

## **Imobilização do paciente pediátrico em exames radiológicos como instrumento de proteção radiológica**

Simplycio Gonçalves Gomes<sup>1\*</sup>

Iankel Ribeiro de Sá Vieira<sup>2\*</sup>

**RESUMO:** Esse trabalho tem como objetivo discutir através de pesquisa bibliográfica os benefícios da utilização de técnicas de imobilização do paciente pediátrico em procedimentos radiológicos, afim de otimizar a qualidade dos exames radiológicos e a exposição à radiação ionizante. A radiologia pediátrica teve seu início simultaneamente à radiologia geral, depois da descoberta dos raios-X. Foi a partir dos anos 60, mais fortemente nos anos 90, que com o desenvolvimento de técnicas novas de produção de imagem, a necessidade de especialistas nesta área aumentou, tornando-a independente da radiologia geral. A imobilização de crianças é difícil, porém, é necessário, levando em conta a repetição de exame, que implicará em dose maior de radiação. Os artefatos provocados pelos movimentos do paciente pediátrico são eliminados pelas técnicas de imobilização que contribui conseqüentemente com o melhoramento da qualidade da imagem radiológica e para diminuição da repetição de exames. As crianças são mais sensíveis à radiação e possuem uma expectativa de vida maior que o adulto, no entanto a probabilidade delas apresentarem o efeito nocivo tardio é grande. Este estudo constitui-se de uma revisão da literatura especializada, realizada entre fevereiro e novembro de 2016, no qual se realizou uma consulta a livros e periódicos presentes na Biblioteca das Faculdades Integradas de Patos e por artigos científicos selecionados através de busca no banco de dados do scielo e da bireme, a partir das fontes Medline e Lilacs.

**PALAVRAS-CHAVE:** Imobilização. Paciente Pediátrico. Proteção Radiológica.

**ABSTRACT:** This work aims to discuss through literature the benefits of using immobilization techniques of pediatric patients in radiological procedures in order to optimize the quality of radiological and exposure to pediatric radiology ionizante. A radiation had its beginning simultaneously with the general radiology after the discovery of X-rays. It was from the 60s, more precisely in the 90s, that with the development of new techniques of image production, the need for specialists in this area has increased, making it independent of radiology geral. A detention of children is difficult, however, it is necessary, taking into account the repeated examination, which will result in higher dose radiação. Os pediatric patient artifacts caused by movements are eliminated by immobilization techniques which consequently contributes to the improvement of radiation image quality and to decrease the repetition of exams. As children are more sensitive to radiation and have a life expectancy greater than the adult, but the likelihood of them present late detrimental effect is grande. Este study consists of a review of the literature, conducted between February and November 2016, in which it held a consultation of books and periodicals present in the Library of the Integrated Faculties of Patos and selected scientific articles through search in scielo database and bireme, from Medline and Lilacs sources.

**KEYWORDS:** Immobilization. Pediatric patient. Radiological Protection.

---

<sup>1\*</sup> Graduando do Curso de Tecnologia em Radiologia das Faculdades Integradas de Patos, Paraíba, Brasil. E-mail: simplycio@hotmail.com

<sup>2\*</sup> Professor especialista do Curso de Tecnologia em Radiologia das Faculdades Integradas de Patos, Paraíba, Brasil. E-mail: iankelribeiro@gmail.com

## INTRODUÇÃO

A radiologia pediátrica teve seu início simultaneamente à radiologia geral, depois da descoberta dos raios-X. Foi a partir dos anos 60, mais fortemente nos anos 90, que com o desenvolvimento de técnicas novas de produção de imagem, a necessidade de especialistas nesta área aumentou, tornando-a independente da radiologia geral (KIRKS; GRISCOM 1998).

As crianças são mais radiosensíveis à radiação e possuem uma expectativa de vida maior que o adulto, no entanto a probabilidade delas apresentarem o efeito nocivo tardio é grande, e é importante que alguns cuidados sejam tomados para evitar a exposição desnecessária do paciente: diminuir o número de radiografia e otimizar as técnicas utilizadas. (EUROPEAN COMMUNITY COMMISSION, 1996).

Especial atenção deve ser dada aos exames radiográficos realizados em pacientes pediátricos. As características particulares da radiologia pediátrica implicam no emprego de técnicas radiográficas específicas e na utilização de equipamentos de raios X e dispositivos próprios para esta prática médica. De fato, as diferenças de tamanho e composição do corporal das crianças em relação aos adultos, além da sua falta de cooperação durante o exame radiográfico, requerem que procedimentos específicos sejam adotados para a radiologia pediátrica. Além disso, a alta radiosensibilidade das suas células e a sua maior expectativa de vida comparada a um adulto, aumentam o risco de ocorrências de efeitos estocásticos (período de latência) devido aos exames radiológicos, em comparação aos exames de adultos. (ICP 1991; RON 2003). Não encontrei esta referência.

Seguindo a tendência mundial, de preocupação com a otimização das exposições médicas em radiodiagnóstico pediátrico, demonstrada pelos inúmeros trabalhos recentemente publicados, e, a iminente necessidade do Ministério da Saúde de implementar políticas que permitam disseminar a cultura da proteção ao paciente, sedimentando os preceitos da Portaria 453. É imperativo a avaliação das condições de radioproteção e das doses recebidas pelos pacientes em exames radiográficos realizados em instalações radiológicas brasileiras (OMS, 1984).

Segundo a Comissão Europeia, a otimização dos procedimentos radiográficos, o correto posicionamento e a correta imobilização possibilitam a obtenção de imagens adequadas aos diagnóstico com a menos dose ao paciente. (COMISSÃO EUROPEIA, 1996).

Torna-se frequente vulgarizar os eminentes efeitos nocivos da radiação, especialmente quando o risco é relativamente pequeno e o efeito é estocástico. Sendo assim, os indivíduos que têm um maior tempo de vida são os de maior propensão (BRENNER, et. al. 2003).

Devido a necessidade de técnicas especializadas para a realização de exames em pacientes pediátricos, esse trabalho visa discutir através de pesquisa bibliográfica os benefícios da utilização de técnicas de imobilização do paciente pediátrico em procedimentos radiológicos, a fim de otimizar a qualidade dos exames radiológicos e a exposição à radiação ionizante.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 SURGIMENTO DA RADIOLOGIA**

O físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen descobriu os Raios X, em 08 de novembro de 1895, depois de muitos estudos e experimentos sobre os raios catódicos a ideia dele foi verificar se estes raios se transfundiam para fora da ampola de Crookes. Roentgen envolveu um tubo com um cartão preto e em um ambiente escuro foi notado por ele sua luminescência em uma placa de platino cianureto de bário que se encontrava em uma mesa afastada da ampola, assim a faz afastando os objetos sucessivas vezes da ampola tendo sua luminescência captada até os ossos da mão terem suas formas anatômicas verificadas (FRANCISCO, 2005).

O Brasil, foi o primeiro país da América do Sul a reproduzir imagens de Raios X e isso foi devido ao fato do médico brasileiro José Carlos Ferreira Pires ter adquirido, o primeiro aparelho depois de dois anos, em 1897, tendo finalidade diagnóstica (FENELON, 2005).

### **2.2. RADIOLOGIA PEDIÁTRICA**

A prática do acompanhamento clínico de pacientes pediátricos, inclusive envolvendo a utilização de radiação ionizante para o diagnóstico e terapia, tornou-se uma realidade e seus benefícios, inquestionáveis (ATTIX ; KNOLL, 1989).

O uso da radiação ionizante em crianças torna-se imprescindível, portanto a forma de utilização desse método diagnóstico deve ser monitorada para ter uso adequado. Equipamentos adequados e proteção radiológica devem ser condizentes com a pediatria, bem como a adequação dos métodos e técnicas radiológicas utilizadas (YAKOUMAKIS *et al*, 2007).

As crianças são mais sensíveis à radiação do que os adultos e o acúmulo de exposição poderá causar efeitos adversos, identificáveis ou não. Por isso os profissionais da pediatria e clínicas em geral, têm que ter cuidado no entendimento de cada exame solicitado, nas vantagens e desvantagens, cuidados no uso da radiação ionizante na técnica de realização (STRAUSS *et.al*, 2010).

LUNELLI, *et.al* (2006) provaram com melhor conhecimento e o emprego de adequadas técnicas pela equipe técnica envolvida as doses excessivas de exposição em crianças podem ser reduzidas consideravelmente. Existe a influência dos fatores estruturais, no entanto, sem um direcionamento da equipe a dose pode continuar excessiva para os pacientes pediátricos, principalmente os mais jovens, mesmo usando excelentes equipamentos.

Muitos profissionais da radiologia e o pessoal de apoio não dispõem de conhecimento, formação e experiência suficientes no domínio da radiologia pediátrica (CARLTON; ADLER, 1992).

Desde que a primeira normativa para o radiodiagnóstico foi implantada cresceu a cobrança e fiscalização dos processos em radiologia. (BRASIL, 1986).

Com intenção de proporcionar uma segurança maior e um diagnóstico excelente ao paciente, além dos equipamentos e serviços, e das técnicas utilizadas hoje se busca obter a padronização. O modelo das diretrizes internacionais (KHOURY *et al*, 2002 e OLIVEIRA *et al*, 2003) é seguido pelas pesquisas atuais no país, pois elas buscam através dos dados obterem uma diretriz própria a ser seguida.

### 2.3 PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

Justificação, otimização e limitação de dose são os três princípios básicos da proteção radiológica, e considera-se distância, tempo e blindagem para exposições externas uma proteção (CNEN, 2006).

É estabelecido pelo primeiro princípio que prática alguma deve ser autorizada a menos que o benefício suficiente seja produzido para a pessoa exposta ou para a comunidade, de modo a compensar o dano que possa ser causado. A aplicação deste princípio deve ser feita se o total dos benefícios potenciais em matéria de diagnóstico ou terapêutica que sejam decorrentes da exposição médica for maior que o dano que a radiação possa causar a pessoa.

Além do mais, deve-se considerar a eficácia, os benefícios e os riscos de técnicas alternativas disponíveis com o mesmo objetivo, mas que envolvam pouco ou exposição alguma a radiações ionizantes (SHERER et.al. 2002).

A otimização é o segundo princípio da proteção radiológica. Este princípio determina que as práticas e as instalações devem ser planejadas, implantadas e cumpridas da maneira que a magnitude das doses individuais, a quantidade de pessoas mostradas e a possibilidade de exposições imprevistas sejam tão baixas como razoavelmente exequíveis (*ALARA – as low as reasonably achievable*, considerando fatores sociais e econômicos, além das restrições das doses aplicáveis. (BRASIL, 1998a).

É estabelecido pelo princípio da limitação de doses individuais que tanto para indivíduos públicos como para trabalhadores com radiação, os limites de dose devem ser respeitados. Estes limites são valores de dose efetiva ou de dose equivalente, estabelecidos para exposição ocupacional e exposição do público, resultantes de práticas controladas, cujas magnitudes não devem ser exageradas (BRASIL, 1998b).

Os exames que são realizados em pacientes pediátricos pelos radiologistas gerais e radiologistas pediátricos devem ser feitos se houver necessidade, e se for preciso, os médicos solicitantes devem ser contatados para que a importância de alguns exames seja confirmada (SPR; et al, 2011)

Uma das aplicações das radiações na medicina é a radiologia pediátrica e ela deve produzir vantagens superiores aos riscos, satisfazendo o princípio da justificação, mesmo ele podendo chegar aos níveis de efeitos determinísticos e ser a prática radiológica com maior exposição médica e ocupacional (PETTERSSON et,al 2005). Especialidades médicas como neurologia, hepatologia e cardiologia têm feito o uso da radiologia em pediatria, e fez o número de procedimentos crescer nos últimos anos (ATIK, E, 2002).

Em um exame de radiografia convencional, diversos aspectos podem prejudicar tanto a qualidade da imagem como a dose absorvida. Algumas medidas de otimização podem ser feitas de uma maneira fácil e são relativamente simples. (NCI, 2008).

A otimização pode ser facilitada na hora do procedimento e isso depende do preparo do paciente. Para diminuir a ansiedade e restringir a movimentação do paciente administrando o uso de anestesia, sedação, imobilização, posicionamento auxiliares entre outros algumas medidas podem ser tomadas. (ICRP, 2012).

Estes passos podem diminuir ou excluir o movimento feito pelo paciente no decorrer da varredura, visto que o barramento causado por movimentos voluntários influenciam de maneira negativa na qualidade da imagem. O que pode reduzir a presença de artefatos de movimento são a velocidade maior da mesa e o tempo de exposição mais curto (ICRP, 2013).

Se o ruído da imagem for aceitável e não haver perda de informações proveitosas para o diagnóstico a dose absorvida pode ser reduzida. São oferecidas por alguns fabricantes tabelas com valores adequados de níveis de ruído e parâmetros para exames sem que haja obrigação da repetição do procedimento são sugeridos (ICRP, 2013).

## 2.4 EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES

A definição de efeito biológico das radiações ionizantes é a resposta celular a um agente agressor, ainda não sendo identificado como doença, porém os efeitos advindos da interação das radiações ionizantes com as células que podem ser de forma direta, há agressão na macromolécula, ou exposição de forma indireta, que há interação também, mas somente produz radicais livres. As enzimas reparam todas essas ações dentro da célula causadas pela exposição. Se o reparo não for realizado, poderá acarretar em morte celular, levando a um processo errado de divisão de células (NOUAILHETAS, 2011).

## 2.5 RADIOBIOLOGIA DE PACIENTES PEDIÁTRICOS

Os tecidos e órgãos quando expostos às radiações ionizantes, podem apresentar muitos problemas visíveis ou não (células, órgãos, tecidos, moléculas, organelas) (TAUHATA, L. et al, 2003).

Basicamente a água compõe o corpo humano, dessa maneira há diversas moléculas de água dispostas e que desse modo interagem em mais com a radiação ionizante. Quando irradiadas, as moléculas de água sofrem uma alteração energética em suas estruturas. Um

fenômeno intitulado de radiólise da água. Produzindo radicais livres ou a excitação das moléculas ( $H_2O^*$ ),  $H_2O$  livres do tipo  $H^+$ . Os radicais livres são suficientes reativos, e podem provocar mudanças. Por serem bastante reativos, esses radicais livres podem provocar alterações significantes no metabolismo do organismo. A célula pode chegar a morte caso o ph seja modificado. Por causa disso existe uma grande preocupação quanto a exposição de pacientes pediátricos a radiação ionizante. (ATTIX, 1986).

Existem fatores bastante importantes que devem ser levados em consideração:

- a) É apresentado pelas crianças a divisão celular (BERGONIÉ, J.; TRIBONDEAU, L., 1906)
- b) Existe falta de colaboração, por isso corre muita repetição de exame;
- c) O paciente pediátrico tem mais chance de sofrer danos que um paciente adulto (CHAPPLE. C.L, 2008)
- d) Estudos realizados ultimamente afirmam que as crianças expostas às radiações em exames possuem dez vezes maior de formar radicais livres (BEIR VII, 2005).

## 2.6 IMOBILIZAÇÃO EM EXAMES RADIOLÓGICOS PEDIÁTRICOS

A imobilização de crianças é difícil, porém, é necessário, levando em conta a repetição de exame, que implicará em dose maior de radiação (WILLIS C. E; SLOVIS T. L, 2005).

Os artefatos provocados pelos movimentos do paciente pediátrico são eliminados pelas técnicas de imobilização que contribui consequentemente com o melhoramento da qualidade da imagem radiológica e para diminuição da repetição de exames (COOK; et al, 1998).

São vários os tipos de imobilizados existentes no mercado e, de acordo com o Guia Europeu de Boas Práticas em radiodiagnóstico pediátrico, EUR 16261 (CEC, 1996), não deve causar traumas ao paciente e devem ser difícil uso. Esses imobilizadores, possuem adaptações físicas básicas para a utilização em Raios X convencional, que diminui a produção de artefatos, além do que, possui um conjunto completo de cintas de contenção.

## 2.7 PRANHA TAM-EM E PIG – O – STAT

A prancha Tam-em é utilizada na imobilização dos membros superiores e inferiores dos pacientes pediátricos. Este dispositivo de imobilização é fácil de usar e está disponível comercialmente. Já o Pigg-O-Stat é um aparelho de imobilização normalmente usado para

procedimentos ortostáticos de tórax e abdome, em lactentes e crianças menores até a idade próxima de 2 anos (BONTRAGER; KENNETH,2010a).

## 2.7 IMOBILIZAÇÕES ALTERNATIVAS

A maneira de imobilização mais fácil e menos cara envolve a utilização de equipamento e acessórios que são normalmente encontrados na maioria dos departamentos. Espadrado, lençóis ou toalhas, sacos de areia, blocos de espuma cobertos com material radiolucido, faixas de compressão, fraldas e gazes, quando usados da maneira correta, são eficientes na imobilização (BONTRAGER; KENNETH,2010b).

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo constitui-se de uma revisão da literatura especializada, realizada entre fevereiro e novembro de 2016, no qual se realizou uma consulta a livros e periódicos presentes na Biblioteca das Faculdades Integradas de Patos e por artigos científicos selecionados através de busca no banco de dados do scielo e da bireme, a partir das fontes Medline e Lilacs. A pesquisa dos artigos foi realizada entre fevereiro e outubro de 2016.

A busca nos bancos de dados foi realizada utilizando às terminologias cadastradas nos Descritores em Ciências da Saúde criados pela Biblioteca Virtual em Saúde desenvolvido a partir do Medical Subject Headings da U.S. National Library of Medicine, que permite o uso da terminologia comum em português, inglês e espanhol. As palavras-chave utilizadas na busca foram radiologia pediátrica, imobilização e proteção radiológica.

Os critérios de inclusão para os estudos encontrados foram às técnicas de imobilização empregadas em protocolos de exames pediátricos.

Logo em seguida, buscou-se estudar e compreender os principais parâmetros e normas nacionais e internacionais que abordam o uso de protocolos de imobilização em procedimentos envolvendo crianças em radiologia.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo foram selecionados 40 artigos que compuseram esse trabalho, 3 artigos abordaram o tema de proteção radiológica, 1 sobre efeitos biológicos das radiações ionizantes,

5 abordam radiobiologia de pacientes pediátricos e 3 falam sobre imobilização em exames radiológicos pediátricos.

HINTENLANG (2002) frisa que embora os exames radiológicos pediátricos representem 10% do total de exames realizados, as crianças são a população mais susceptível a sofrerem efeitos radioinduzidos. A limitação de doses controla as exposições a radiação ionizante através da otimização dos exames com o uso de imobilizações, reduzindo o risco de futuros efeitos estocásticos, afirma a Comissão Internacional de Proteção Radiológica (1991).

De acordo com Raissaki (2004), a imobilização nos exames radiológicos pediátricos apresenta-se, assim, como um fator de elevada importância a considerar em exames de pediatria para minimização das doses em radiologia, deve ser um conceito aplicado dentro de um conjunto de ações.

Segundo a Comissão da Comunidade Européia (1999), a realização das imagens radiográficas em pacientes pediátricos necessita de algum tipo de imobilização do paciente pediátrico. Dessa forma, é importante assegurar-se de que:

- O tórax e a cabeça estejam alinhados;
- O mento não deve obscurecer a parte superior do tórax;
- Os braços devem ficar separados do corpo, sem estarem estendidos completamente, para tirar a escápula da área dos campos pulmonares;
- Quando possível, as pernas devem ser mantidas retas para evitar a rotação da pelve.

A Comissão Europeia (1996), reforça o fato de que os pacientes pediátricos não são cooperativos, desse modo, dispositivos de imobilização são essenciais para que não haja movimento do paciente, melhor concentração do feixe de radiação e colimação mais restrita.

Dentre as referências estudadas, parece haver um consenso em relação ao uso dos imobilizadores em exames pediátricos, tornando o exame mais eficaz e diminuindo a dose no paciente pediátrico submetido ao exame radiográfico.

Ainda há poucos estudos que tratam da técnica de imobilização. Apenas 3 estudos abordam o tema e não mostram aprofundamento diante essa abordagem.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Pretendeu-se, através desta pesquisa, revisar e discutir os benefícios do uso da imobilização do paciente pediátrico em exames radiológicos, buscando colocar em prática os princípios de proteção radiológica que norteiam o profissional das técnicas radiográficas, produzindo o benefício da redução e limitação da exposição da criança.

Demonstra-se que a correta imobilização do paciente pediátrico, gera o benefício de uma exame radiográfico com alta qualidade e baixa dose depositada, reduzindo respectivamente as chances desse tipo de paciente sofrer danos estocásticos em seu organismo.

Sugere-se futuramente, realizar pesquisa experimental na área, utilizando componentes de imobilização, para produzir dados que possam contribuir para o aperfeiçoamento das técnicas de imobilização da criança durante a exposição aos raios X.

## REFERÊNCIAS

ATTIX, F. **Introduction to radiological physics and radiation dosimetry**. New York: John Wiley&Sons, 1986.

ATIK, E. Cateterismo cardíaco intervencionista na cardiologia pediátrica. O posicionamento médico quanto às aplicações atuais e perspectivas. [Editorial]. **Arq Bras Cardiol**, v. 79, p. 443-445.

BARREIROS, L. **Nota Introdutória à Edição Portuguesa**. In: Castillo, J. J.; Villena, J., Ergonomia – Conceitos e Métodos (1ª ed.). Dina livro, 2005.

BEIR VII Phase 2: **Health risks form exposures to low levels of ionising radiation**. National Academies Press. 2005. Washington.

BERGONIÉ, J.; TRIBONDEAU, L. (1906). "**De Quelques Résultats de La Radiotherapie et Essai de Fixation d'une Technique Rationnelle**". Comptes-RendusdesSéances de l'AcadémiedesSciences 143: 983–985.

BONTRAGER, KENNETH L., 1937- Brasil. Ministério do Trabalho. **Portaria MTB nº 3.214, de 08 de junho de 1978**. Aprova as normas regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da consolidação das leis do trabalho, relativas à segurança e medicina do trabalho. NR-6 - Equipamento de proteção individual-EPI. Portaria SIT/DSST nº 162, de 12 de junho de 2006. Brasília, DF: Diário Oficial da União; 16/05/2006.

BRENNER, D. J; DOLL, R; GOODHEAD, D. T, et al. **Cancer risks attributable to low doses of ionizing radiation: assessing what we really know**. Proc. Natl. Acad. Sci. U S A. 2003, no 100: 13761-13766.

CARLTON R. R.; ADLER A.M. **Principles of radiographic imaging**. Albany: Delmar Publishers, 1992.

**CE. Commission of European Communities. European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic, Radiographic Images.** Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg: EUR162, 1996.

CHAPPLE. C.L. **Optimization of protection in pediatric radiology.** Regional Medical Physics Department. New Castle General Hospital. 2008.

CHIDA K, OHNO T, KAKIZAK S, et al. Radiation Dose to the Pediatric Cardiac Catheterization and Intervention Patient. **Am. J Roentgen AJR**, v. 195, p. 1175-1179, 2010.

**Comissão Nacional de Energia Nuclear.** Rio de Janeiro. Disponível em: <[www.cnen.gov.br](http://www.cnen.gov.br)>. Acesso em: Set. 2016.

COMISSÃO EUROPÉIA. **Orientações Relativas Aos Níveis de referência de diagnóstico (NRD) Para Exposições Médicas.** Comunidade Européia, 1999.

COOK, J.V.; PETTETT, A.; SHAH, K.; PABLOT, S.; KYRIOU, J.; FITZGERALD, M. **Guidelines on best practice in the X-ray imaging of children.** Hershham: Ian Allen Printing; 1998.

**Departamento de Energia Nuclear / UFPE.** Recife, 2002.

EUROPEAN COMMUNITY COMMISSION. **European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images in paediatrics.** EUR 16261 EN, 1996.

FENELON, S. A História da Radiologia no Brasil. São Paulo: **Revista MED Atual (Siemens)** Ed., 2005.

FRANCISCO, F.C.; MAYMONE, W.; CARVALHO, A.C.P.; FRANCISCO, V.F.M.; FRANCISCO, M.C. Radiologia: 110 anos de história. Rio de Janeiro: **Rev. Imagem**, v. 27, p. 281-286, 2005.

GOSKE, M. J.; PHILLIPS, R.R.; MANDEL, K. et al. **Image Gently: A Web-Based Practice Quality Improvement Program in CT Safety for Children.** Am.

HINTENLANG, AD.; K.M.; WILLIAMS, J.L; HINTENLANG, D.E. A survey of radiation dose associated with pediatric plain film chest x ray examinations. **Pediatric Radiology**, v.32, p.771-777, 2002.

ICRP. International Commission on Radiological Protection. 1990 **Recommendations of the ICRP**. Pergamon Press, Oxford, UK: Annals of ICRP, v. 21, n. 1-3, ICRP Publication 60, 1991.

ICRP. Radiological Protection in Paediatric Diagnostic and Interventional Radiology. **International Commission on Radiological Protection Publication 121**. Elsevier, 2013.

ICRP. Statement on Tissue Reactions and Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissues and Organs - Threshold Doses for Tissue Reactions. **Radiation Protection Context**, v.41, n.1-2, p.1-322, 2012.

KIRKS DR, GRISCOM NT. **Practical pediatric imaging: diagnostic radiology of infants and children**. 3rd ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 1998.

KHOURY, H.J.; HAZIN, C.A.; LIMA, F. R.A.; LOPES, FILHO, F.J. Avaliação da exposição na pele do paciente e das dimensões do campo de radiação em radiografias dentais. **Anais do I Encontro Nacional de Aplicações Nucleares**, Recife, PE, 1991:243 - 52.

KIM JE, NEWMAN B. Evaluation of a Radiation Dose Reduction Strategy for Pediatric Chest CT. **Am. J. Roentgenol AJR**, v. 194, p. 1188-1193, 2010.

KLEINMAN, P.L.; STRAUSS, K.J.; 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**, v.194, p.1611-1619, 2010.

KNOLL, G.F. **Radiation detection and measurement**. New York: John Wiley & Sons, 1989.

LOWE, A; FINCH, A.; DONIFACE, D.; CHAUDHURI, R.; SHEKH DAR, J. **Diagnostic image quality of mobile neonatal**.

LUNELLI, N.A. **Avaliação de Dose de Entrada na Pele em Exames Radiográficos de Tórax em crianças no Hospital de Clínicas de Curitiba**. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UFTPR), dissertação de mestrado, 2006.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria SVS MS 453: Diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico do Ministério da Saúde**. Diário Oficial da União. Brasília, de 02 de junho de 1998.

NOUAILHETAS Y. (n.d). **Apostila Educativa – Radiação Ionizante e a vida**. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Rio de Janeiro. Disponível em: <[www.cnen.gov.br](http://www.cnen.gov.br)>. Acesso em: Set. 2016.

OLIVEIRA, M.L. and KHOURY, H. Influência do Procedimento Radiográfico na Dose de Entrada na Pele de Pacientes em Raios X Pediátricos. **Radiologia Brasileira**, v 36, p.105-109, 2003.

OMS; OPS. Organización Mundial de la Salud; Organización Panamericana de la Salud. Garantía de la calidad en radiodiagnóstico. Publicación Científica n. 469 Washington, DC: OMS y OPS, 1984. **Radiol Bras.**, v. 45, 2012.

PETTERSSON, H.B.; FÄLTH-MAGNUSSON, K.; PERSLIDEN, J. et al. Radiation risk and cost-benefit analysis of a paediatric radiology procedure: results from a national study. **Br J Radiol.**, v. 78, p. 34-38, 2005.

**Princípios Básicos de Segurança e Proteção Radiológica UFRS**. Apostila de Radioproteção e Dosimetria CNEN. Terceira Edição Revisada. set. 2006.

RAISSAKI, M.T. Pediatric Radiation Protection. **Eur Radiol Syllabus**, v.14, 2004.

SHERER, M. A. S., VISCONTI, P. J., RITENOUR, E. R. **Radiation Protection in Medical Radiography**. 4. ed. St. Louis: Mosby, 2002.

SHNEIDER, K.; FENDEL, H.; BAKAWSKI, C.; STEIN, E.; KOHN, M.; KELLNER, M.; et.al. Results of a dosimetry study in the European nonfrequent x ray examinations in infants. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 43, p. 31-36, 1992.

Sidhu M, Goske MJ, Connolly B, et al. Image Gently, Step Lightly: Promoting Radiation Safety in Pediatric Interventional Radiology. **Am. J. Roentgenol AJR**, v. 195, p. 299-301, 2010.

SOCIETY FOR PEDIATRIC RADIOLOGY (SPR). **The Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging** [Internet]. Department of Radiology, Cincinnati, Ohio. Disponível em: <[www.pedrad.org/associations/5364/ig/](http://www.pedrad.org/associations/5364/ig/)>. Acesso em: Abr. 2016.

STRAUSS, K.J., GOSKE, M.J.; KASTE S. C. et al. Image Gently: Ten Steps You Can Take to Optimize Image Quality and Lower CT Dose for Pediatric Patients. **Am. J. Roentgenol AJR**, v. 194, p. 868-873, 2010.

KENNETH, L.; BONTRAGER, JOHN P.; LAMPIGNANO. **Tratado de posicionamento radiográfico e anatomia associada.**; [tradução Vânia Regina de Souza Albuquerque...et al.]. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. il.

TAUHATA, L. et al. **Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos.** 5a edição. Agosto/2003. Rio de Janeiro. IRD/CNEN.

WILLIS, C. E.; PHD; SLOVIS, T. L. M. D. The ALARA Concept in Pediatric CR and DR: Dose reduction in Pediatric Radiographic Exams-a White Paper Conference Executive Summary. **Radiology** 2005; 234: 343-344.

YAKOUMAKIS, E. N., *et al.* Radiation doses in common x-ray examinations carried out in two dedicated paediatric hospitals. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 124, n.4, 2007.