RELAÇÃO ENTRE O CUSTO E O BENEFÍCIO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA E DOS RAIOS-X CONVENCIONAIS PARA O DIAGNÓSTICO DA TUBERCULOSE PULMONAR

RELATIONSHIP BETWEEN COST AND BENEFIT OF COMPUTED TOMOGRAPHY AND CONVENTIONAL X-RAY TO THE DIAGNOSIS OF PULMONARY TUBERCULOSIS

GIOVANNA LEPORE

Pós-graduanda em Tomografia Computadorizada e Medicina Nuclear pelo Instituto Cimas, São Paulo, SP, Brasil. Endereço: Rua Aurora das Dores, 382 São Paulo, SP / Telefone: (11) 968372803 / E-mail: giovanna_lepore@hotmail.com

ORIENTADOR: PROFESSORA KARINA FERRASSA DAMAS

CUSTO X BENEFÍCIO DA TC E DOS RAIOS-X PARA A TUBERCULOSE

SÃO PAULO

RESUMO

OBJETIVO: Analisar quali-quantitativamente a tomografia computadorizada de alta resolução do tórax e os raios-x convencionais do tórax para o diagnóstico da tuberculose pulmonar através de uma comparação das doses de radiação, da qualidade da imagem e do custo do exame. MATERIAIS E MÉTODOS: Através de uma revisão bibliográfica foram analisados dois protocolos radiográficos que podem ser utilizados para o diagnóstico da tuberculose pulmonar. RESULTADOS: No protocolo de tomografia do tórax de alta resolução o paciente irá receber aproximadamente 5,9mSv com qualidade de imagem superior e um valor de R\$136,41 no Sistema Único de Saúde (SUS) e no protocolo de raios-x convencionais do tórax irá receber 20µSv com qualidade de imagem inferior e um valor de R\$6,88 no SUS. CONCLUSÃO: O uso de raios-x convencionais é vantajoso quando se analisa a dose de radiação recebida pelo paciente e o custo do exame, porém a tomografia computadorizada é superior em relação à qualidade da imagem.

Unitermos: Tuberculose pulmonar; Tomografia computadorizada; Raios-x convencionais; Dose de radiação; Qualidade da imagem; Custo.

ABSTRACT

To analyze qualitative and quantitatively the high-resolution computed tomography of the chest and conventional x-ray of the chest for the diagnosis of pulmonary tuberculosis through a comparison of radiation dose, image quality and cost of the exam. MATERIALS AND METHODS: Through a literature review analyzed two radiographic protocols that can be used for diagnosis of pulmonary tuberculosis. RESULTS: In protocol chest computed tomography high resolution, the patient will receive about 5.9 mSv with superior image quality and a value of R \$ 136.41 protocol and conventional x-ray of the chest will receive 20µSv with lower image quality and a value of \$ 6.88. CONSLUSSÃO: The use of conventional x-rays is advantageous when analyzing the radiation dose received by the patient and the cost of the examination, but CT is superior to the image quality.

Key Words: Pulmonary tuberculosis, computed tomography, conventional x-rays, Radiation Dose, Image Quality, Cost.

1. INTRODUÇÃO

A Tuberculose Pulmonar é uma doença infecciosa e crônica, causada pelo *Mycobacterium Tuberculosis* também conhecido como Bacilo de Koch, estima-se que 1,7 bilhão de indivíduos no mundo todo estejam infectados pelo bacilo e correndo o risco de desenvolver a doença, com 8 a 10 milhões de novos casos e 1,7 milhão de mortes a cada ano no mundo. O modo mais comum de aquisição da tuberculose acontece pela inalação de bacilos que são expelidos pela tosse, fala ou espirro de um doente com tuberculose pulmonar bacilífero. A tuberculose se desenvolve em apenas 10% dos pacientes infectados, a probabilidade de o indivíduo vir a ser infectado e de que essa infecção possa se tornar a doença depende de múltiplas causas, destacando-se dentre estas: idade avançada, condições sócio-econômicas e condições médicas tais como: diabetes mellitus, alcoolismo, silicose, uso prolongado de corticosteróides (ou outros imunossupressores), neoplasias, uso de drogas, infecção pelo HIV e pacientes submetidos a gastrectomia ou bypass intestinal. [1] [2]

Em 5% dos casos, as pessoas recém-infectadas desenvolvem a doença, neste caso a Tuberculose Primária, forma da doença que se desenvolve numa pessoa previamente não-exposta e ocorre nos 3 primeiros anos da infecção. O quadro clínico para o seu diagnóstico é inespecífico sendo os sistomas mais comuns febre baixa e tosse seca, mas os achados radiológicos são sugestivos. Nos 5% restantes, a doença se desenvolverá em pacientes previamente imunizados, neste caso a Tuberculose Pós-Primária, este tipo de tuberculose pode ser decorrente da reativação de um foco latente da infecção primária ou simplesmente de uma reinfecção. O paciente normalmente é assintomático ou oligossintomático não possibilitando um diagnóstico preciso. [1] [2] Observe os aspectos clínico-patológicos da tuberculose: (Figura 1):

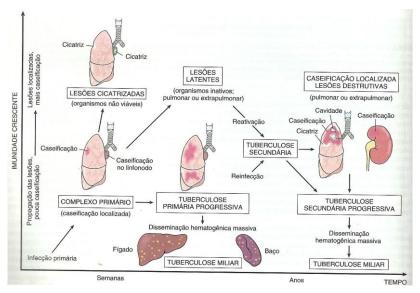
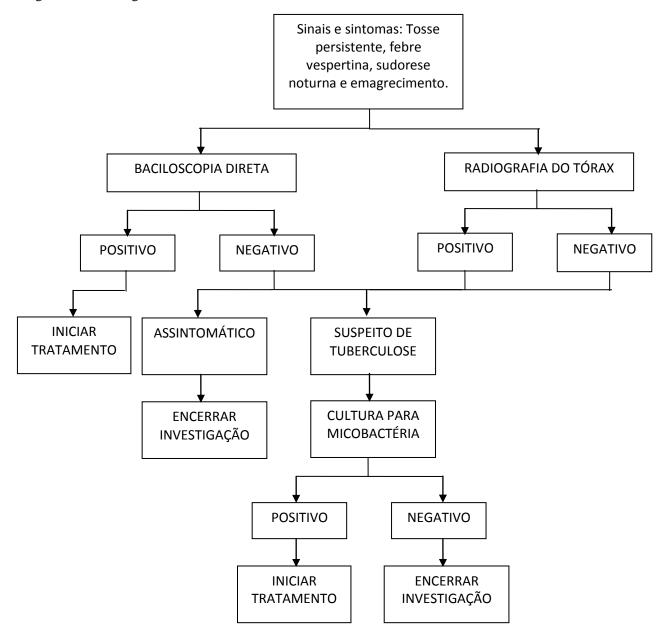


Figura 1 – História natural e espectro da tuberculose. Fonte: Patologia - Bases Patológicas das Doenças.

Após a infecção pelo *Mycobacterium Tuberculosis*, transcorrem, em média, 4 a 12 semanas para a detecção das lesões primárias. O diagnóstico da tuberculose pulmonar no Sistema único de Saúde (SUS) é realizado através da baciloscopia direta, radiografia do tórax e se necessário cultura para *Mycobacterium Tuberculosis*. Segundo o Manual de Recomendações para o Controle da Tuberculose no Brasil elaborado pelo Ministério da Saúde [3] a tuberculose é diagnosticada da seguinte forma:



Fluxograma 1 – Recomendações para o diagnóstico da tuberculose no SUS. Fonte: Manual de Recomendações para o Controle da Tuberculose no Brasil

Atualmente a Tomografia Computadorizada é proposta para o diagnóstico da Tuberculose Pulmonar ativa e latente apenas em clientes com Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (SIDA) em consequência do seu custo elevado e maior exposição à radiação ionizante do que a radiografia simples de tórax. Porém segundo Lee at al., a Tomografia Computadorizada tem um nível de acurácia superior ã radiografia de tórax. Sendo a tuberculose a doença infecciosa mais comum da espécie humana não seria necessário um diagnóstico mais preciso através da Tomografia Computadorizada.[3] [4]

Comparar as doses de radiação no cliente submetido à radiografia convencional de tórax e à tomografia computadorizada é difícil devido às diferentes condições de exposição durante os dois exames radiográficos. Na radiografia convencional a dose é reduzida do seu ponto de entrada até o seu ponto de saída, na tomografia computadorizada a dose é mais homogênea e distribuída no plano de corte, pois o cliente é irradiado em todas as direções durante a rotação do tubo de raios-x (Figura 2). [5] [6]

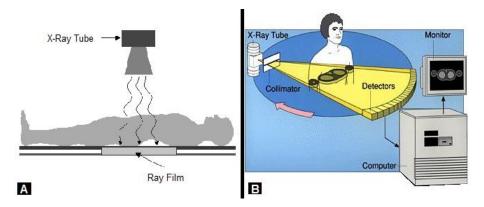


Figura 2 – Esquema do trajeto da radiação em "A" na radiografia convencional e em "B" na tomografia computadorizada.

Fonte: Qualidade da imagem versus dose em tomografia computadorizada (adaptado)

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Através de uma revisão bibliográfica foram analisados dois protocolos radiográficos que podem ser utilizados para o diagnóstico da tuberculose pulmonar, sendo que um deles utiliza como meio de aquisição das imagens a tomografia computadorizada (Protocolos para exame de tomografia computadorizada: Colégio Brasileiro de Radiologia) e o outro os raios X convencionais (Tratado de Técnica Radiológica e Base Anatômica: Bontrager K. L.). A avaliação foi feita quali-quantitativamente através de uma comparação das doses de radiação, da qualidade da imagem e do custo do exame.

2.1. Protocolo de tomografia do tórax de alta resolução [7]

Posicionamento do paciente: A orientação do cliente em relação ao gantry é feet first (pés primeiro), com os membros superiores abduzidos acima da cabeça (Figura 3).

Scout: Anterior, sem angulação do gantry e cliente em inspiração profunda.

Início e término dos cortes: Do ápice pulmonar até o nível das glândulas supra renais e fim das cúpulas diafragmáticas.

Espessura de corte: 1mm a 2mm

Incremento: 10mm a 20mm

Campo de visão (FOV): Adequar a região de interesse.

Técnica: - kV: 140

- mA: 250

Reconstrução: Alta resolução

Número de imagens: 24 imagens com 12 imagens por folha.



Figura 3 – Tomografia do tórax de alta resolução Fonte: MEDISCAN – Medicina diagnóstica, http://www.mediscan.com.br/

2.2. Protocolo de raios-x convencionais do tórax [8]

Posicionamento do paciente: Posição ortostática, pés ligeiramente afastados e peso igualmente distribuído em ambos os pés. Queixo elevado, descansando contra o receptor de imagem. As mãos sobre a região inferior do quadril, as regiões palmares para fora, cotovelos parcialmente flexionados. Ombros rodados anteriormente a fim de deixarem os campos pulmonares livres. Alinhar o plano médiossagital ao raio central e a linha média do receptor de imagem (Figura 4).

Raio central: Perpendicular e centralizado ao receptor de imagem e centralizado no plano médiossagital no nível da 7ª vértebra torácica. Distância Foco Filme = 100cm.

Campo de visão (FOV): Colimar nos quatros lados das áreas dos campos pulmonares (borda superior do campo iluminado deve estar no nível da proeminência vertebral e as bordas laterais nas margens externas da pele).

Respiração: Exposição feita no final da segunda inspiração total.

Técnica: - kV: 150

- mAs: 3

- Tamanho do receptor de imagem: 35 x 43 cm.



Figura 4 – Raios-x do tórax PA Fonte: *Tratado de Técnica Radiológica e Base Anatômica*

3. **RESULTADOS**

3.1. Doses de radiação

Sievert (Sv) é uma unidade usada para medir o impacto da radiação sob o corpo humano. De acordo com o Comitê Científico das Nações Unidas para os Efeitos da Radiação Atômica (UNSCEAR), a radiação natural expõe uma pessoa, em média, a uma dose de 2.400 μSv por ano, embora a exposição à radiação natural dependa da localidade. O valor máximo de exposição a radiação recomendado pela UNSCEAR para aplicações médicas é de 2,0 mSv. [9]

No protocolo de tomografia do tórax de alta resolução proposto neste artigo o paciente irá receber aproximadamente 5,9 mSv e no protocolo de raios-x convencionais do tórax irá receber 20μSv. [10]

3.2. Qualidade das imagens

A qualidade da imagem inclui todos os fatores ou variáveis relacionadas à precisão ou acurácia com que as estruturas e tecidos a serem radiografados são reproduzidos em filmes radiográficos ou outros receptores de imagem. As imagens a seguir [11] comparam os raios-x convencionais com a tomografia computadorizada de alta resolução no diagnóstico da tuberculose pulmonar:

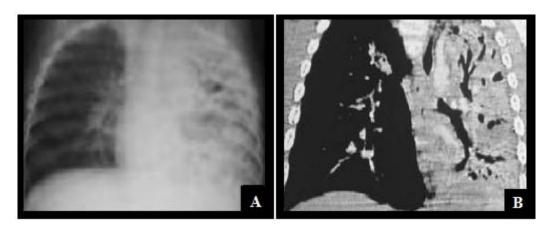


Figura 5 – Tuberculose pulmonar primária. Em "A", há extensa consolidação parenquimosa à esquerda, com aerobroncograma de permeio, além de discreta opacidade no lobo superior direto (lesão cruzada), melhor visualizada no exame tomográfico em "B".

Fonte: Diagnóstico por imagem da tuberculose pulmonar

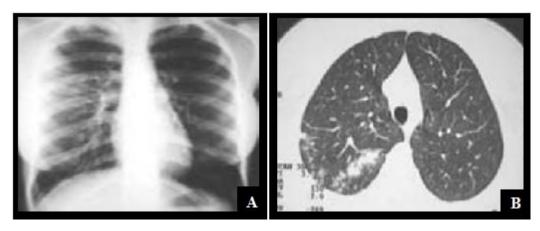


Figura 6 – Tuberculose pulmonar pós-primária. Em "A", há opacidade parenquimosa mal definida no lobo superior direito. Em "B" demonstra-se um aspecto muito sugestivo da tuberculose, caracterizado por nódulos acinares agrupados, configurando o aspecto de arvore em brotamento.

Fonte: Diagnóstico por imagem da tuberculose pulmonar

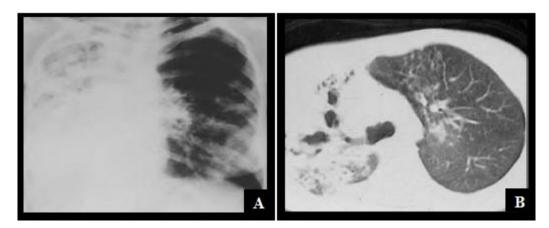


Figura 7 – Tuberculose pulmonar efeitos tardios. Em "A", há extensas lesões destrutivas no pulmão direito, com desvio de mediastino para o mesmo lado. Em "B" demonstra-se bronquiectasias císticas e cilíndricas no pulmão direito, além de opacidades de permeio.

Fonte: Diagnóstico por imagem da tuberculose pulmonar

3.3. Custo do exame

No protocolo de tomografía do tórax de alta resolução proposto neste artigo o SUS pagou em 2011 R\$136,41 pelo exame e no protocolo de raios-x convencionais do tórax R\$6,88. [12]

4. DISCUSSÃO

A dose se radiação que o paciente irá receber durante o exame de tomografia de alta resolução do tórax é superior ao exame de raios-x convencional do tórax. Porém embora os riscos a saúde aumentem proporcionalmente com a dose de radiação, qualquer valor de dose recebida por uma pessoa, abaixo de 100 mSv, não mostra nenhum aumento significativo dos riscos da mesma desenvolver alguma doença. [9]

A qualidade da imagem pode ser comparada por alguns parâmetros fundamentais como: resolução espacial, ruído e artefatos. A resolução espacial é a capacidade de um sistema de imagem distinguir objetos finos muito próximos, na tomografia computadorizada de alta resolução do tórax é possível observar várias estruturas com diferentes densidades separadas por pequenas distâncias contidas no parênquima pulmonar, estruturas essas que não conseguimos observar nos raios-x convencionais do tórax. O ruído é um desvio padrão dos níveis de cinza, em uma área definida da imagem, o nível do ruído varia de acordo com a técnica de aquisição da imagem, porém na tomografia computadorizada teremos sempre menos ruído devido à intensidade dos raios-x serem maiores. Artefatos podem degradar a qualidade da imagem, afetando a percepção de detalhes, podendo ocasionar erros no diagnóstico, mas eles se apresentam em nenhuma imagem do estudo. [6]

O custo do exame de tomografia computadorizada de alta resolução do tórax é dezenove vezes superior, ao exame de raios-x convencionais do tórax. Isso torna o exame de tomografia mais difícil de ser liberado pelo SUS e por convênios também.

5. CONCLUSÃO

Com o estudo é possível concluir que o uso de raios-x convencionais de tórax para o diagnóstico da tuberculose pulmonar é vantajoso quando se analisa a dose de radiação recebida pelo paciente e o custo do exame, porém a tomografia computadorizada de alta resolução do tórax tem qualidade de imagem superior à radiografia convencional do tórax.

Um aprimoramento das técnicas de manipulação das imagens de raios-x convencionais, para um melhor diagnóstico da tuberculose pulmonar, seria uma solução viável que contribuiria com meio acadêmico e com a sociedade, pois o processamento digital de imagens é uma inovação tecnológica de uso ainda recente, mas de crescente expansão e a tuberculose pulmonar é uma doença infecciosa antiga que ainda acomete grande parte da população, portanto, além dos mecanismos de prevenção da tuberculose pulmonar um método de diagnóstico mais preciso e de baixo custo se mostra fundamental para o controle da doença.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] KUMAR, Vinay; ABBAS, Abul K.; FAUSTO, Nelson (Ed.). **Patologia:** Bases Patológicas das Doenças. 7ª Edição Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- [2] BOMBARDA, Sidney et al. **Imagem em tuberculose pulmonar.** J Pneumol, São Paulo, v. 6, n. 27, p.329-340, 2001.
- [3] MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasil). Manual de recomendações para o controle da tuberculose no Brasil. Brasília: Ms, 2011. 284 p.
- [4] LEE, Kyung Soo et al. Utility of CT in the Evaluation of Pulmonary Tuberculosis in Patients Without AIDS. Chest Journal, Eua, p. 977-984. 30 jun. 1996.
- [5] PEREIRA, Bruno Alberto Falcão et al. **Aspectos tomográficos da consolidação lobar na tuberculose pulmonar primária.** Radiologia Brasileira, São Paulo, v. 2, n. 42, p.109-113, 2009.
- [6] MEDEIROS, João. Qualidade da imagem versus dose em tomografia computadorizada. 2009. 106 f. Tese (Mestrado) Faculdade de Ciências e Tegnologias da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2009. Disponível em: https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/12125/1/Dose%20versus%20Qualidade%20de%20Imagem%20em%20TC%20-%20Jo%c3%a3o%20Medeiros.pdf. Acesso em: 30 abr. 2012.
- [7] FENELON, Sandro. **Protocolos para exame de tomografia computadorizada:** Colégio Brasileiro de Radiologia. Disponível em: http://www.imagenologia.com.br/pdf/Protocolos-Tomografia-Computadorizada-TC-TAC.pdf. Acesso em: 03 jun. 2012.
- [8] BONTRAGER KL. Tratado de Técnica Radiológica e Base Anatômica. 5 ed.Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,2001.
- [9] COMITÊ CIENTÍFICO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA OS EFEITOS DA RADIAÇÃO. **Sources and effects of ionizing radiation:** comprises the main text of the 2008 report to the General Assembly (A/63/46) and 2 scientific annexes. Disponível em: http://www.unscear.org/unscear/en/publications/2008_1.html>. Acesso em: 10 ago. 2012.
- [10] MUNROE, Randall. Quadro de doses de radiação. Disponível em: http://www.cnen.gov.br/noticias/documentos/quadro-radiacao.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2012.
- [11] CAPONE, Domenico et al. **Diagnóstico por Imagem da tuberculose pulmonar.** Pulmão Rj, Rio de Janeiro, v. 3, n. 15, p.166-174, 2006.
- [12] SISTEMA DE GERENCIAMENTO DA TABELA DE PROCEDIMENTOS MEDICAMENTOS E OPM DO SUS. **Tabela de preços do SUS 2011.** Disponível em: http://sigtap.datasus.gov.br/tabela-unificada/app/sec/inicio.jsp>. Acesso em: 10 ago. 2012.