



**FACULDADE LOGOS
CURSO DE RADIOLOGIA**

ANA PAULA NOGUEIRA DE SOUSA

**NÍVEIS DE EXPOSIÇÃO EM EXAMES DE IMAGENS E A OTIMIZAÇÃO NO USO
DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA EM PACIENTES PEDIÁTRICOS**

Novo Gama

2020

ANA PAULA NOGUEIRA DE SOUSA

**NÍVEIS DE EXPOSIÇÃO EM EXAMES DE IMAGENS E A OTIMIZAÇÃO NO USO
DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA EM PACIENTES PEDIÁTRICOS**

Versão Corrigida

Artigo apresentado para conclusão de curso da Faculdade Logos, Novo Gama/ GO, como parte dos requisitos para obtenção do título de Tecnólogo em Radiologia

Orientadora: Prof.^a Andréa Pecce Bento

Novo Gama

2020

SOUSA, Ana Paula Nogueira de. **Níveis de Exposição em Exames de Imagens:** e a otimização no uso de tomografia computadorizada em pacientes pediátricos. Artigo para Conclusão de Curso apresentada à Faculdade Logo, do Novo Gama/GO para obtenção do título de Tecnólogo em Radiologia.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Dedico este trabalho, em especial ao meu filho Gabriel que, por inúmeras vezes ter me ausentado, ao longo da elaboração deste artigo.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela minha vida, e por me ajudar a vencer todos os obstáculos encontrados ao longo do curso.

Ao meu esposo, que sempre me incentivou nos momentos difíceis e compreendeu a minha ausência enquanto eu me dedicava a realização deste trabalho.

À todos os professores, que estiveram conosco ao longo do curso.

À Professora e orientadora Dr^a. Andréa Pecce Bento, em especial, pelas orientações, generosidade, confiança, paciência e por todas as condições de trabalho fornecidas.

À Faculdade Logos, pela oportunidade de realização do curso.

“Se tiveres a impressão de que és pequeno demais para poder mudar alguma coisa neste mundo, tenta dormir com um mosquito e verás qual dos dois impede o outro de dormir”.

(Dalai lama)

**NÍVEIS DE EXPOSIÇÃO EM EXAMES DE IMAGENS E A OTIMIZAÇÃO NO USO
DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA EM PACIENTES PEDIÁTRICOS**

Ana Paula Nogueira de Sousa

FALOG – Faculdade Logos

anapaulinhahl55@gmail.com

Andréa Pecce Bento(orientadora)

FALOG–Faculdade Logos

e-mail2@provedor.br

Resumo

A Tomografia Computadorizada (TC) ampliou de forma considerável os estudos radiológicos, por proporcionar imagens anatômicas de alta qualidade, assim como o aumento no número de indicações para a sua realização, associadas à relativa tendência de diminuição dos custos do exame. Porém, dentre os métodos de imagem que utilizam radiação X, a TC é o que acarreta uma maior absorção de dose pelo paciente submetido a este exame. Trata-se de uma revisão integrativa de literatura, que busca elucidar a questão da necessidade de discutir os parâmetros de proteção radiológicas em pacientes pediátricos com a finalidade de contribuir, por meio da Prática Baseada em Evidência. As buscas foram feitas nas bases eletrônicas de dados MEDLINE (PubMed) e PERIÓDICOS CAPES publicados nos anos de 2011 a 2019. O objetivo Geral deste trabalho é avaliar a importância da redução da dose de radiação em Tomografia Computadorizada em pacientes pediátricos e o objetivo específico é discutir a implementação de medidas capazes de reduzir a dose de radiação recebida por crianças. É fundamental o apoio de todas as sociedades médicas e afins e a divulgação de informação adequada para a conscientização da população leiga que pode contribuir, também, na guarda dos exames radiológicos prévios e na informação ao médico solicitante das datas e exames anteriores, realizados pelas crianças e adolescentes a cada nova consulta.

Palavras-chave: exposição a radiação, otimização, tomografia computadorizada, pacientes pediátricos.

Abstract

Computed Tomography (CT) has considerably expanded the radiological studies, as it provides high quality anatomical images, as well as the increase in the number of indications for its performance, associated with the relative tendency to decrease the exam costs. However, among the imaging methods that use X radiation, CT is the one that leads to greater dose absorption by the patient undergoing this examination. It is an integrative literature review, which seeks to elucidate the question of the need to discuss the parameters of radiological protection in pediatric patients in order to contribute, through Evidence-Based Practice. The searches were performed in the electronic databases MEDLINE (PubMed) and PERIODIC CAPES published in the years 2011 to 2019. The general objective of this work is to evaluate the importance of reducing the radiation dose in Computed Tomography in pediatric patients and the specific objective is discuss the implementation of measures capable of reducing the radiation dose received by children. The support of all medical and related societies and the dissemination of adequate information is essential to raise awareness among the lay population, which can also contribute to guarding previous radiological examinations and informing the requesting physician of the dates and previous examinations carried out by the children and adolescents at each new appointment.

Keywords: radiation exposure, optimization, computed tomography, pediatric patients.

INTRODUÇÃO

A Tomografia Computadorizada (TC) ampliou de forma considerável os estudos radiológicos, por proporcionar imagens anatômicas de alta qualidade, assim como o aumento no número de indicações para a sua realização, associadas á relativa tendência de diminuição dos custos do exame. Porém, dentre os métodos de imagem que utilizam radiação X, a TC é o que acarreta uma maior absorção de dose pelo paciente submetido a este exame¹.

Em comparação aos adultos, as crianças são mais sensíveis aos efeitos estocásticos da radiação e têm uma expectativa de vida mais longa, resultando em uma janela mais ampla de tempo para expressar os potenciais efeitos negativos quando expostas a radiação². Além disso, recebem uma dose de radiação mais alta do que os adultos quando parâmetros de radiação semelhantes são usados para realizar o estudo tomográfico devido ao seu menor tamanho corporal².

O físico médico tem um papel fundamental neste meio, pois tem a responsabilidade de manter os equipamentos em bom estado de funcionamento e gerir a dose no paciente aconselhando os demais profissionais sobre as técnicas adequadas e sugerir atitudes que podem ajudar a diminuir a dose¹.

Na radiologia pediátrica, as primeiras recomendações sobre proteção radiológica foram feitas pela *NCRP 68* em 1978 (*National Council on Radiation Protection*). Nesta publicação foi apresentado que crianças expostas a radiação são duas vezes mais susceptíveis a desenvolver leucemia, em relação aos adultos irradiados em radiodiagnóstico. Por isso, é necessário estabelecer protocolos específicos para exames pediátricos que visem a otimização das doses³.

Naturalmente os indivíduos são expostos a uma radiação diária em virtude da exposição ao sol, ar, material de construção, rochas e radiação cósmica, sendo esta chamada de unidade de radiação natural (underground radiation)⁴.

Apesar dos efeitos da dose absorvida pelo organismo depender de vários fatores associados, fatores genéticos e outros, alguns trabalhos começaram a comparar quantitativamente esta radiação natural à dose de radiação absorvida pelo organismo quando o individuo realiza uma TC. Por exemplo, uma TC de crânio

pode acumular em radiação o equivalente a oito meses de exposição natural, sendo estes dados para cada série do exame; um Raio X de tórax equivale a um dia de radiação natural⁴.

A disponibilidade de exames tomográficos em serviços de saúde utilizando equipamentos rápidos que não exigem sedação ou restrição da criança facilita a solicitação destes exames na pediatria.

Essa revisão de literatura justifica-se pela necessidade da discussão do tema proposto, pois torna-se de extrema importância os cuidados com pacientes pediátricos. Também pela análise dos parâmetros de proteção radiológica para a adaptação de formas de redução de dose.

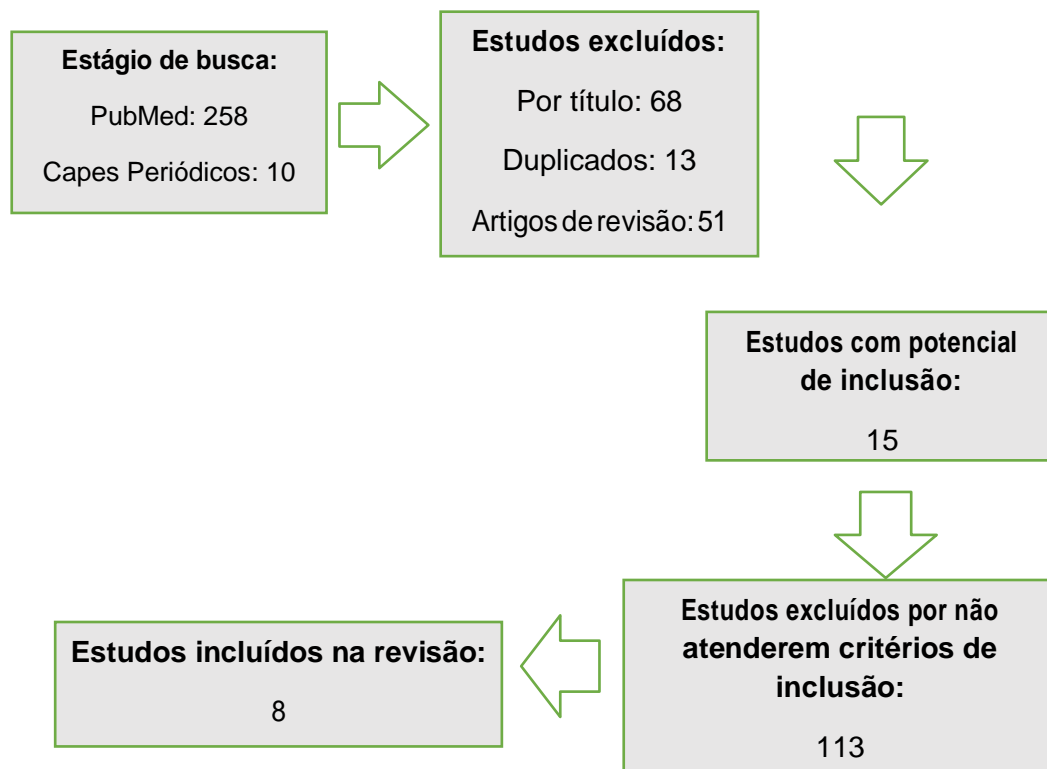
O objetivo Geral deste trabalho é avaliar a importância da redução da dose de radiação em Tomografia Computadorizada em pacientes pediátricos e o objetivo específico é discutir a implementação de medidas capazes de reduzir a dose de radiação recebida por crianças.

METODOLOGIA

Esta investigação trata-se de uma revisão integrativa de literatura, que busca elucidar a questão da necessidade de discutir os parâmetros de proteção radiológicas em pacientes pediátricos com a finalidade de contribuir, por meio da Prática Baseada em Evidência. A revisão integrativa da literatura propicia a apresentação de dados de trabalhos que são reconhecidos cientificamente e que tratam sobre o mesmo assunto, para que possam ser apresentados e comparados, proporcionando assim uma visão geral do problema e suas diferentes abordagens⁵. Estas peculiaridades favorecem a Prática Baseada em Evidências e fomentam cada vez mais a pesquisa como modelo para a tomada de decisão na assistência, cumprindo o objetivo de melhorar a prática e desenvolver ações eficazes com os pacientes. Foram realizadas pesquisas a partir de revisões bibliográficas identificando estudos similares já publicados. As seguintes etapas foram seguidas para a elaboração desta revisão integrativa: escolha da questão norteadora, busca na literatura, extração de dados dos estudos primários, avaliação dos estudos incluídos na revisão, análise e síntese dos resultados e apresentação da revisão integrativa. Foram realizadas buscas nas bases eletrônicas de dados MEDLINE (

PubMed) e PERIÓDICOS CAPES . A seleção dos artigos constitui-se por meio de buscas nas publicações da literatura científica, com base em oito artigos publicados nos anos de 2011 a 2019. A definição do tema, baseou-se na questão dos efeitos deletérios e cumulativos da radiação em pacientes pediátricos.

Fluxograma 1 : Esquema de etapas de pesquisas dos artigos:



Fonte: Dados de pesquisa 2020

Lista de Abreviaturas:

ALARA: as low as reasonably achievable

Cw: Índice ponderado de kerma

FDA: Food and drug Administration

IAEA: Agência Internacional de Energia Atômica; Do inglês:
International Atomic Energy Agency

ICRP: Comissão Internacional em Proteção Radiológica; Do inglês:
International Commission on Radiological Protection

Kv: Kilovolt

kVp: KiloVolts de pico

mA: Corrente, MiliAmpere

mAs: mili-ampére-segundo

mGy: miligray

MSAD: valor médio de dose para múltiplos disparos; Do inglês: Multiple scan
average dose

mSv: milisievert

NRD: Níveis de Referência de Diagnóstico

PA: pósterio- anterior

Pkl, ct: Produto kerma comprimento

RMN: Ressonância Magnética Nuclear

TC: Tomografia Computadorizada.

DESENVOLVIMENTO

1. Riscos da Radiação Ionizante

A radiação ionizante pode acarretar dois tipos principais de efeitos sobre os tecidos biológicos: estocásticos e determinísticos. Os efeitos estocásticos são doses independentes, ou seja, não há limiar para que ocorram, e costumam envolver alterações celulares genéticas que culminam, principalmente, em neoplasias. Em geral, ocorre um intervalo de tempo longo até que os efeitos estocásticos da radiação se manifestem. Em contrapartida, os efeitos determinísticos são doses dependentes e os danos são proporcionais às doses recebidas, sendo resultado principalmente da morte celular com reparação ou recuperação insuficiente. Em geral os efeitos determinísticos são agudos, e seus principais exemplos são o eritema e a necrose cutânea, catarata e depressão do tecido hematopoiético⁶.

A radiação pode trazer danos aos genes, cromossomos; matando as células principalmente aquelas que estão em duplicação, pois estas são muito sensíveis à radiação. A sobrevivência desta célula diminui com o aumento da dose, a rápida exposição 1 a 2 Sv reduz a população sobrevivente destas células em cerca 50%⁷.

Como notamos, o número de exames de imagem para a prática médica está cada vez maior e isto pode ser um risco para as crianças, por terem suas células em duplicação, e um tempo maior de vida e por isso poder sofrer efeitos estocásticos.

Atualmente já dispomos de diversos estudos conduzidos para avaliar o risco de câncer relacionado a radiação ionizante em exames médicos, que têm demonstrado que esta relação existe.

2. Tomografia pediátrica

A tomografia pediátrica conceitua-se pelo uso da técnica de Tomografia Computadorizada (TC) em crianças, definidas pelo Ministério da Saúde com a idade entre 0 e 9 anos de idade. A tomografia pediátrica é um tipo de exame extremamente importante na detecção de patologias e anormalidades⁸.

O exame de tomografia computadorizada é indicado quando os métodos convencionais não se mostram eficazes na elucidação do diagnóstico, ou

ainda, na pesquisa de patologias específicas pré-definidas. Os principais exames realizados em TC são rotina para crânio, tórax, abdômen e pelve. A facilidade de obter o exame, o aumento da qualidade da imagem, a velocidade do tempo do exame, foram atrativos para se utilizar a TC indiscriminadamente em crianças⁹.

A TC entrega doses de radiação muito maiores que os raios x diagnósticos convencionais, no caso da tomografia de tórax que produz doses 100 vezes mais que um exame de raios x de tórax PA mais perfil¹⁰.

3. Requisitos básicos de otimização e proteção radiológica

A Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) foi criada em 1928 com o intuito de estabelecer limites de doses para a população em geral e principalmente para os Indivíduos Ocupacionalmente Expostos (IOE). Em 1965, esta comissão, introduziu o termo ALARA (As Low As Reasonably Achievable), justificando que a dose deve ser tão baixa quanto exequível, ou seja, os níveis de dose devem ser os mais baixos possíveis mantendo uma qualidade de imagem para que o médico consiga realizar o diagnóstico. Limitando a dose efetiva para o público geral para 1 mSv por ano e do IOE para 100 mSv por ano¹¹.

O princípio ALARA tem sido usado na comunidade americana já há alguns anos. Entretanto o FDA (Food and Drug Administration) tem estabelecido três importantes critérios no sentido de minimizar a dose de radiação em exames de tomografia computadorizada em criança: otimizar os parâmetros técnicos, reduzir o número de fases contrastadas e reduzir a solicitações através da aplicação de indicações precisas ou a substituição, quando possível, por métodos que não usem radiação ionizante^{12,13-14}.

Para minimizar estes riscos foram propostos protocolos de redução de dose em exames radiológicos pelo Colégio Americano de Radiologia, com o objetivo de evitar o acúmulo de radiação. Além disso, estes especialistas recomendam: utilizar protocolos com doses reduzidas segundo parâmetros adequados à idade e peso da criança; realizar o exame direcionado à área a ser estudada; evitar o uso de múltiplas fases e sequências durante o exame e, quando possível, considerar o uso de outros métodos alternativos, tais como ultrassom (US) e ressonância magnética nuclear (RMN)⁴.

Estudos prévios sugerem que deve ser feita a redução manual de 30 a 50% da corrente do tubo da tomografia por segundo (mAs) ou aumento da velocidade da mesa ($\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$) para redução da dose de radiação em TC de crianças⁷.

Além da dose de radiação recebida pela criança, outro risco está associado ao volume do corpo que é irradiado, ou seja, quanto maior for comprimento do objeto de estudo, mais radiação o paciente irá receber. Por esse motivo é importante fazer uma limitação do comprimento do scout (imagem de verificação) e da varredura das imagens. Sendo que, quanto menor for a área estudada, menor é o nível de radiação recebida. Então, aconselha-se que em exame de TC pediátrico, os exames sejam feitos em fase única e com a limitação das áreas irradiadas, exceto quando há indicações específicas¹².

Parâmetros como o mAs e o pitch podem ser facilmente ajustados à população infantil reduzindo a dose de radiação sem comprometimento da imagem e, portanto, do diagnóstico. Uma Redução de 50% no mAs reduz a dose de radiação em 50% e um aumento no pitch de 1.0:1 para 1.5:1.0 produz resultado semelhante. Esforços devem ser desenvolvidos pelos serviços de um modo geral no sentido da não utilização na população pediátrica de parâmetros automaticamente previstos para adultos, prática ainda comum nos dias atuais^{15,6-16}.

Uma publicação feita pelo Instituto Nacional do Câncer dos Estados Unidos da América em 2008, mostrou que a dose efetiva recebida por uma criança em um exame de TC abdominal (200 mAs) sem ajuste dos parâmetros corretos é de 11-24 mSv; quando ajustado para os parâmetros corretos de criança (50 mAs) a dose efetiva diminui para 3-6 mSv. O ajuste do parâmetro é guiado pelo peso do paciente. Acrescentando que, pelo menos um terço das crianças submetidas aos exames de TC, já passaram por, pelo menos, três diferentes exames na sua vida acrescentado na sua dose cumulativa, ou estocástica. Com a diminuição da dose, o fator de risco do câncer diminui diretamente, mas em contrapartida deve-se prestar atenção na qualidade da imagem para que ocasionalmente o diagnóstico não seja afetado¹⁷.

A Portaria 453/98, do Ministério da Saúde publicada estabelece valores de dose média em múltiplos cortes em TC para pacientes adultos como níveis de referência para pacientes, e não estabelece valores para pediatria²⁴.

Portanto, para suprir essa carência de valores, o Ministério da Saúde sugere o uso dos valores adotados pela Agência Internacional de Energia Atômica, apesar de não terem forma de lei. Nesse sentido, a apresentação dos valores encontrados neste trabalho, resultado de um estudo que considera a realidade local, é uma contribuição importante. Existem dois modelos básicos para determinação de NRD. O primeiro é a utilização de objetos simuladores padrão, o que trás a vantagem da necessidade de somente uma ou duas exposições para cada posição ou protocolo, em cada equipamento. O segundo método é a utilização de pacientes. Nesta segunda opção há a limitação em que é necessário o uso de paciente típico, de tamanho e peso médio; o que nem sempre é de fácil coleta de dados¹⁸.

Para uso de objeto simulador padrão é necessário levar-se em consideração que só é possível aplicar esse método:

1. Se os NRD forem fixados para um modelo-padrão e esse (tipo de) modelo-padrão específico se encontrar disponível em todas as instalações radiológicas;
2. Se estiverem disponíveis os fatores de conversão do modelo-padrão para os pacientes.

Portanto, é possível aceitar o uso de pacientes para estabelecimento de NRD, tanto como valores padrão, quanto pela falta de objeto simulador padrão disponível no centro de imagem. Entretanto, na escassez de pacientes de tamanho padrão, alguns países aceitam o uso de qualquer paciente, de qualquer tamanho para estabelecimento de NRD como uma estimativa relativa da dose entregue pelos equipamentos. Desde que o número de pacientes não seja demasiadamente reduzido, este método dá uma ideia razoável da dose. Contudo, deveria reconhecer-se que é mais difícil fixar NRD para tomografia computadorizada, radiologia invasiva em grupos de crianças que para exposições mais frequentes e menos complexas.

Os documentos internacionais trazem valores de referência para pacientes com idade média de 5 anos. A Comunidade Europeia fez um levantamento de pacientes médios de 5 e 10 anos, utilizando dados de distribuição de C_w e PKL,CT ¹⁹.

Os resultados encontrados foram bastante semelhantes, portanto optou-se pelo uso de somente um grupo de idade como nível de referência. O mesmo procedimento foi dotado no Reino Unido e o mesmo resultado foi obtido³³.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1: Artigos usado no estudo

AUTOR/ANO	RECOMENDAÇÕES QUANTO A DOSE ABSORVIDA
(WAGNER, 1994; STRUELENS, 2005),	É necessário ter uma atenção especial quando se realizam repetidos exames de TC, isso devido ao efeito cumulativo de radiação no corpo humano.
Strauss et al. (2010),	Recomendam valores de tensão de 100 kVp para a maioria dos exames em pacientes pediátricos. Para exames em recém-nascidos, é recomendada a tensão de 80 kVp.
(KIM et al, 2010).	O uso apropriado de protetores de bismuto, quando utilizados de maneira apropriada, podem auxiliar na redução das doses absorvidas em órgãos radiosensíveis.
(ABEDEEN et al., 2010).	O modo helicoidal oferece algumas vantagens quando comparado com A tensão do modo sequencial. O tempo de aquisição é menor e há mais e melhores opções de pós-processamento das imagens.
(GNANNT et al., 2012)	A tensão do tubo necessária para produzir imagens com contraste adequado do corpo de um paciente pediátrico é menor que a necessária para o corpo de um adulto: de 80 a 100kVp para os pacientes pediátricos, enquanto que para pacientes adultos, recomenda-se em torno de 120 kVp
(PAUL et al., 2011).	Estudos comprovam que a redução da dose pode chegar a 33% se o valor da tensão for diminuído de 120 kVp para 100

	kVp e de até 65% se a tensão for reduzida de 120 kVp para 80 kVp .
(AAPM, 2008).	Novas abordagens vem sendo desenvolvidas para seleção adequada dos parâmetros para a realização de exames com baixas doses de radiação, mantendo uma qualidade de imagem clinicamente aceitável

Fonte: Própria Autora (2020)

A dose equivalente da tomografia em relação ao estudo radiológico simples chega a 400 vezes maior. Por exemplo, uma TC de tórax tem uma carga equivalente 8 mSv; Raio X de Tórax a 0.02 mSv. A dose aplicada ao cristalino é de aproximadamente 30 mSv em uma TC de crânio²⁰.

De acordo com o relatório, de 2013, da United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation(UNSCEAR), de 3 a 10% de todos os procedimentos médicos por imagem são realizados em crianças. Estes são dados alarmantes e que categorizam a importância do estudo e desenvolvimento da proteção radiológica quando se trata de pacientes pediátricos.

O Colégio Americano de Radiologia e a Sociedade Americana de Pediatria preocupados com o aumento da execução das tomografia e demais métodos diagnósticos e o efeito somatório da dose de radiação absorvida criaram a Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging 2007 -The Image Gently Campaign²¹.

Segundo os dados disponíveis nos registros destas entidades, o risco desenvolvimento de câncer na população geral é de 20 a 25%²². Em outras palavras, para cada 1.000 crianças, 250 poderão vir a ter câncer no futuro, mesmo nunca tendo sido expostas à radiação por métodos diagnósticos por imagem²¹.

Segundo (WAGNER, 1994; STRRUELENS, 2005); é necessário ter uma atenção quanto aos efeitos cumulativos no corpo humano quando realizado um TC.

De acordo com (STRAUSS et al, 2010), a tensão recomendada para exames em recém- nascidos é de 80kVp.

(KIM et al.,2010) diz que, quando usado corretamente os protetores de bismuto podem ajudar nas reduções das doses absorvidas nos órgãos radiosensíveis.

(ABEDEEN et al. 2010), concordam que o modo helicoidal pode reduzir a dose absorvida quando comparado com o modo axial.

(GNANNT et al. 2012) fala que, a tensão adequada do corpo de um paciente pediátrico é menos que a necessária, de 80 a 100kVp.

(PAUL et al. 2011), comprovam que a redução de dose pode chegar a 33% se o valor de tensão for diminuído de 120kVp para 100kVp e de 65% se a tensão for reduzida para 80kVp.

Segundo (AAPM, 2008), os fatores de exposição relacionados à dose de radiação ionizante para o paciente são: tensão aplicada ao tubo de raios X (kV), corrente no tubo de raios X (mA) e tempo de exposição (s), os quais afetam tanto a qualidade da imagem como a dose de radiação ionizante absorvida pelo paciente.

Os pacientes pediátricos são um desafio no que se refere ao biótipo padrão. Isso porque a variação de peso e altura em relação à idade é grande (0 a 16 anos), e não estabelecido por qualquer norma. O que se pode dizer de variação anatômica em pediatria é que se tem uma faixa de peso e altura aceitável de acordo com o peso²³.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de, na maioria das vezes, os benefícios de exames de TC realizados apropriadamente prevalecerem sobre os riscos para uma criança em particular (justificação), nem sempre o procedimento está otimizado. Neste caso, expõe-se o paciente a um risco maior que o necessário. Minimizar a exposição radiológica da TC pediátrica, sempre que possível, é desejável.

No Brasil foi aprovada a Portaria 453/98 do Ministério da Saúde que regulamentou as diretrizes técnicas básicas de proteção radiológica²⁴. Os valores indicados neste documento são para exames de cabeça (50 mGy), coluna lombar (35 mGy) e abdômen (25 mGy), todos para adulto, não havendo portanto uma sugestão específica para exames pediátricos, amplamente realizados no país. Entretanto a Portaria 453/98 utiliza grandezas dosimétricas diferentes dos sugeridos atualmente nos protocolos internacionais para estabelecimento de NRD no setor de imagiologia e TC²⁴. A grandeza sugerida neste caso, seguindo as recomendações do

Basic Safety Standard (BSS) da Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) é a Dose Média em Múltiplos Cortes (MSAD) cuja unidade é o mGy²⁵.

Quanto ao risco, a quantidade de estudos no Brasil é ainda menor e se baseiam em metodologias desenvolvidas em outros países. Além disso, os dados disponíveis para este tipo de estudo são provenientes de sobreviventes de ataques nucleares. Entretanto não se têm ainda outra metodologia comprovada para que se estime o risco em pacientes submetidos a exames radiológicos. Portanto usa-se esses dados e estima-se para uso em diferentes populações. Por exemplo, um paciente submetido a uma TC de abdômen de quatro fases, que corresponde a um valor aproximado de 40 mSv, apresenta um aumento de risco de desenvolvimento de diversas neoplasias²⁶. Quando se trata de pacientes pediátricos a radiosensibilidade é maior e sua expectativa de vida também, e portanto são especialmente suscetíveis a danos causados pela radiação²⁷. Com o aumento do número de exames de TC associado ao aumento da dose recebida pelo paciente, aumenta também a probabilidade de efeitos danosos, particularmente em crianças, como estimado em estudos epidemiológicos²⁸.

Para reduzir a dose absorvida em pacientes pediátricos, o National Cancer Institute(2012) recomenda as seguintes medidas:

- a. Considerar o tamanho da criança:** com base em parâmetros individuais de massa e altura;
- b. Região examinada:** a região do corpo a ser examinada deve ser limitada à menor área necessária;
- c. Sistemas orgânicos examinados:** ajustes com menores valores de corrente do tubo de raios X devem ser considerados para exames esqueléticos e pulmonares;
- d. Resolução:** as imagens de mais alta qualidade (que requerem mais intensidade de radiação) nem sempre são necessárias para o diagnóstico;
- e. Tensão do tubo e pitch:** por meio da redução da tensão e aumento do pitch, a dose pode ser reduzida;
- f. Exames multifásicos:** esses exames raramente são necessários e resultam em um considerável aumento da dose.

Além disso, muitas crianças que se submetem aos exames de TC necessitam de sedação para reduzir a ansiedade e evitar o borramento causado pela movimentação dos pacientes durante a aquisição das imagens. Muitos

procedimentos que não são realizados sob sedação adequada precisam ser repetidos, resultando um aumento da dose absorvida pelo paciente, atraso no diagnóstico, menor número de pacientes atendidos por jornada de trabalho²⁹.

Nas opções de pediatria não se pode escolher o peso e a altura. Isso porque as variações nas diferentes idades são muito grandes. Portanto, o programa utiliza idades específicas e não se pode alterar esse parâmetro. O programa utiliza os valores de peso e altura padrão em pediatria. Também pode-se escolher o tipo de exame a ser realizado. Estes exames são os procedimentos rotineiros realizados em tomografia e não permitem modificações. São eles: cabeça, tórax, fígado, abdômen/pélvis e pélvis²³.

As melhores estimativas de risco disponíveis sugerem que a TC em pediatria poderá resultar em aumento de risco de câncer maior do que a TC em adultos, devido à dose maior por corrente. Configurações de corrente inferiores podem ser usadas para crianças sem perda significativa de informação, embora o risco-benefício é ainda fortemente inclinado em direção ao benefício, pois a frequência dos exames pediátricos de TC aumenta rapidamente. Estimativas de que os riscos de vida para crianças não são negligenciáveis e podem estimular redução maior dos parâmetros de exposição em TC em pacientes pediátricos, deve-se estar consciente da necessidade de cuidado com a imagem e o diagnóstico².

É fundamental o apoio de todas as sociedades médicas e afins e a divulgação de informação adequada para a conscientização da população leiga que pode contribuir, também, na guarda dos exames radiológicos prévios e na informação ao médico solicitante das datas e exames anteriores, realizados pelas crianças e adolescentes a cada nova consulta^{30,31-32}.

Sobretudo, estimulando a conscientização dos pediatras e familiares quanto aos perigos da radiação.

REFERÊNCIAS .

1. Finatto, et. Al. • Braz. J. Rad. Sci. •2015, p. 2.
2. BRENNER, D.J. et al. Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric T. American Journal of Roentgenology. v. 176, n. 2, p. 289-296, 2001.
3. Measurements. Radiation Protection In Pediatric Radiology. Report No. 68. Bethesda, MD: NCRP (1978).
4. American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria® [Internet]. Reston: American College of Radiology; 2013 [acesso em 20 out. 2013]. Disponível em: <http://www.acr.org/Quality-Safety/Appropriateness-Criteria>.
5. BALDAÇARA, Leonardo. Manual de Orientação para Pós-Graduação em Ciências da Saúde. Palmas: To, 2013
6. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, 2012.
7. Lee; SCHAFER, Andrew I. Cecil Medicina, vol, 1, ed., 24. Elsevier, 2014.
8. BRENNER, David J. et al. Estimated Risks of Radiation-Induced Fatal Cancer from Pediatric CT. American Journal of Roentgenology, [s.l.], v. 176, n. 2, p.289-296, fev. 2001. American Roentgen Ray Society. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2214/ajr.176.2.1760289>. Acesso em: 17 dez. 2018.
9. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources, effects and risks of ionizing radiation. New York: UNSCEAR; 2013.
10. SAVI, Matheus B.M.B. Estudo dos níveis de referência de diagnóstico para procedimentos de tomografia computadorizada no estado de Santa Catarina. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em ciências médicas. Florianópolis, SC. 2014.
11. MONDACA, Roberto. Porquereducirlas dosis de radiacion em pediatria. Revista Chilena de Radiología, Santiago, v. 12, n. 1, p.28-32, 2006.
12. Strauss KJ, Goske MJ, Kaste SC, et al. Image Gent- ly: Ten Steps You Can Take to Optimize Image Quality and Lower CT Dose for Pediatric Patients Am. J. Roentgenol AJR 2010;194:868-73.
13. Chida K, Ohno T, Kakizak S, et al. Radiation Dose to the Pediatric Cardiac Catheterization and Intervention Patient. Am. J. Roentgenol AJR. 2010; 195:1175-9.
14. Kim JE, Newman B. Evaluation of a Radiation Dose Reduction Strategy for Pediatric Chest CT. Am. J. Roentgenol AJR 2010;194:1188-93.
15. Society for Pediatric Radiology (SPR). The Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging [Internet]. Department of Radiology, Cincinnati, Ohio. Acesso em 15 de abril de 2011. Disponível em: www.pedrad.org/associations/5364/ig/.
16. Chida K, Ohno T, Kakizak S, et al. Radiation Dose to the Pediatric Cardiac Catheterization and Intervention Patient. Am. J. Roentgenol AJR. 2010; 195:1175-9.
17. Kim JE, Newman B. Evaluation of a Radiation Dose Reduction Strategy for Pediatric Chest CT. Am. J. Roentgenol AJR 2010;194:1188-93.
18. COHEN, M.D. Pediatric Radiol (2012) 42: 397. <https://doi.org/10.1007/s00247-011-2315-9>.
19. IAEA. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for safety of

radiations sources. Vienna: IAEA, 1996 (Safety Series, 115).

19. EUROPEAN COMMISSION. European guidelines on quality criteria for computed tomography. Luxemburg, 2000. (Report, 16262).
20. Rehani MM. Radiation dose in computed tomography. BMJ [Internet]. 2000 [acesso em 23 out 2013];320:593-4. Disponível em: <http://radiologicstechnology.org/content/81/5/437.shorto>).
21. Goske MJ, Applegate KE, Boylan J, Butler PF, Callahan MJ, Coley BD, et al. The Image Gently campaign: working together to change practice. AJR Am J Roentgenol. 2008;190(2):273-4).
22. The Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging [Internet]. 2013 [acesso em 23 out. 2013]. Disponível em: <http://www.pedrad.org/associations/5364/ig/>.
23. Porto, Lorena Elaine 2014. Avaliação da dose em pacientes pediátricos submetidos a exame de tomografia computadorizada / Lorena Elaine Porto .-- 2014. 115 p.: il.; 30 cm.
24. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 453. Dispõe sobre as diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico. Brasília: Diário Oficial da União; 2 de junho de 1998.
25. CARLOS, M. T. Tomografia Computadorizada: formação da imagem e radioproteção. Rio de Janeiro, IRD, 2002.
26. PRESTON DL, RON E, TOKUOKA S, et al. Solid cancer incidence in atomic bomb survivors: 1958-1998. Radiat Res. 2007;168:1-64.
27. BRENNER D., ELLISTON C., HALL E., BERDON, W. Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. AJR Am J Roentgenol. 2001 Feb;176(2):289-96.
28. PEARCE, M.S. et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukemia and brain tumours: a retrospective cohort study. The Lancet, 2012.
29. DEMIR et al., 2012.
30. Society for Pediatric Radiology (SPR). The Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging [Internet]. Department of Radiology, Cincinnati, Ohio. Acesso em 15 de abril de 2011. Disponível em: www.pedrad.org/associations/5364/ig/.
31. Chida K, Ohno T, Kakizak S, et al. Radiation Dose to the Pediatric Cardiac Catheterization and Intervention Patient. Am. J. Roentgenol AJR. 2010; 195:1175-9.
32. Kleinman PL, Strauss KJ, Zurakowski D, et al. Patient Size Measured on CT Images as a Function of Age at a Tertiary Care Children's Hospital. Am. J. Roentgenol AJR 2010;194:1611-9.
33. NRPB: National Radiological Protection Board - Reino Unido. Guidelines on Patient Dose to Promote Optimisation of Protection for Diagnostic Medical Exposures - vol. 10 (nº1), 1999.

