

# **TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA: DIAGNÓSTICO EM PORTADORES DE TETRALOGIA DE FALLOT**

Alexandre Cezar Stoppa<sup>1</sup>, Erickson David Coelho<sup>1</sup>, Rafael Gonçalves de Souza<sup>1</sup>, Michele Galatti Secolo<sup>2</sup>, Roberto Jonathas Lopes Menescal<sup>3</sup>

## **RESUMO**

A tomografia computadorizada vem sendo utilizada para o diagnóstico de várias patologias que acometem os seres humanos, servindo para estudo de áreas que anteriormente não se utilizavam dessa tecnologia. Com o avanço tecnológico, é possível realizar a detecção de diversas doenças cardíacas, além de ter se tornado uma ferramenta diagnóstica importante no desenvolvimento das estratégias clínicas e cirúrgicas. A tomografia computadorizada pode avaliar a parte anatômica do coração, principalmente no diagnóstico de más formações cardíacas congênitas, detectando uma das mais frequentes patologias existentes: a Tetralogia de Fallot, caracterizada por estenose da valva pulmonar, cavalgamento do septo interventricular pela aorta, comunicação interventricular e hipertrofia do ventrículo direito. Este trabalho consiste em apresentar a técnica radiológica por tomografia, correlacionar às alterações congênitas e o benefício de uma melhor visualização diagnóstica não invasiva.

Palavras-chave: tomografia computadorizada, Tetralogia de Fallot, doença cardíaca congênita, anato-fisio-patologia cardíaca.

## **ABSTRACT**

The computed tomography has been used to diagnose many diseases that affect humans and to help the study of some areas which did not use this technology before. With the technology development, it is possible to identify several cardiac diseases, and it became an important diagnostic tool to develop clinical and surgical strategies. The computed tomography can evaluate the anatomical part of heart, especially to diagnoses congenital cardiac defects. It detects one of the most frequent pathologies: the Tetralogy of Fallot, which consists of pulmonary artery stenosis, the aorta's dextroposition over the septum, intraventricular communication and the hypertrophy of cardiac muscle in the right ventricular region. This work is to show the radiological technique tomography, correlate congenital abnormalities and the benefit of an improved non-invasive diagnostic display.

Keywords: CT, Tetralogy of Fallot, congenital heart disease, anatomically-cardiac pathophysiology

<sup>1</sup> Discentes do Curso Superior em Tecnologia em Radiologia pelo Instituto de Ensino Superior de Londrina;

<sup>2</sup> Graduação em Fisioterapia; especialista em Ciências Fisiológicas; docente do Instituto de Ensino Superior de Londrina;

<sup>3</sup> Graduação em Medicina, especialista em Imaginologia Cardíaca, especialista em Cardiologia Clínica;

## INTRODUÇÃO

Por meio do avanço tecnológico, notam-se uma maior contribuição e melhora dos equipamentos de diagnósticos por imagem na área médica, que proporcionam a melhora na aquisição de imagens radiológicas. São equipamentos preparados para dar precisão diagnóstica e otimização do tempo de exame com redução de sua duração, proporcionando maior segurança na avaliação diagnóstica.

O estudo deste trabalho apresentará as alterações anatomopatológicas em portadores de tetralogia de Fallot, comparando-as com a anatomia normal e a técnica de obtenção das imagens por tomografia computadorizada em todo o processo de avaliação diagnóstica.

## ANATOMIA E FISIOLOGIA CARDIORRESPIRATÓRIA BÁSICA

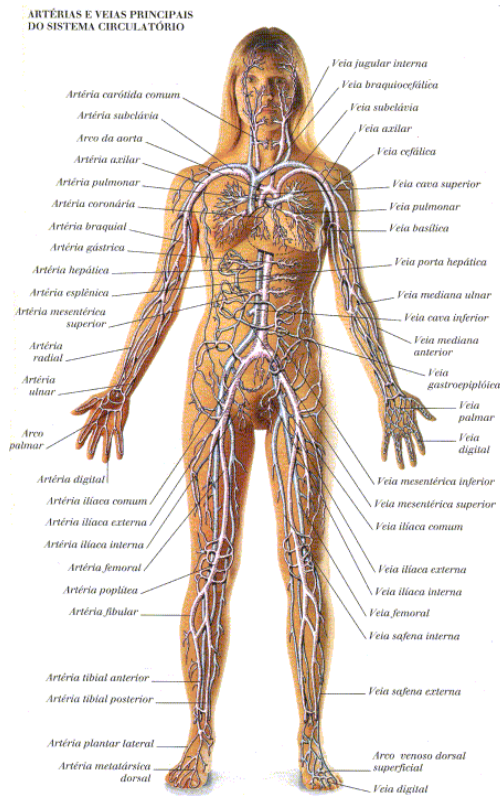
O coração é um órgão nobre do corpo humano responsável pela ejeção do sangue, mantendo boa perfusão dos demais órgãos com estimulação própria.

Sua localização é no mediastino anterior, entre os dois pulmões, relaciona-se anteriormente aos pulmões, esterno, costelas e músculos intercostais; posteriormente faz contato com o esôfago, a aorta descendente e as veias ázigo e hemiáximo.

O coração ainda se trata de um órgão muscular oco, podendo ser considerado cônico e formado por três camadas: o endocárdio, o miocárdio e o epicárdio – sendo esta formação considerada de musculatura estriada e contrátil, pesando em média 250 a 350 gramas, tanto para homens quanto para mulheres.

Além disso, sua formação é subdividida em quatro câmaras: um átrio direito, que tem sua comunicação com o ventrículo direito através da valva tricúspide e, igualmente, do lado esquerdo, possui um átrio que tem sua comunicação com o ventrículo esquerdo através da valva bicúspide (mitral). No entanto, na anatomia normal cardíaca os átrios e os ventrículos não se comunicam entre si, devido a uma divisão interarterial e interventricular.

A circulação sanguínea, por sua vez, é dividida didaticamente em duas partes; são elas:



- A circulação pulmonar, ou pequena circulação, que consiste na entrada do sangue venoso pelas entradas das veias cavas, inferior e superior, que são ligadas ao átrio direito. Esse sangue possui nível de pressão de oxigênio diminuída e de dióxido de carbono elevada. Portanto, após a passagem do sangue venoso pela tricúspide, haverá contração ventricular e o encaminhamento do sangue até o tronco da artéria pulmonar que, por sua vez, é levada até os pulmões e os alvéolos, onde ocorrerá a hematose; e
- A circulação sistêmica, também chamada grande circulação, em que, a partir da hematose – fase final da pequena circulação – mediante a troca gasosa, o sangue passa a conter uma maior proporção de oxigênio que será levada pelas veias pulmonares de volta ao coração, pelo átrio esquerdo, onde passará pela valva bicúspide e chegará ao ventrículo esquerdo. Tem-se, então, uma compressão muscular e, com isso, obtém-se a expulsão do sangue através da aorta, dando início à distribuição para todo o corpo.

A contração e o relaxamento muscular do coração são sobrenomeadas de diástole e sístole, respectivamente. A diástole é o período de relaxamento dos átrios e dos ventrículos, ou seja, o recebimento do sangue pelas câmaras cardíacas. Já a sístole é o período de

contração tanto dos átrios quanto dos ventrículos; sua função de contração serve para conduzir o sangue de uma câmara à outra, no caso dos átrios e, no dos ventrículos, o direito enviando aos pulmões e o esquerdo ao corpo.

O músculo cardíaco, devido ao seu ritmo de relaxamento e contração ser elevado, necessita também de suprimento sanguíneo. Sua irrigação realizada pelas artérias e veias coronárias e é denominada circulação coronariana. Sua atuação consiste em manter a perfusão adequada do músculo cardíaco. Quando esta perfusão torna-se insuficiente pode ocasionar o infarto com conseqüente perda de sua função contrátil.<sup>1,2</sup>

#### FISIOPATOLOGIA DA TETRALOGIA DE FALLOT

A tetralogia de Fallot foi descrita precisamente em 1888, por Ettiéne-Louis Arthur Fallot. Classificada como uma doença cardíaca congênita, está definida em alguns estudos como um dos mais frequentes problemas cardíacos da modalidade.

Trata-se, entretanto, de uma má-formação relacionada ao desenvolvimento embrionário e é causada por fatores predispostos geneticamente, tendo 10% dos casos considerados anormalidades cromossômicas e mutações gênicas isoladas. Essas alterações são relacionadas a síndromes como a de Marfan, a de Ehlers-Danlos, Noonan e mais comumente em pacientes com a síndrome de Down.

Além disso, existem outros fatores relevantes: os de ordem teratogênicos. Entre estes, podem-se citar a má nutrição, doenças virais (como a rubéola e outras), o consumo excessivo de álcool, o uso de anfetaminas, diabetes e também a idade materna acima de quarenta anos. Suas quatro características anômalas são a estenose da artéria pulmonar, a hipertrofia do músculo cardíaco na região ventricular direita, a comunicação interventricular (CIV) e o cavalgamento da aorta.<sup>3,4,5</sup>

A anormalidade da artéria pulmonar está relacionada a um estreitamento valvar infundibular. Essa estenose impede parcialmente que o fluxo sanguíneo do ventrículo direito percorra seu interior e chegue aos pulmões, para a realização da hematose, causando ao paciente um déficit do sangue oxigenado.

Com o empobrecimento do sangue oxigenado, o organismo promove a compensação de suprimento de sangue aos órgãos vitais para tentar garantir sua hemodinâmica. Fisiologicamente, esta deficiência pode causar estresse aos tecidos, o que conseqüentemente causará seu mau funcionamento e, em casos de hipóxia parcial ou total, a morte tecidual. Os

sintomas causados pela falta de oxigênio são o enfraquecimento do indivíduo e, em alguns casos, a aparição de sinais, como a cianose periférica.<sup>6</sup>

A hipertrofia do músculo cardíaco na região ventricular direita é uma consequência do processo de estenose da artéria pulmonar. O crescimento é devido à sobrecarga a qual se submete para transpor o estreitamento da artéria. Isto ocasiona o empobrecimento de sua função contrátil e, conseqüentemente, a perda de sua funcionalidade.

Outra característica da tetralogia de Fallot é a comunicação interventricular devido a uma descontinuidade do músculo divisor dos ventrículos. A comunicação ventricular é classificada de acordo com seu tamanho de abertura e é definida como pequena, moderada ou grande.

O portador de uma pequena comunicação será assintomático; não haverá danos ao seu crescimento. Neste caso, poderão haver vibrações sistólica, sopro sistólico em borda externa esquerda e, em alguns casos, em situação mais localizada sendo protossistólico, fenômeno este que ocorre na primeira fase da sístole.

Já na comunicação moderada, poderá intercorrer a insuficiência cardíaca ou não. No entanto, em todos os casos, o sopro holossistólico – que compreende o fenômeno ocorrido durante toda a sístole –, será acompanhado de frêmitos intensos, fato que acontece comedidamente em impulsões precordiais discretas.

Uma grande comunicação, por sua vez, apresentará sinais clássicos de sopro sistólico, com surgimento de dispneia, ganho de peso deficiente, pneumonias de repetições e pressões de sobrecarga na fase sistólica visível; os frêmitos, neste caso, são ausentes e o sopro sistólico é discreto. O cruzamento sanguíneo entre arterial e venoso será perceptível devido à coloração azulada que o paciente apresentará, graças à redistribuição de sangue pobre em oxigênio ao organismo. As conseqüências da comunicação interventricular são o desalinhamento da aorta para o centro da estrutura cardíaca e entre os ventrículos. A dextroposição da aorta para o centro, local onde estaria o septo divisor das câmaras, ocasiona a captação do sangue pobre em oxigênio.<sup>7,8</sup>

## DIAGNÓSTICO POR IMAGEM - TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

A tomografia computadorizada teve seu início em 1973 com Godfrey N. Hounsfield, engenheiro eletrônico inglês que inicialmente a utilizou para exames de diagnóstico em crânio. Em seguida, passou a ser utilizada para o diagnóstico de outros seguimentos, tais como tórax, abdômen, membros e coluna, permitindo a obtenção de imagens por secção do corpo humano. Com efeito, nos dias atuais, as evoluções tecnológicas promoveram um ganho na qualidade e desenvolvimento na tomografia computadorizada.<sup>9</sup>

## TOMOGRAFIA MULTI-SLICE

A partir de 1998, foram colocados no mercado aparelhos multidetectores, os chamados “multislice” ou “multi-cortes”, como são popularmente conhecidos, e hoje se encontram em sua sexta geração. Obtendo um salto de 4 para 128 detectores (canais de captação), de forma a proporcionar uma melhor visualização anatômica e fisiológica do corpo humano.

A modernização desses aparelhos promoveu a adaptação dos grandes e médios centros de saúde, onde os investimentos foram ampliados de forma a ocasionar expansões não só nas partes físicas e estruturais, como também na capacitação dos profissionais já existentes, inclusive com a formação de novos profissionais da área radiológica.<sup>10</sup>

## A TOMOGRAFIA CARDÍACA

O grande desafio dos equipamentos de imagem no diagnóstico de doenças relacionadas ao coração se dá ao fato de se tratar de um órgão em constante movimento e, por isso, da impossibilidade de pausa para a aquisição das imagens.

Todavia, a Tomografia Multislice associada ao uso do contraste vem sendo um meio eficiente para realização deste exame, apresentando resultados surpreendentes. Em equipamentos com 64 canais, por exemplo, é possível executar três rotações por segundo sobre seu eixo. Esta velocidade proporciona mais de 190 cortes por segundo, podendo então obter um considerado “congelamento virtual” dos movimentos cardíacos, gerando com isso imagens detalhadas de toda a parte anatômica, estrutural e vascular do coração.<sup>11</sup>

Esta avaliação tomográfica apresenta precisão da extensão das anomalias ou patologias, sendo utilizada para realizar o acompanhamento preventivo e conservador, além de ser empregado para determinar diretrizes pré-operatórias mais confiáveis e menos agressivas aos pacientes.<sup>12</sup>

## METODOLOGIA APLICADA

### PROTOCOLO INICIAL

Utilizando-se das dependências gentilmente cedidas pela empresa Ultramed de Londrina – clínica altamente equipada e especializada no diagnóstico por imagens, que disponibiliza para a área de tomografia computadorizada um aparelho “G&E Multislice de 64

canais Light Speed” –, foram acompanhadas todas as diretrizes no atendimento aos pacientes com suspeita clínica de tetralogia de Fallot.

Inicialmente foi verificado o encaminhamento médico (como nome do paciente, idade, indicação clínica, recomendações médicas, CID [Classificação Internacional de Doenças], carimbo e CRM do médico solicitante) conforme regulamento da Agência Nacional de Saúde (ANS) – protocolo conhecido com padrão TISS (Troca de Informações em Saúde Suplementar). Após essas verificações, seguiu-se realizando a anamnese do paciente, classificando-o como apto ou não para a realização do exame.

#### PROTOCOLO: POSICIONAMENTO, PREPARO E CAPITAÇÃO DE IMAGEM

O paciente deverá ser posicionado em decúbito dorsal, com MMSS (membros superiores) elevados acima da cabeça e alinhados à marcação central do tomógrafo.

Antes da varredura para aquisição das imagens, utilizam-se o método de intensificação das imagens através da administração de meios de contraste, nos quais se fazem necessários uma punção venosa braquial no lado direito do paciente e um cateter do tipo “abocath” de nº20, podendo-se, no entanto, variar o cateter do nº20 ao nº24 – dependendo da idade e espessura das veias do paciente –.

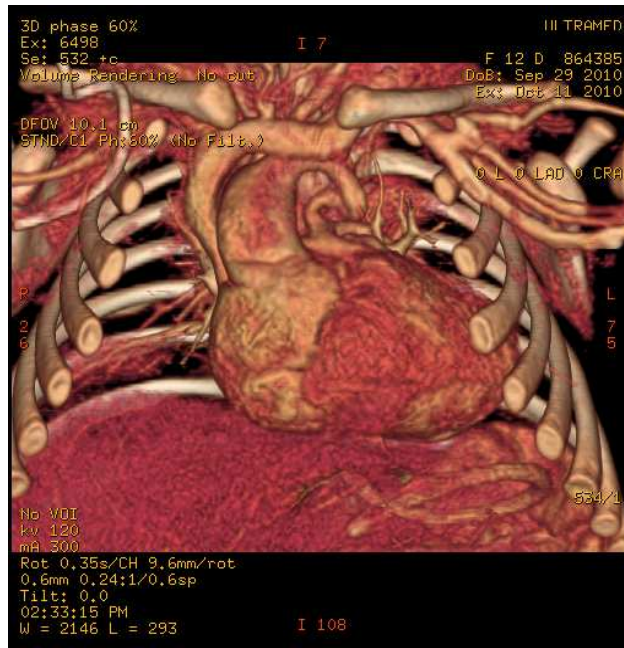
Com o acesso venoso estabelecido, utiliza-se contraste não iônico de aproximadamente 300 a 320mmhg de densidade, sendo aplicados dois mililitros de contraste por quilograma do paciente.

Para o diagnóstico das anomalias encontradas na tetralogia de Fallot, preconiza-se a programação do tomógrafo em cortes de 0,625mm (slice), espaçamento de 0,625mm (speed), tensão raios X de 120 (Kv), intensidade dos raios X de 300 (mA) e delimitação de toda a região torácica.

#### RESULTADOS - IMAGENS OBTIDAS

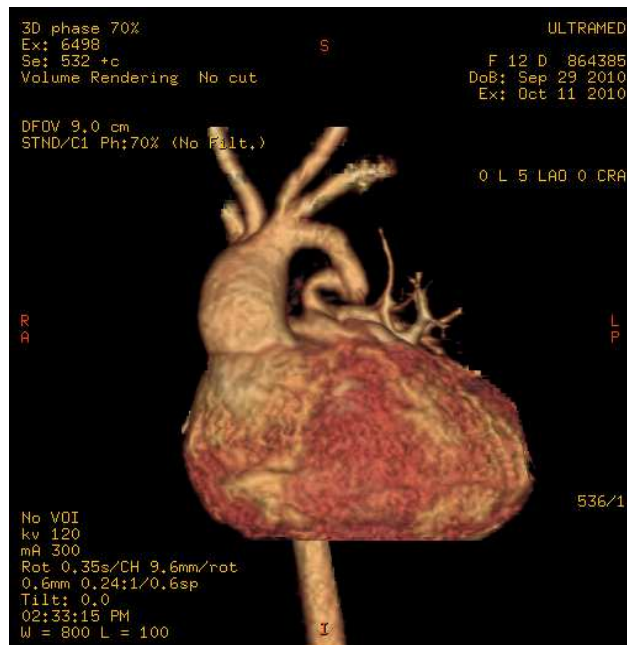
Após a captação pelo tomógrafo, podem-se realizar a verificação, a manipulação e a seleção das imagens pelo profissional de radiologia, utilizando a Estação de Trabalho (Works Station).

Na técnica aplicada para visualização cardíaca, é possível visualizar todas as áreas do coração (conforme 2ª - Imagem), devido à capacidade de se realizar a reconstrução em três dimensões.



2ª - Imagem – Fonte: Ultramed

Especificamente para o diagnóstico da tetralogia de Fallot, tem-se a utilização da captação para visualização anatômica do coração com a varredura de toda extensão torácica.

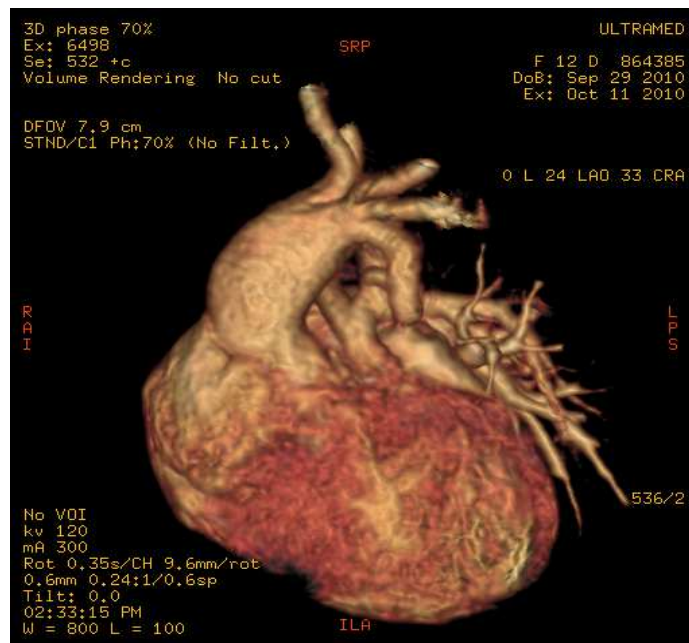


3ª - Imagem – Fonte: Ultramed



Na estação de trabalho, além das reconstruções em três dimensões, pode-se realizar a rotação em 360° para visualização e medições necessárias das estruturas cardíacas, conforme mostram as 3ª, 4ª e 5ª imagens.

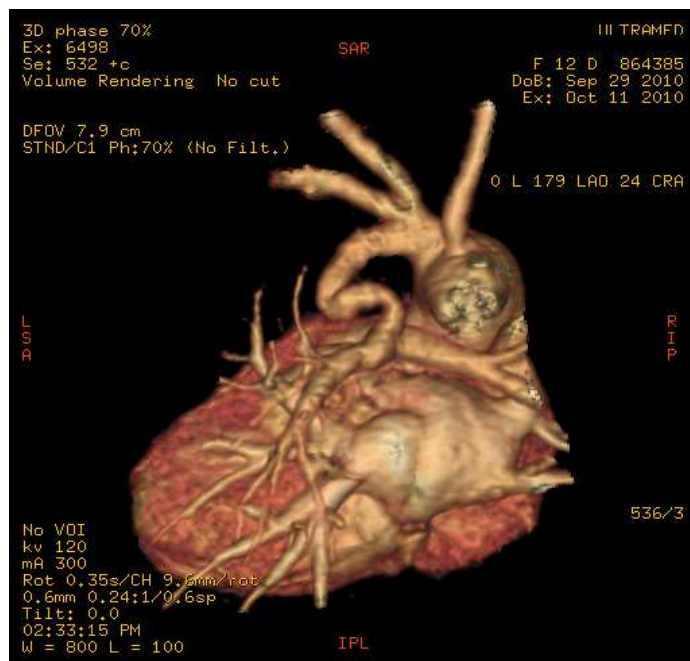
3ª – Imagem: visualizam-se a parte anterior do coração e toda sua estrutura e delimitações. Contudo, apresenta o coração em formato de “bota”, que representa um aumento do ventrículo direito – sinal clássico de anormalidade e o primeiro diagnóstico da tetralogia de Fallot.



4ª - Imagem – Fonte: Ultramed

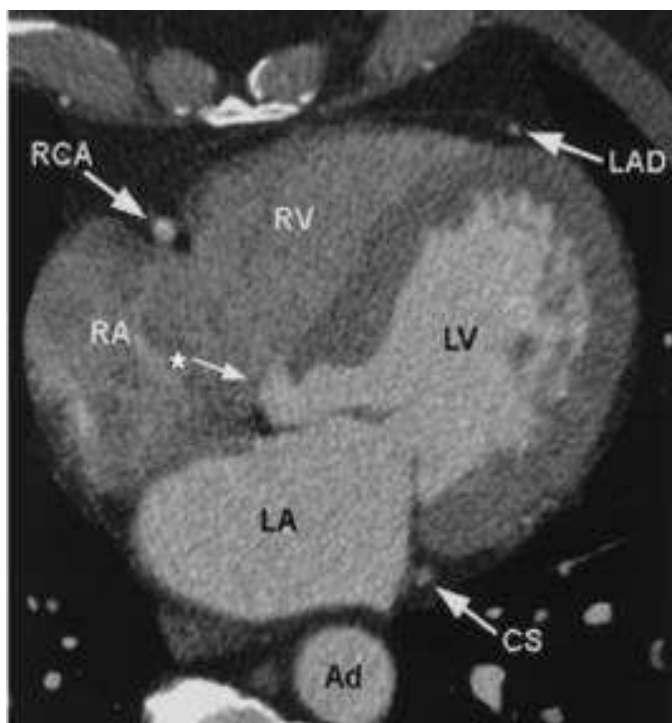
4ª – Imagem: é possível ver o coração levemente rotacionado com relação à imagem anterior, em que se consegue visualizar uma anastomose não cirúrgica da artéria subclávia fundida a veia pulmonar. Situação natural criada pelo próprio organismo para suprir a necessidade de uma circulação oxigenada.

Em alguns casos, essa situação é criada artificialmente pelos métodos cirúrgicos conhecidos como Método de Blalock-Taussing Clássico e Blalock-Taussing Modificado, a fim de obter uma melhor oxigenação do sangue.



5º - Imagem – Fonte: Ultramed

5ª – Imagem: podem-se visualizar a parte posterior da área cardíaca e seu vaso de ligação, de modo a confirmar a comunicação da artéria subclávia com a veia pulmonar.



6ª - Imagem – Fonte: Imagens Públicas do Google

6ª – Imagem: Para a visualização da parte interna cardíaca é preciso realizar a captação da imagem no tempo correto em que o contraste encherá as câmaras cardíacas, o que poderá variar de acordo com o paciente e com a infusão que é determinada pela bomba injetora.

O tomógrafo, juntamente à estação de trabalho, permite a realização de teste antecipado de chegada do contraste ao ponto determinado pelo operador. Esta técnica é chamada de “Smart Prep”, em que o sistema calculará precisamente o tempo de chegada do contraste e dará o início à varredura para a aquisição das imagens.

A partir de então, na visualização em cortes axiais, é possível visualizar as câmaras cardíacas e, em caso de uma comunicação interventricular, o extravasamento de uma câmara à outra será diagnosticada – outro sinal clássico de uma anomalia considerada patológica por Arthur Fallot.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tomografia computadorizada, além de ser um método seguro e eficiente, proporciona agilidade na obtenção do diagnóstico e, não sendo invasiva, possui um ótimo custo-benefício em comparação, por exemplo, ao exame de ressonância magnética.

Com a modernização dos aparelhos, emprega-se menos radiação no processo, sendo reduzidos os riscos de uma aplicação de superdosagem ou de possíveis danos futuros causados pela radiação a qual o paciente foi exposto.

As aplicações das técnicas de tomografia computadorizada no diagnóstico de patologias cardíacas, especificamente em portadores de Tetralogia de Fallot, demonstram resultados positivos e a possibilidade de serem usadas na substituição ou no complemento dos exames de imagens convencionais, como raios-x, ultrassonografia e o cateterismo.

A Tomografia Computadorizada Multislice revolucionou a obtenção de diagnósticos cardíacos. Mesmo com seu uso ainda moderado, os equipamentos estão cada vez mais evoluídos, trazendo assim o aumento da gama de exames que os médicos poderão utilizar no diagnóstico de seus pacientes.

O exame apresentado neste trabalho tem o intuito de orientar aos profissionais da área médica de forma que os mesmos tenham como base a aprendizagem, o conhecimento e a forma de realização desta técnica.

## REFERÊNCIAS

- 1 – CRESPO Xavier, CURELL Nuria, CURELL Jordi, - Atlas de Anatomia e Saúde – Editora Japy – Edição 2006 – Pág. 48 e 49;
- 2 – SABOTTA, Johannes – Atlas der Anatomie des Menschen – Versão traduzida por Vilma Lins Werneck – Editora Guanabara Koogan – Edição 2000 – Pág 32-35;
- 3 - HELMS Webb Brant – Fundamentos de Tomografia Computadorizada do Corpo – 2º edição – Publicação 2000 – Editora – Guanabara Koogan – Pág 6-20 e 34-60;
- 4 – BERNARDES Renata Junqueira Moll, et al – Avaliação Pré e Pós-Operatório da Tetralogia de Fallot por Ressonância Magnética – Artigo Radiologia Brasileira 2004: 37 (4): 251-260;
- 5 – SILVA Ana Caroline Dahmer – Atresia das Vias Biliares Extra-Hepáticas (AVBEH) – Endereço Eletrônico: <http://www.creatifarma.com.br/embriologia.htm> - acessado em 21/01/2012 às 18h37min;
- 6 – REZENDE, Livia Machado - Fisioterapia Intensiva nas Complicações Pós-Operatórias em Crianças Submetidas a Correção Cirúrgica da Tetralogia de Fallot – Endereço Eletrônico: <http://www.sobрати.com.br/trabalho20.htm> - acessado em 25/03/12 às 17h45min;
- 7 – FARAH Maria Cecília K; VILLELA Geraldo Cantarino - Cardiopatia Congênita – Endereço Eletrônico: [http://educacao.cardiol.br/manualc/pdf/p\\_cardiopatia\\_congenita.pdf](http://educacao.cardiol.br/manualc/pdf/p_cardiopatia_congenita.pdf) - acessado em 25/03/2012 às 18h29min;
- 8 - GUYTON Arthur C - Tratado de Fisiologia Médica – 7 edições – Rio de Janeiro – Editora Guanabara, 1989 pagina 85-120;
- 9 – RODRIGUES Andreia Fialho; VITRAL Robert Willer Farinazzo - Aplicações da Tomografia Computadorizada na Odontologia – Revista Brasileira Clínica Integrada, João Pessoa 7 (3): 317 a 324 – setembro / dezembro 2007;
- 10 – GEBRIN, Eloisa M. M. Santiago – Diretora do Serviço de Tomografia Computadorizada do InRad FMUSP - Editorial da Revista Brasileira de Radiologia 2004, Vol 37;

11 – GABRIELA, Amanda - Angio-TC (Tomografia Computorizada) Coronária - Portal da Radiologia – Endereço Eletrônico: <http://portaldaradiologia.com/?p=1137> (acessado dia 29/01/2012 às 20h17min);

12 – BRAUNWALD, Eugene; ZIES, Douglas P. e LIBBY, Petter – Tratado de Medicina Cardiovascular 2003 – Editora Roca - pág. 1611;