram: idade entre 8 a 18 anos, ausência de história de apendicite prévia, ausência de apendicectomia prévia ou cirurgia abdominal e ausência de dor abdominal atual.

A inclusão dos voluntários não dependeu do gênero, peso ou condição nutricional. Os voluntários eram parentes de funcionários dessa instituição e que aceitaram participar do estudo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética

---

Médica do Hospital da PUC e ULBRA, sendo que foi obtido consentimento informado dos pais ou responsáveis legais dos voluntários.

## 5.2 Técnica do exame de RM

Os exames de RM foram realizados em um aparelho de 1,5 T (Sigma Horizon LX, GE Medical Systems, Milwaukee-Wisconsin), com uma bobina corporal de superfície. Os pacientes foram examinados em posição supino. Inicialmente, realizamos a seqüência coronal T2, para identificar a posição do ceco. Os cortes axiais foram marcados de acordo com a posição do ceco, em cada paciente. O corte mais cranial era realizado pelo menos 10 cm acima do ceco, e o mais caudal, até a sínfise púbica. Foram realizadas quatro seqüências, com os seguintes parâmetros de imagem:

- Plano axial, ponderação T1, *fast spin echo*: T1/FSE; TR/TE:700ms/8,7ms; espessura de corte de 4,0mm, matriz 512x512.
  - Plano axial, ponderação T2, *fast spin echo*: T2/FSE; TR/TE: 1900ms/95,7ms; espessura de corte de 4mm, matriz 256x256.
  - Plano axial, ponderação T2 *fast spin echo* com supressão de gordura: T2/FRFSE BHFATSAT, TR/TE: 1800m/95,7m, espessura de corte de 4mm, matriz 256/256.
-

- Plano coronal, ponderação T2 *fast spin echo*; T2/FSE, TR/Te1800/102,7ms, espessura de corte de 4mm, matriz 512X512.

O tempo de realização de cada exame, somando o tempo das quatro seqüências, foi de sete minutos. Levando em consideração os intervalos entre as seqüências, as pausas durante as aquisições, a entrada do paciente na sala, seu posicionamento e a saída do paciente da sala, o tempo total de cada exame foi de 20 minutos.

Não foi necessária sedação, em nenhum caso. Antes da entrada dos voluntários, na sala de RM, explicávamos com detalhe e de acordo com a capacidade de compreensão de cada criança como o exame seria realizado e como deveriam ser feitas as pausas respiratórias. Esse procedimento teve como objetivo orientar os pacientes sobre como cooperar com o exame, assim como tranquilizá-los. Tivemos uma criança que desistiu de realizar o exame, por fobia, e foi excluída do estudo.

Os exames foram interpretados por dois radiologistas independentes, com longa experiência em radiologia, um deles com longa experiência com RM.

---

### 5.3 Análise dos dados

Os critérios utilizados para definir o apêndice normal foram a visualização de uma estrutura tubular, de fundo cego, estendendo-se do ceco, com um diâmetro transverso máximo de seis milímetros. Estes critérios são os mesmos critérios utilizados na TC e US para o apêndice normal.<sup>1,2</sup>

A identificação do apêndice foi considerada positiva, quando esse era visto em, pelos menos, uma seqüência. Foi realizada uma checagem, para ver se a estrutura identificada como sendo apêndice, pelo observador 1, foi a mesma que a identificada como apêndice pelo observador 2, em todas as seqüências. No momento da interpretação das imagens, cada observador assinalava o que considerava corresponder ao apêndice, anotando a imagem de cada seqüência em que esta observação era feita. No momento da formação do banco de dados, houve uma comparação, para ver se a estrutura considerada como sendo o apêndice foi a mesma pelos dois examinadores.

Realizou-se a medida do diâmetro transverso do apêndice, posicionando-se os *calipers* nas superfícies externas da camada serosa da parede apendicular. O apêndice foi considerado como não identificado, nos casos em que a imagem era duvidosa ou em que não era possível identificar sua conexão com o ceco ou, ainda, em que não foi possível concluir que se tratava de estrutura em fundo “cego”.

---



O sinal do conteúdo interno do apêndice e de suas paredes foi classificado como isosinal, hiposinal ou hipersinal, em relação aos planos musculares adjacentes. A quantidade de gordura circundando o apêndice também foi avaliada.

A posição do apêndice também foi avaliada. O apêndice foi classificado quanto a sua posição como: retrocecal, abdominal (localizado na cavidade abdominal, acima de uma linha horizontal definida pelas cristas ilíacas), pélvico médio (localizado abaixo desta linha) e pélvico baixo, (localizado além dos vasos ilíacos).<sup>3,4</sup> O ceco foi avaliado quanto a sua posição e classificado como acima da crista ilíaca e abaixo da crista ilíaca.

A presença de artefato de movimento decorrente da respiração também foi avaliada.

#### **5.4 Análise estatística**

Variáveis quantitativas foram descritas por média e desvio padrão. Os dados categóricos foram descritos por freqüências e percentuais. Para obtenção do arquivo com os dados de detecção do apêndice cecal, as observações discordantes entre os avaliadores foram dirimidas por consenso. A concordância entre os observadores foi avaliada pelo coeficiente Kappa. O

---

coeficiente Kappa foi calculado para todas as sequências e variáveis do estudo.

Os dados foram processados no programa SPSS versão 12.0.

## 6 REFERÊNCIAS

1. Hörmann M, Paya K, Eibenberger K, et al. MR imaging in children with nonperforated acute appendicitis: value of unenhanced MR imaging in sonographically selected cases. *AJR* 1998;171(2):467-70.
  2. Hörmann M, Puig S, Prokesch SR, Partik B, Helbich TH. MR imaging of the normal appendix in children. *Eur Radiol* 2002;12(9):2313-6.
  3. Baldisserotto M, Marchiori E. Accuracy of noncompressive sonography of children with appendicitis according to the potential positions of the appendix. *AJR* 2000;175(5):1387-92.
  4. Peletti AB, Baldisserotto M. Optimizing US examination to detect the normal and abnormal appendix in children. *Pediatr Radiol* 2006;36(11):1171-6.
-

---

**CAPÍTULO III**  
**ARTIGO ORIGINAL**

---

## 7 ARTIGO ORIGINAL

Radiology



### MRI evaluation of the normal appendix in children

Journal:	<i>Radiology</i>
Manuscript ID:	RAD-07-1703.R1
Manuscript Type:	Original Research
Manuscript Categorization Terms:	Abdomen/GI < 4. AREAS/SYSTEMS, Appendix < 5. STRUCTURES, MR-Imaging < 2. MODALITIES/TECHNIQUES, Pediatrics < 1. SUBJECT MATTER



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

ABBREVIATED TITLE PAGE

(a) Title

MRI evaluation of the normal appendix in children

(b) Original Research

(c) Advances in Knowledge:

1. Normal appendices may be detected using MRI in almost 50% of the cases.
2. The axial T2 FSE sequence was the most useful in the detection of the normal appendix using MRI.

(d) Implications for Patient Care:

1. MRI may be used as a complementary exam when US is inconclusive or when it is important to avoid exposure to CT radiation or use of contrast material in children with signs and symptoms of appendicitis.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

#### ABSTRACT

**PURPOSE:** The purpose of this study was to evaluate asymptomatic children and adolescents to determine the rate of detection of the normal appendix on unenhanced MRI.

**MATERIALS AND METHODS:** This study was approved by the Medical Ethics Committee of the authors' institutions, and informed consent was obtained from participants' parents or guardians. Forty asymptomatic volunteers underwent MRI to detect the appendix. Mean ( $\pm$ SD) age for the 18 boys was 12.8 ( $\pm$ 2.4) years (range: 9 to 17) and for the 22 girls 12.7( $\pm$  2.7) years (range: 8 to 17).

The MRI protocol consisted of axial T1 FSE, axial and coronal T2 FSE and axial T2 FSE FAT SAT. Two observers interpreted results independently, and kappa coefficients were calculated to evaluate agreement. Body mass index (BMI) was recorded for all participants.

**RESULTS:** The normal appendix was detected by one observer in 19 cases (47.5%), and by the other in 20 cases (50%). The rate of detection indicates the percentage of times that the appendix was visualized on at least one sequence. The rate of appendix detection after observers reached a consensus was 47.5% (95% CI 31.5-63.9). Interobserver agreement in appendix detection was good in most sequences analyzed. The greatest rate of normal appendix detection was found for the axial T2 FSE FAT SAT (47.5%).

**CONCLUSION:** The rate of normal appendix detection on unenhanced MRI was 47.5% of the normal appendices, similar to CT but lower than US detection rates.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

## INTRODUCTION

Ultrasonography (US) is the standard imaging technique to investigate acute appendicitis in some healthcare institutions, and several studies show its high diagnostic accuracy (1,2,3). The visualization of a normal appendix on US rules out appendicitis; conversely, the identification of an inflamed appendix confirms this diagnosis. In some studies, the rate of US detection of the normal appendix ranged from 40 to 82% (4), and of the abnormal appendix, from 85 to 98% (5,6,7).. The reproducibility of ultrasonography is low even in studies conducted in reference centers (4).

Other authors, advocate the use of computed tomography (CT) to investigate appendicitis in children, and also report high diagnostic accuracy. The rate of detection of the abnormal appendix using CT is 94-98%, and of the normal appendix, 50% (1). The reproducibility of CT results seems to be better than that of US results in the diagnosis of this disease (1,2). However, CT exposes patients to ionizing radiation and requires the use of intravenous or rectal contrast (8,9,10).

Two recent studies were conducted to determine the value of MRI in the evaluation of the appendix in children (11,12). In the first, 45 children with clinical findings suggestive of appendicitis were evaluated, and the inflamed appendix was detected in 100% of the cases (11). The other study evaluated the normal appendix in 15 asymptomatic children, and the rate of detection was



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

86% (12 children) on the T2 FSE sequence (12). However, neither study conducted statistical analyses to determine MRI specificity in the detection of normal appendices because of the small number of participants. If MRI is shown to be useful in the evaluation of the appendix, it may become a second option for the examination of patients with inconclusive US or CT results or who have undergone several previous CT examinations and for whom, therefore, exposure to additional radiation should be avoided.

If the rate of MRI detection of the normal appendix is found to be similar to CT and US rates, it is possible to hypothesize that the rate of detection of the abnormal appendix on MRI may also be similar to rates obtained with CT and US methods. Therefore, the purpose of this study was to examine asymptomatic children and adolescents to determine the rate of detection of the normal appendix on unenhanced MRI.

## MATERIALS AND METHODS

### Patients

This prospective study was approved by the Medical Ethics Committee of the institutions where it was conducted, and informed consent was obtained from the participants' parents or guardians after the nature of the procedures were fully explained. From May 2006 to May 2007, 40 asymptomatic volunteers underwent pelvic MRI to detect the normal appendix. The examinations were conducted in a general university hospital. Mean patient age was 12 years (range: 8-18 years). Mean ( $\pm$ SD) age for the 18 boys was 12.8 ( $\pm$ 2.4) years (range: 9 to 17) and for the 22 girls, 12.7 ( $\pm$  2.7) years (range: 8 to 17).

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

Volunteers were relatives of the hospital employees' who accepted to participate in the study.

#### Examination Technique

MRI examinations were conducted with a 1.5 T scanner (Sigma Horizon LX, GE Medical Systems, Milwaukee, WI) and a surface phased-array coil. First, with the patient lying in supine position, the coronal T2 sequence was performed to identify the position of the cecum. Axial sections were defined according to the position of the cecum in each patient. The cranial section was at least 10 cm above the cecum and extended to the most caudal point of the pubic symphysis. Four sequences were performed with the imaging parameters reported in Table 1. The sequences were acquired at 4-mm slice thickness without interslice gaps. The field of view varied according to the height of the subject and ranged from 275 to 380 mm. The matrix was 224x192. Each examination lasted 7 min for the 4 sequences. Total examination time was 20 minutes and included intervals between sequences, stops during acquisition, patient's entry into the room, positioning and exit. All examinations were performed without IV contrast material.

No children needed sedation for the MRI examinations. Before volunteers entered the MRI room, they received detailed explanations about how the examination was going to be conducted and how the breath stops should be performed. Explanations were given according to the child's capacity of understanding. The purpose of these explanations was to instruct patients about how to cooperate during the examination and also to make them feel relaxed and calm. Only one child refused to participate because of fear; this child was excluded from the study.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

The examinations were interpreted by two radiologists independently. The senior radiologist had six years experience in MRI, and the other radiologist, seven years.

Data Analysis:

The criterion to define the normal appendix was the visualization of a blind-end tubular structure that extended from the cecum and had a transverse diameter of up to 6 mm. This criterion is the same used for the detection of the normal appendix using CT and US (2,4).

The detection of the appendix was positive when it was visualized in at least one sequence. Results were checked to confirm whether the structure detected and classified as the appendix by observer 1 was the same as the one found by observer 2 in all sequences. The observer first located the cecum on the axial sections, and then searched for a tubular blind-ending structure extending from the cecum, below the terminal ileum, on the sequential sections. The observer made a note on the patient's chart about on which image the appendix was visualized. Observer number 2 followed the same procedure independently. When the database was set up, the appendix was classified as visualized only when the structure identified by observer 1 as the appendix was the same as the one identified by observer 2. Discrepancies in interpretation were solved by consensus

The transverse diameter of the appendix was measured with electronic calipers placed at the external surfaces of the serosa layer on the appendiceal wall. The cases in which the image was not clear, when the connection of the appendix to the cecum could not be visualized, or, when it was not possible to

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

determine whether it was a blind-ending structure, the result was recorded as no detection.

The signals of the internal appendiceal content and appendiceal walls were classified as isointense, hypointense or hyperintense in comparison with adjacent muscle. The amount of fat surrounding the appendix was also evaluated. The observers graded the amount of fat surrounding the appendix according to one of three categories: (a) fat surrounding all the appendix; (b) fat surrounding part of the appendix; and (c) no fat surrounding the appendix.

The position of the appendix was also assessed. Appendices were classified as retrocecal, abdominal, mid-pelvic or deep pelvic according to their position. Abdominal appendices were those located in the abdominal cavity above a horizontal line defined by the iliac crests. Mid-pelvic appendices were those located above the iliac vessels (external iliac artery and vein in the pelvis). Appendices were classified as deep pelvic when they extended beyond iliac vessels towards the pelvis minor, or when the cecum was located in a lower position in relation to these vessels (3,4). The cecum was evaluated according to its position and classified as above or below the iliac crest.

The presence of motion artifacts due to breathing was also recorded and evaluated.

The rate of detection of the normal appendix was correlated with BMI and age (Table 2).

#### Statistical Analysis:

Quantitative variables were described as means and standard deviations. Categorical data were described as frequencies and percentages. Before

1  
2  
3 preparation of the file with data about the detection of the appendix, the  
4  
5 divergent observations made by examiners were decided by consensus. Kappa  
6  
7 statistics was used to evaluate interobserver agreement, and the kappa  
8  
9 coefficients were calculated for all the sequences and variables of the study.  
10  
11 The chi-square test was used to evaluate the associations between categorical  
12  
13 variables. The Student *t* test was used to compare means The SPSS 12.0  
14  
15 software was used for data analyses, and statistical significance was set at *p*  
16  
17 equal to or lower than 0.05  
18  
19

## 20 21 22 RESULTS

23  
24 Of the 40 asymptomatic volunteers, 19 had their appendix detected using  
25  
26 MRI by observer 1 (47.5%; 19/40), and 20 by observer 2 (50%; 20/40).  
27  
28 Interobserver agreement in appendix detection, indicated by kappa coefficients,  
29  
30 was substantial in most sequences analyzed, and the axial T2 sequence had  
31  
32 the greatest kappa value ( $k=0.75$ ). Table 3 shows the results of agreement  
33  
34 between the 2 observers in the different sequences. The rate of appendix  
35  
36 detection after observer consensus was 47.5% (19/40) (95% CI 31.5-63.9). The  
37  
38 greatest rate of detection of the normal appendix was found for the axial T2  
39  
40 FSE sequence (47.5%; 19/40) (Table 2). The rates of detection for the other  
41  
42 sequences were: axial T1W = 15%; axial T2W fat sat = 10%; and coronal T2W  
43  
44 = 10%. (Fig 1)  
45  
46  
47  
48  
49  
50

51  
52 Mean transverse diameter of the detected appendices was 5 mm (range:  
53  
54 3 to 7 mm) (Fig 2). The signal of the internal appendiceal content was  
55  
56 hyperintense in the T2-weighted sequences. On the T1 sequence, internal  
57  
58  
59  
60

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

contents were hypointense. The signal of appendiceal walls was isointense on T1 and T2 images (Fig 3).

Table 2 shows the number of times that the appendix was detected in each of the 4 groups of children defined according to BMI and age. The rate of detection of normal appendices in patients with BMI below 20 was 73% (14/19). Mean BMI of children whose appendices were detected was 18.9 kg/m<sup>2</sup> (SD = 3.05), and it was slightly greater (19.6 kg/m<sup>2</sup>; SD = 2.97) in the group of children whose appendix was not detected, but the difference was not statistically significant.

Table 4 shows data about fat surrounding the appendix and the position of those appendices that were detected on MRI. Table 5 shows data about breathing motion artifacts and the position of the cecum (Fig 4).

## DISCUSSION

The rate of normal appendix detection on unenhanced MRI in our study (47.5%) was lower than that found by Hormann et al. (12). Although it is difficult to explain this discrepancy, two differences were found between the two studies: the number of individuals in the study sample, and the criteria used to define a positive identification of the normal appendix. In our study, the appendix was classified as detected only when the observer was absolutely convinced that that structure corresponded to the appendix (high degree of confidence). Hormann et al., however, classified detection according to a high,

1  
2  
3 moderate or low degree of confidence, and this criterion may have affected the  
4 rate of appendix detection (12). The slices and the sequences used, however,  
5  
6 were similar in both studies.  
7  
8  
9

10  
11 Three axial sequences were used in our study: T1 FSE, T2 FSE, and T2  
12 FSE FAT SAT. The axial T2 FSE sequence was the most useful in the detection  
13 of the normal appendix, in agreement with results reported previously (12). The  
14 rate of detection on the T1 FSE sequence was low in our study (15%); Hormann  
15 et al. (12) and Nikolaidis et al. (13) found high rates (73% and 78%), but we do  
16 not have an explanation for such difference in results. Some studies also  
17 reported that the unenhanced T1 FSE sequence did not seem to be useful in  
18 the evaluation of the normal appendix (8,9,11), but two other investigations with  
19 adult patients found a high rate of detection of the normal appendix on this  
20 sequence (13,14). The T2W FAT SAT and STIR sequences were found not to  
21 be useful in the detection of normal appendices in previous studies (11,12,15),  
22 results that are similar to ours. Another study, which evaluated adult patients  
23 with clinical findings suggestive of appendicitis, used single-shot and gradient-  
24 echo sequences in addition to those that we used, but did not find a better  
25 performance in the detection of the appendix (13).  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44

45 Our analysis of signal intensity revealed that the signal of internal  
46 contents of the appendix was hyperintense on T2 and hypointense on T1  
47 sequences, in agreement with findings reported by Hormann et al. (12). The  
48 appendiceal wall signal was isointense on T2 FSE in our study, which is in  
49 disagreement with findings reported by those authors, who found a hypointense  
50 signal. This difference may be associated with the fact that our study compared  
51 the signals of internal contents and appendiceal walls with the signal of adjacent  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

muscle planes. Hormann et al., however, did not define a comparative criterion for signal intensity.

We also found that fat surrounded all the appendices that were detected. However, we cannot know how much fat surrounds undetected appendices. Therefore, our data do not allow us to conclude whether this factor affected appendiceal detection.

In our study, the transverse diameter of the appendices ranged from 3 to 7 mm, and mean transverse diameter was 5 mm, in agreement with results reported previously (12).

Results of a previous investigation suggest that MRI may have a better performance in the detection of abnormal appendices (11). Two recent studies demonstrated the importance of MRI to diagnose or rule out appendicitis in pregnant women (16,17).

Total examination time, considering the 4 sequences in all cases, was 7 minutes. This duration was shorter than that reported in two other studies (11,12), in which mean times were 31 min and 29 min. This difference in duration may be assigned to the different MRI scanners used and to advances in the application of techniques.

We also evaluated the position of the appendices to systematize the investigation (3,4). The most frequent position was mid-pelvic (68.4%; 13/19); 31% (6/19) were retrocecal, a rate that is greater than the 20% found previously (11). One of the greatest limitations of US is the detection of retrocecal appendices (14,18). When using MRI, however, appendices in this position were easily detected, particularly because of the fat between the posterior wall of the cecum and the posterior abdominal wall.



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

Examinations of children and adolescents were easily performed, and only one child refused to undergo it because of fear. We believe that it is important to approach children through conversations that explain how the examination is performed. Sedation was not necessary in any case.

One of the limitations of this study was that the margin of error that refers to the precision with which the detection frequency could be estimated was 16%, and that the sample size of only 40 volunteers limited this precision. The margin of error refers to all rates calculated in the study. Moreover, MRI was used to evaluate the appendix in an asymptomatic population and not in a group of patients with findings suggestive of acute appendicitis. Therefore, sensitivity could not be estimated, and only specificity was calculated. One more limitation was the fact that only children older than 8 years were included in the study to avoid sedation. In our institution, patients that require sedation for the investigation of appendicitis undergo diagnostic laparoscopy.

The learning curve for the visualization of the appendix may be quite steep. However, as the performance of CT and US in the detection of normal and abnormal appendices improved along time, the same may be expected of MRI. Once radiologists are aware that appendices may be detected on MRI and are familiar with their appearances, their performance to diagnose or rule out acute appendicitis using MRI may also improve.

MRI is an expensive imaging study, and sedation is necessary for the examination of some pediatric patients. Therefore, it should only be used in cases in which US or CT studies are not diagnostic.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

In conclusion, this study detected the normal appendix using MRI at a rate that is similar to those found in studies that evaluated the normal appendix using CT. These findings suggest that MRI may be used as a complementary method when US results are inconclusive or when it is important to avoid exposure to CT radiation in children presenting with signs and symptoms of appendicitis.

#### Acknowledgements:

We thank Paulo Gravana Prestes and Universidade Luterana do Brasil (ULBRA) for their support to the performance of the MRI studies; the medical physicist André Luis Campelli Nunes and the technical radiology assistants Marcelo Marques dos Santos and Taise Willer Garcia, who contributed to the development of this study; Mário Wagner, who provided statistical assistance; Anelise Burmeister, for assistance with editing the text; and Johnny Acosta, for his assistance with computer issues.

#### References

- 1- Callahan MJ, Rodriguez DP, Taylor GA. CT of appendicitis in children. *Radiology* 2002;224(2):325-332.
- 2- Kaiser S, Frenckner B, Jorulf HK. Suspected appendicitis in children: US and CT - a prospective randomized study. *Radiology* 2002;223:633-638.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

- 3- Baldisserotto M, Marchiori E. Accuracy of noncompressive sonography of children with appendicitis according to the potential positions of the appendix. *AJR* 2000;175(5):1387-1392.
- 4- Peletti AB, Baldisserotto M. Optimizing US examination to detect the normal and abnormal appendix in children. *Pediatr Radiol* 2006;36(11):1171-1176.
- 5- Sivit CJ, Siegel MJ, Applegate KE, Newman KD. When appendicitis is suspected in children. *Radiographics* 2001;21(1):247-262.
- 6- Doria AS, Moineddin R, Kellenberger CJ, et al. US or CT for diagnosis of appendicitis in children and adults? A meta-analysis. *Radiology* 2006;241(1):83-94.
- 7- Hernandez JA, Swischuk LE, Angel CA, Chung D, Chandler R, Lee S. Imaging of acute appendicitis: US as the primary imaging modality. *Pediatr Radiol* 2005;35(4):392-395.
- 8- Taylor GA. Suspected appendicitis in children: in search of the single best diagnostic test. *Radiology* 2004;231(2):293-295.
- 9- Garcia Peña BM, Cook EF, Mandl KD. Selective imaging strategies for the diagnosis of appendicitis in children. *Pediatrics* 2004;113(1 Pt 1):24-28.
- 10- Brenner DJ, Elliston CD, Hall EJ, Berdon WE. Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. *AJR* 2001;176(2):289-296.
- 11- Hörmann M, Paya K, Eibenberger K, et al. MR imaging in children with nonperforated acute appendicitis: value of unenhanced MR imaging in sonographically selected cases. *AJR* 1998;171(2):467-470.
- 12- Hörmann M, Puig S, Prokesch SR, Partik B, Helbich TH. MR imaging of the normal appendix in children. *Eur Radiol* 2002;12(9):2313-2316.
- 13- Nikolaidis P, Hammond N, Marko J, Miller FH, Papanicolaou N, Yaghamai V.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

Incidence of visualization of the normal appendix on different MRI sequences.

Emerg Radiol 2006;12(5) 223-226.

14- Nitta N, Takahashi M, Furukawa A, Murata K, Mori M, Fukushima M. MR imaging of the normal appendix and acute appendicitis. J Magn Reson Imaging 2005;21(2):156-65.

15- Incesu L, Coskun A, Selcuk MB, Akan H, Sozubir S, Bernay F. Acute appendicitis: MR imaging and sonographic correlation. AJR 1997;168(3):669-674.

16- Pedrosa I, Levine D, Eyvazzadeh AD, Siewert B, Ngo L, Rofsky NM. MR imaging evaluation of acute appendicitis in pregnancy. Radiology 2006;238(3):891-899.

17- Oto A, Ernst RD, Shah R, et al. Right-lower-quadrant pain and suspected appendicitis in pregnant women: evaluation with MR imaging--initial experience. Radiology 2005;234(2):445-451.

18- Rosendahl K, Aukland SM, Fosse K. Imaging strategies in children with suspected appendicitis. Eur Radiol.2004; 14(suppl 4):L138-L145.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

#### Captions for illustrations

##### Figure 1

Retrocecal appendix in 17-year-old boy (a,b). Transverse T2- weighted fast spin-echo: T2/FRFSEXL images (1900/100, 4-mm-thick sections, 224/192 matrix) show that several serial sections are needed to confirm that the appendix is a blind-end tubular structure extending from the cecum.

##### Figure 2

Pelvic MRI, 16-year-old girl. Transverse T1-weighted fast spin-echo: T1/FSE image (700/8.7, 4-mm-thick sections, 224/192 matrix) shows pelvic appendix that extends medially. Arrows indicate appendix extending from cecum.

##### Figure 3

Tortuous appendix in 12-year-old boy (a,b,c). Transverse T2- weighted fast spin-echo: T2/FRFSEXL images (1900/100, 4-mm-thick sections, 224/192 matrix). Arrows point to tortuous appendix that arises retroceally and extends towards pelvis.

##### Figure 4

MRI of retrocecal appendix in 10-year-old boy (a,b,c). Transverse T2- weighted fast spin-echo: T2/FRFSEXL image (1900/100, 4-mm-thick sections, 224/192 matrix). Arrows indicate appendix that arises from cecum and extends superiorly.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

Table 1– Examination technique: Parameters used in each MR sequence to detect the normal appendix

Sequence	TR/TE	No. of acquisitions	Breath holding	Sequence acquisition time
Axial T1W	700/8.7	1	No	3 min 2 s
Axial T2W	1900/100	4	Yes	1 min 16 s
Axial T2W Fat Sat	1900/100	4	Yes	54 s
Coronal T2W	1800/100	1	No	1 min 5 s

Table 2– Agreement between two observers in interpretation of MRI of the pelvis of children (n=40).

Sequence	Kappa	Agreement n(%)
Coronal T2W	-0.11	32 (80.0)
Axial T1WI	0.49	33 (82.5)
Axial T2W	0.75	35 (87.5)
Axial T2W fat sat	0.41	32 (80.0)
Internal content signal on T2W	0.75	35 (87.5)
Wall signal on T2W	0.75	35 (87.5)
Fat surrounding appendix	0.72	33 (82.5)
Position of appendix	0.79	35 (87.5)
Transverse diameter of appendix	0.72	33 (82.5)
Position of cecum	1.00	40 (100.0)

Table 3– Detection of appendix on unenhanced MRI according to age and body mass index.

Sequence	<13 years			p*	≥13 years		p*
	total	<20 kg/m <sup>2</sup>	≥20 kg/m <sup>2</sup>		<20 kg/m <sup>2</sup>	≥20 kg/m <sup>2</sup>	
	n = 40	n = 16	n = 2		n = 11	n = 11	
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)		
Coronal T2W	4 (10.0)	2 (12.5)	0 (0.0)	1.000	1 (9.1)	1 (9.1)	1.000
Axial T1W	6 (15.0)	2 (12.5)	0 (0.0)	1.000	2 (18.2)	2 (18.2)	1.000
Axial T2W	19 (47.5)	10 (62.5)	1 (50.0)	1.000	4 (36.4)	4 (36.4)	1.000
Axial T2W fat sat	4 (10.0)	3 (18.8)	0 (0.0)	1.000	1 (9.1)	0 (0.0)	1.000
<b>Total</b>	<b>19 (47.5)</b>	<b>10 (62.5)</b>	<b>1 (50.0)</b>	<b>1.000</b>	<b>4 (36.4)</b>	<b>4 (36.4)</b>	<b>1.000</b>

\* Fisher exact test

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

Table 4 – Fat surrounding and position of appendix of cases in which the appendix was detected (n=19)

Variables	n	%
Fat		
Surrounding all the appendix	11	57.9
Surrounding part of the appendix	8	42.1
Position of the appendix		
Retrocecal	6	31.6
Mid-pelvic	13	68.4

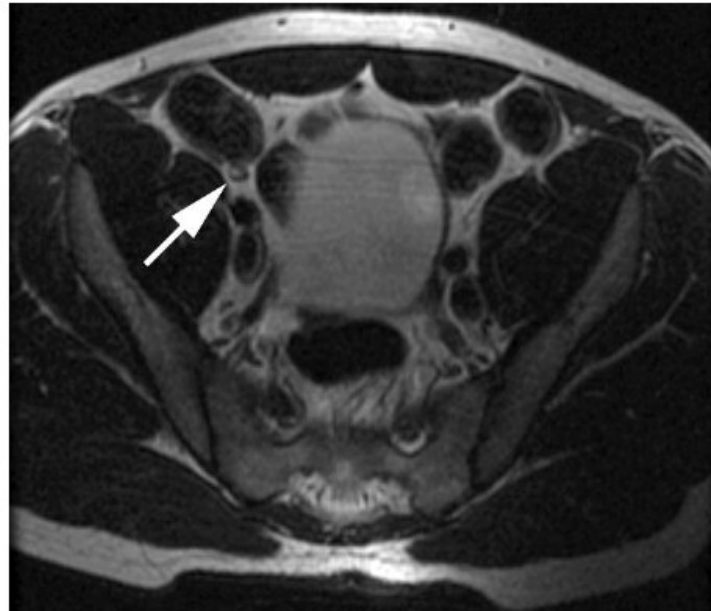
Table 5 – Results of breathing motion artifacts and position of the cecum (n=40)

Variables	Detected appendix	Undetected appendix	p
	(n=19)	(n=21)	
	n (%)	n (%)	
Breathing motion artifacts			
Axial T1W	7 (36.8)	12 (57.1)	0,334**
Axial T2W	5 (26,3)	13 (61.9)	0.052**
Coronal T2W	6 (31.6)	11 (52.4)	0.313**
Axial T2W Fat Sat	7 (36.8)	8 (38.1)	1.000**
Position of cecum			
Above iliac crest	16 (84.2)	16 (76.2)	0.698*
Below iliac crest	3 (15.8)	5 (23.8)	

\* Fisher exact test

\*\* Pearson chi-square test

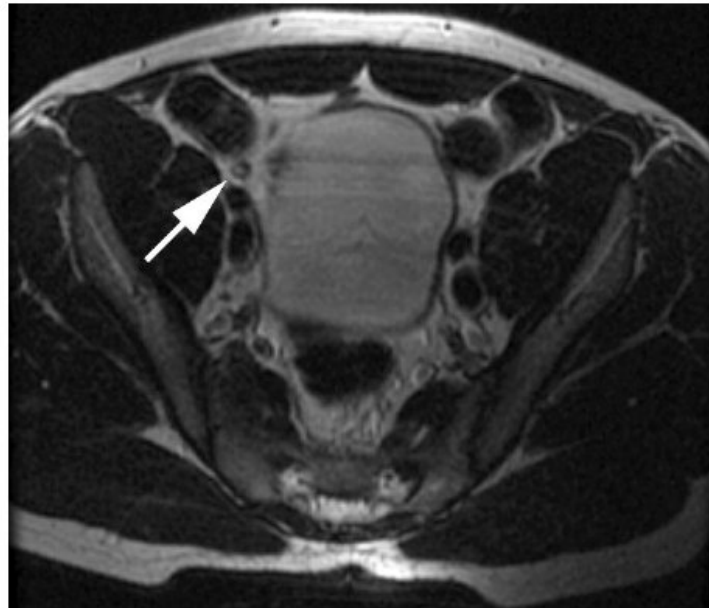
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60



57x49mm (300 x 300 DPI)



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60



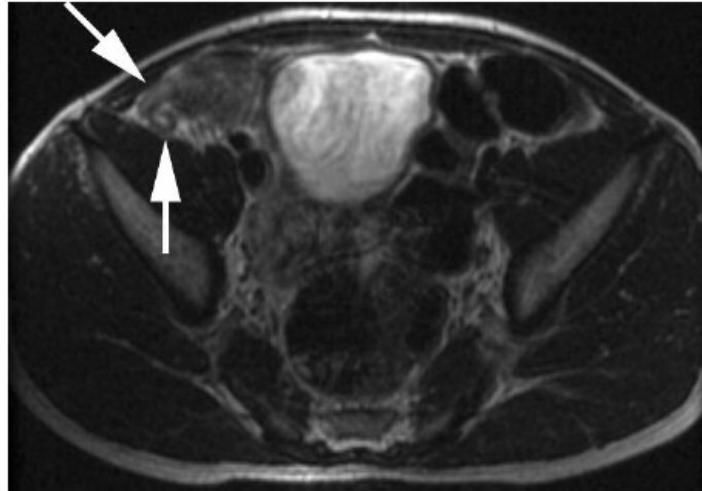
57x49mm (300 x 300 DPI)

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60



2  
56x35mm (300 x 300 DPI)

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60



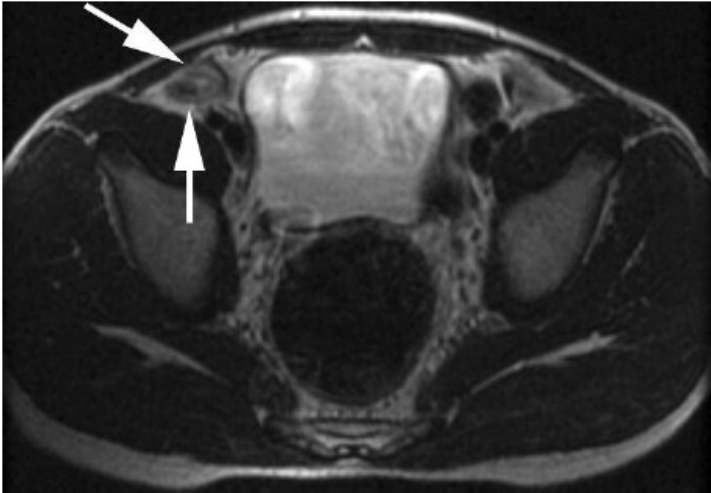
**3a**  
57x40mm (300 x 300 DPI)

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60



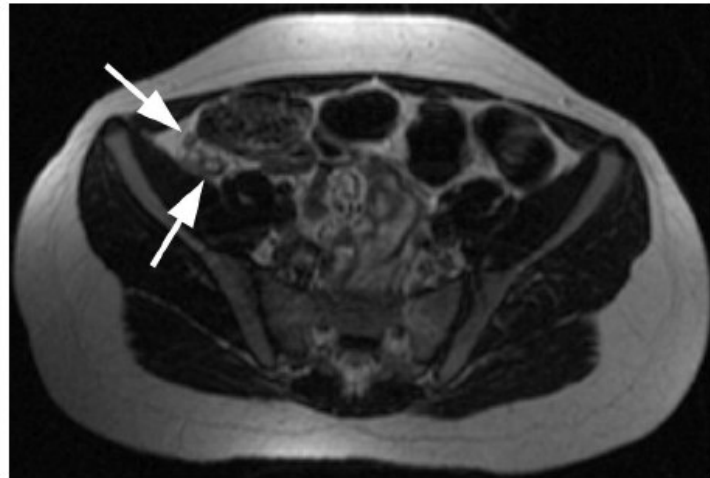
**3b**  
57x40mm (300 x 300 DPI)

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60



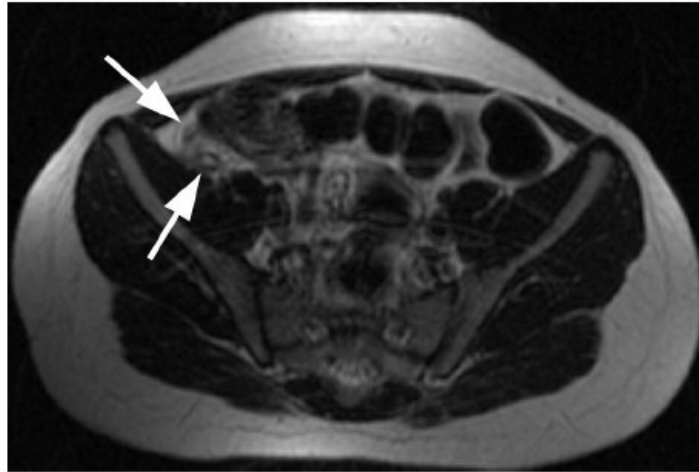
3c  
57x40mm (300 x 300 DPI)

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60



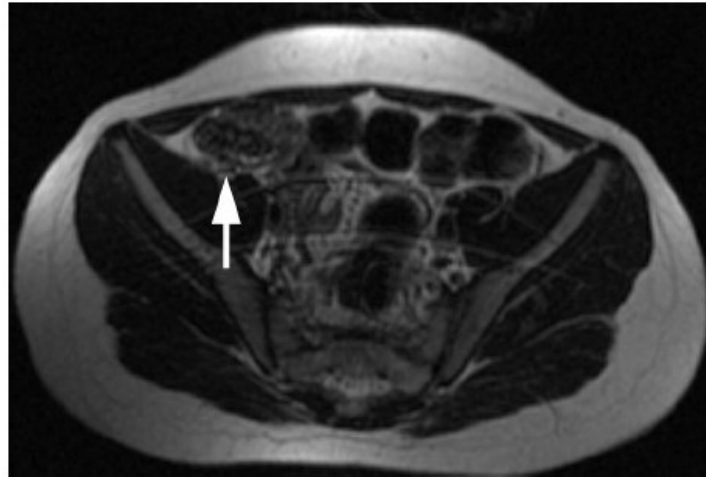
80x53mm (300 x 300 DPI)

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60



80x53mm (300 x 300 DPI)

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60



80x53mm (300 x 300 DPI)



---

## CAPÍTULO IV

---

## CONCLUSÕES

- -A proporção de detecção do apêndice normal em crianças e adolescentes através da RM em nosso estudo foi de 47,5%.
  
  - - A proporção de detecção do apêndice normal através da RM em nosso estudo (47,5%) foi semelhante a proporção de detecção do apêndice normal através da TC (50%) e menor que a proporção de detecção através da US (até 85%).
  
  - -A seqüência de RM mais útil na identificação do apêndice cecal normal foi a seqüência axial T2 FSE.
  
  - -O apêndice normal na RM apresentou-se como uma estrutura tubular, que se estendeu do ceco, abaixo do íleo terminal, e terminando em fundo “cego”. Sua espessura média foi de 5 mm. Seu conteúdo interno
-

apresentou-se hiperintenso e suas paredes apresentaram-se isointensas, em todas as seqüências.

---

---

## **ANEXOS**

---

**ANEXO 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

A apendicite aguda é a inflamação do apêndice cecal e é a causa mais comum de dor abdominal aguda na infância. O objetivo desta pesquisa é verificar a validade da Ressonância magnética(RM) na detecção do apêndice normal em crianças assintomáticas. A RM é um exame inócuo, sem contato direto com o paciente, no qual a imagem é obtida através de campo magnético.

Se você concordar que seu(sua) filho(a) participe desta pesquisa ele(a) realizará um exame de RM da pelve.

Todos os dados de pesquisa são confidenciais, e o abandono da pesquisa, por parte da criança/adolescente, pode ser feito a qualquer momento, sem que haja qualquer forma de prejuízo. Os pesquisadores garantem o direito a perguntas ou esclarecimentos específicos sobre o exame realizado, ou sobre os resultados obtidos.

As informações obtidas neste estudo são muito importantes para que se possa conhecer o potencial da RM na avaliação do apêndice normal e futuramente propiciar outras pesquisas avaliando crianças com suspeita de apendicite, portanto a participação de seu filho(a) é muito valiosa.

Eu, \_\_\_\_\_, fui informado(a) dos objetivos desta pesquisa de forma clara e detalhada. Recebi informações sobre o exame que será feito e os possíveis desconfortos associados. Todas as minhas dúvidas foram esclarecidas, e sei que poderei solicitar novas informações a qualquer momento. Além disso sei que as informações obtidas durante o estudo são confidenciais e privadas, e que poderei retirar meu filho(a) do estudo a qualquer momento.

Declaro que recebi cópia do presente consentimento, ficando outra cópia sob os cuidados do pesquisador responsável.

Nome do responsável pela criança:  
\_\_\_\_\_

Ass: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

Pequisadora:  
Simone Gianella Valduga.

Ass: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

Telefone(51)84093590

---

**ANEXO 2 – PROTOCOLO DE PESQUISA****AVALIAÇÃO POR RM DO APÊNDICE CECAL EM CRIANÇAS  
ASSINTOMÁTICAS**

Identificação:

Idade:

Peso:

Altura:

Índice de gordura corporal:

**RESULTADOS DA RM****1-APÊNDICE IDENTIFICADO**

1.1-T2 coronal;

(a)

(b)

Espessura

Respirou não respirou

Imagem

1.2 -T1 axial:

(a) Identificado

(b) Não identificado

Espessura

Respirou não respirou

Imagem

1.3 -T2 axial:

(a)

(b)

Espessura

Respirou não respirou

Imagem

1.4 -T2 com saturação de gordura axial:

(a)

(b)

Espessura

Respirou não respirou

Imagem

1.5-T1 gradiente axial 3D:

(a)

(b)  
Espessura  
Respirou não respirou  
Imagem

## 2-QUANTO AO SINAL NA RM:

### 2.1-Sinal do conteúdo interno em T1 FSE:

Isosinal(c)  
Hiposinal(d)  
Hipersinal (e)

Parede:

Isosinal (f)  
Hiposinal (g)  
Hipersinal (h)

(i) Não é possível diferenciar o conteúdo interno da parede

### 2.2-Sinal do conteúdo interno em T2:

Isosinal (c)  
Hiposinal (d)  
Hipersinal (e)

Parede:

Isosinal (f)  
Hiposinal (g)  
Hipersinal (h)

(i) Não é possível diferenciar o conteúdo interno da parede

### 2.3-Sinal do conteúdo interno em T2 com saturação de gordura:

Isosinal (c)  
Hiposinal (d)  
Hipersinal (e)

Parede:

Isosinal (f)  
Hiposinal (g)  
Hipersinal (h)

(i) Não é possível diferenciar o conteúdo interno da parede

---

2.4- Sinal do conteúdo interno em T1 gradiente:

Isosinal (c)  
Hiposinal (d)  
Hipersinal (e)

Parede:

Isosinal (f)  
Hiposinal (g)  
Hipersinal (h)

(i) Não é possível diferenciar o conteúdo interno da parede

3-QUANTO A GORDURA:

- (j) identifica-se gordura circundando todo o apêndice
- (k) identifica-se gordura circundando parte do apêndice
- (l) não se identifica gordura em volta do apêndice

4-QUANTO A LOCALIZAÇÃO:

- (m)-retrocecal
- (n)-abdominal
- (o)-pélvico médio
- (p)-pélvico baixo

5-ESPESSURA DO APÊNDICE NO EIXO AXIAL(DIÂMETRO EXTERNO):  
\_\_\_\_\_mm.

6- POSIÇÃO DO CECO:

- (q) alto
- (r) baixo



### ANEXO 3 – FICHA PARA AVALIAÇÃO POR RM DO APÊNDICE CECAL EM CRIANÇAS ASSINTOMÁTICAS

Identificação: Idade: Peso: Altura:  
 índice de gordura corporal:

#### RESULTADOS DA RM

1.1- T2 COR  
 com saturação

(a)  
 (b)  
 Espessura  
 Respirou não respirou  
 Imagem

1.2- T1 AXI

(a)  
 (b)  
 Espessura  
 Respirou não respirou  
 Imagem

1.3- T2 AXI

(a)  
 (b)  
 Espessura  
 Respirou não respirou  
 Imagem

1.4- T2 AXI

(a)  
 (b)  
 Espessura  
 Respirou não respirou  
 Imagem

1.5- T1 AXI 3D gradiente

(a)  
 (b)  
 Espessura  
 Respirou não respirou  
 Imagem

#### 2-QUANTO AO SINAL NA RM:

2.1-Sinal do conteúdo interno em T1 FSE:

Parede:

Isosinal (c)  
 Hiposinal (d)  
 Hipersinal (e)

Isosinal (f)  
 Hiposinal (g)

Hipersinal (h)

(i) Não é possível diferenciar o conteúdo interno da parede

2.2-Sinal do conteúdo interno em T2: :

Parede:

Isosinal (c)  
 Hiposinal (d)  
 Hipersinal (e)

Isosinal (f)  
 Hiposinal (g)  
 Hipersinal (h)

( i )Não é possível diferenciar o conteúdo interno da parede

2.3-Sinal do conteúdo interno em T2 com saturação de gordura: :

Parede:

Isosinal (c)	Isosinal (f)
Hiposinal (d)	Hiposinal (g)
Hipersinal (e)	Hipersinal (h)

( i )Não é possível diferenciar o conteúdo interno da parede

2.4- Sinal do conteúdo interno em T1 gradiente:

:

Parede:

Isosinal (c)	Isosinal (f)
Hiposinal (d)	Hiposinal (g)
Hipersinal (e)	Hipersinal (h)

( i )Não é possível diferenciar o conteúdo interno da parede

3- GORDURA

( j )

( k )

( l )

4- POSIÇÃO APÊNDICE

( m )

( n )

( o )

( p )

5- \_\_\_\_\_mm

6- POSIÇÃO DO CECO: ( q )

( s )

( r )