

Avaliação do conhecimento sobre radiação ionizante em métodos de imagem em uma população não médica

Evaluation of knowledge about ionizing radiation in imaging methods in a non-medical population

Ana Caroline Blanco Carreiro¹, Tiago Kojun Tibana², Daiana Lopez Conceição¹, Thaline Mairace das Neves Coutinho³, Thiago Franchi Nunes⁴

Blanco Carreiro AC, Tibana TK, Conceição DL, Coutinho TMN, Nunes TF. Avaliação do conhecimento sobre radiação ionizante em métodos de imagem em uma população não médica / *Evaluation of knowledge about ionizing radiation in imaging methods in a non-medical population*. Rev Med (São Paulo). 2022 mar.-abr.; 101(2):e-188655.

RESUMO: *Objetivos:* Descrever o conhecimento sobre exposição à radiação ionizante de uma população não-médica e avaliar as relações entre a compreensão sobre esses conceitos e os riscos subsequentes. *Material e Métodos:* A pesquisa se constituiu em onze perguntas, e avaliou o conhecimento sobre quais exames utilizam radiação ionizante, exposição à radiação a partir de imagens médicas e malignidades subsequentes induzidas por radiação. Dados sociodemográficos também foram coletados. *Resultados:* 88 respostas foram obtidas. 84% dos pacientes possuíam curso superior completo e 98% já havia realizado algum tipo de exame de imagem na vida. Sobre quais métodos acham que utilizam radiação ionizante: 73% responderam ressonância magnética e 21% ultrassonografia. Quando foi comprado a TC com radiografia de tórax, apenas 11% indicaram que a TC tem 100 vezes a quantidade de radiação e maioria (23%) responderam que tem pouco menos. Em relação à ressonância magnética, quando questionados a quantidade de radiação que uma RM de abdome tem em comparação com uma TC de abdome, a maioria dos participantes (28%) respondeu a mesma quantidade. Sobre o conhecimento da indução de malignidade por radiação, 36% expressaram discordância, sem certeza, com a afirmação verdadeira “pessoa que faz 3-5 TCs tem um risco maior de desenvolver câncer ao longo da vida” e 20% discordaram totalmente. *Conclusão:* Os participantes

do estudo não demonstraram uma compreensão sobre quais exames utilizam radiação ionizante, a dose de radiação e o risco associado às imagens de TC. Além disso, eles não entendiam que a ressonância magnética e a ultrassonografia não os expõem à radiação ionizante. O fato de possuírem ensino superior completo não demonstrou melhorar a compreensão dos conceitos sobre radiação.

Palavras-chave: Tomografia computadorizada; Ressonância magnética; Radiação ionizante; Malignidade.

ABSTRACT: *Objectives:* To describe the knowledge of ionizing radiation exposure in a non-medical population and evaluate the relationship between the understanding of these concepts and the subsequent risks. *Materials and Methods:* The survey consisted in eleven questions, and assessed knowledge about which tests use ionizing radiation, radiation exposure from medical imaging, and subsequent radiation-induced malignancies. Sociodemographic data were also collected. *Results:* 88 responses were obtained. 84% of patients had completed higher education and 98% had already undergone some type of imaging exam in their lifetime. About which methods they think use ionizing radiation: 73% responded MRI and 21% ultrasonography. When chest X-ray was compared with CT, only 11% indicated that CT had 100 times the

Realizado no Hospital Universitário Maria Aparecida Pedrossian da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brasil.

1. Médica residente, Departamento de Radiodiagnóstico do Hospital Universitário Maria Aparecida Pedrossian da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (HUMAP-UFMS), Campo Grande, MS, Brasil. Carreiro ACB - <https://orcid.org/0000-0001-9401-4363>; Conceição DL - <https://orcid.org/0000-0002-6235-472>. Email: anacaroline_bc@hotmail.com, dai_lopez@hotmail.com.
2. Médico residente, Departamento de Radiologia Intervencionista do Hospital Universitário Maria Aparecida Pedrossian da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (HUMAP-UFMS), Campo Grande, MS, Brasil. <https://orcid.org/0000-0001-5930-1383>. Email: tiagotibana@hotmail.com.
3. Médica Radiologista do Departamento de Radiodiagnóstico do Hospital Universitário Maria Aparecida Pedrossian da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (HUMAP-UFMS), Campo Grande, MS, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-6172-5465>. Email: tha_neves@hotmail.com.
4. Doutor, Médico Radiologista Intervencionista do Hospital Universitário Maria Aparecida Pedrossian da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (HUMAP-UFMS), Campo Grande, MS, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-0006-3725>. Email: thiagofranchinunes@gmail.com.

Autor correspondente: Ana Caroline Blanco Carreiro. Av. Senador Filinto Muller, 355 – Vila Ipiranga. Campo Grande, MS. CEP: 79008-190.

amount of radiation and the majority (23%) responded that it had a little less. Regarding MRI, when asked the amount of radiation that an MRI of abdomen has compared to a CT of abdomen, most participants (28%) responded the same amount. About the knowledge of radiation induction of malignancy, 36% expressed disagreement, without certainty, with the true statement “person who undergoes 3-5 CTs has a higher risk of developing cancer throughout life” and 20% totally disagreed. *Conclusion:* Study

INTRODUÇÃO

O advento da tomografia computadorizada (TC) revolucionou a radiologia diagnóstica, e desde a década de 70, o seu uso aumentou drasticamente¹. Dados americanos mostram que 80,6 milhões de tomografias foram realizadas em 2012, contra 2 milhões em 1983². O volume de tomografia computadorizada da coluna cervical, tórax, abdômen e crânio de pacientes adultos aumentaram 463%, 226%, 72% e 51%, respectivamente, de 2000 a 2005³. Em crianças, observou-se que o uso de TC dobrou para menores de 5 anos e triplicou para de 5 a 14 anos entre 1996 e 2005, mas houve uma mudança na tendência após esse período, permanecendo estável entre 2006 e 2007 e depois começou a diminuir⁴.

Enquanto a TC ajuda a fazer diagnósticos mais rápidos e precisos, os médicos se tornam cada vez mais conscientes da exposição à radiação associada. Essa exposição apresenta o risco potencial a longo prazo de malignidades induzidas por radiação, principalmente em crianças e adultos jovens. Com base em dados epidemiológicos, a exposição à radiação de uma TC abdominopélvica, que é de aproximadamente 10 mSv, confere um risco estimado em 1: 2000 de desenvolver câncer⁵. Brenner e Hall estimaram que aproximadamente 2% de todos os casos de câncer em 2007 nos Estados Unidos foram causados por imagens médicas¹, enquanto Berrington de González et al.⁶ sugerem que essa tendência continuará, totalizando 29.000 cânceres por ano.

Em 2010, crescentes preocupações com os riscos de radiação ionizante de imagens médicas levaram a *Food and Drug Administration* (FDA) a pedir uma iniciativa para diminuir a quantidade de radiação atribuível às imagens médicas. Um componente essencial dessa iniciativa envolve aumentar a conscientização sobre os riscos que as imagens médicas representam⁷. No entanto, os conhecimentos dos pacientes sobre a quantidade de radiação exposta a eles em testes avançados de imagem médica, bem como os riscos a jusante dessa exposição à radiação, apenas começaram a ser caracterizados.

Estudos recentes sugerem que os pacientes subestimam a quantidade de radiação da TC em comparação com uma radiografia de tórax e não entendem o potencial problema a jusante dos cânceres induzidos por radiação^{8,9}. Apesar disso, os pacientes aumentam substancialmente a confiança na avaliação diagnóstica se a imagem médica,

participants did not demonstrate an understanding of which tests use ionizing radiation, the radiation dose, and the risk associated with CT imaging. In addition, they did not understand that MRI and ultrasonography does not expose them to ionizing radiation. The fact of having completed higher education has not been shown to improve understanding of radiation concepts.

Keywords: Computed tomography; Magnetic resonance; Ionizing radiation; Radiation-induced; Malignancy.

principalmente a TC for realizada⁹. Embora fundamentais, os relatórios anteriores eram limitados, pois não avaliavam se os pacientes entendiam a diferença entre fontes de radiação ionizante, como TC, e exames de imagem que não sujeitam os pacientes a essa radiação, como ressonância magnética (RM) e ultrassonografia (US).

Nosso objetivo principal foi caracterizar o conhecimento de uma população não médica sobre a exposição à radiação associada à TC e o risco de malignidades induzidas por radiação.

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de estudo de pesquisa transversal com pacientes adultos maiores que 18 anos, não internados, leigos na área da saúde, que representavam a população geral. Foram excluídos do estudo pacientes incapazes de ler em português, incapazes de responder o questionário e com estado mental alterado.

Um total de 150 questionários eletrônicos foram enviados no período de dezembro de 2020 a fevereiro de 2021, totalizando 88 respostas enviadas por meio de aplicativo eletrônico (*Survey Monkey* enviados via WhatsApp). A pesquisa se constituiu em onze perguntas e avaliou o conhecimento sobre quais exames de imagem utilizam radiação ionizante, a exposição à radiação a partir de imagens médicas e malignidades subsequentes induzidas por radiação e foi baseada em uma pesquisa publicada anteriormente.

As três primeiras perguntas foram sobre dados sociodemográficos, como idade, sexo e nível de escolaridade. As próximas duas perguntas eram se o paciente já havia realizado algum exame de imagem e qual era o exame, sendo possível marcar uma ou mais respostas. As últimas seis perguntas da pesquisa confirmaram a compreensão dos pacientes sobre: 1) quais métodos utilizam radiação ionizante (sendo possível marcar mais de uma resposta); 2) a quantidade relativa de radiação exposta a partir da TC de abdome em comparação com uma única radiografia (raio-x) do tórax; 3) a quantidade relativa de radiação exposta a partir da RM em comparação com a tomografia; 3) a quantidade de radiação em uma ultrassonografia em comparação com a RM e 4) a possibilidade de malignidades induzidas por radiação da TC e RM.

Foi elaborado um banco de dados utilizando o software Microsoft Excel, onde as respostas foram inseridas e verificadas pelo pesquisador.

RESULTADOS

Dos 150 questionários enviados, 88 respostas foram obtidas. Os dados são apresentados como porcentagens.

Características dos sujeitos do estudo

Em relação ao sexo, 66% eram feminino e 34% masculino. E por último, em relação ao nível de escolaridade, 84% dos entrevistados possuíam curso superior completo, 9% ensino médio completo e 7% ensino superior incompleto, conforme mostra a Figura 1.

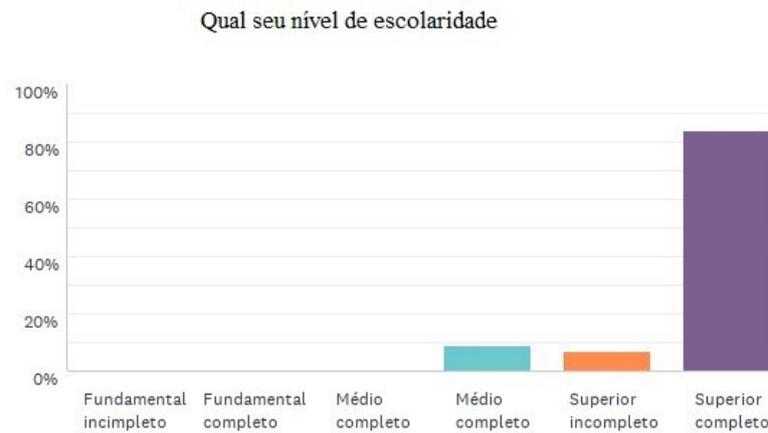


Figura 1. Nível de escolaridade dos participantes.

Resultados principais

Quando questionados se já haviam realizado algum exame de imagem, 98% responderam que sim e apenas 2% que não, o que confirma o grau de confiança que a população tem nos exames de imagem para o correto diagnóstico e a importância de conhecer que tipo de radiação é utilizada

e se oferecem risco de malignidade. Sobre qual exame de imagem já havia realizado, (sendo possível marcar mais de uma resposta), conforme mostra a Figura 2, 84% responderam raio-x, 84% ultrassonografia, 63% ressonância magnética, 41% tomografia computadorizada e 30% mamografia.

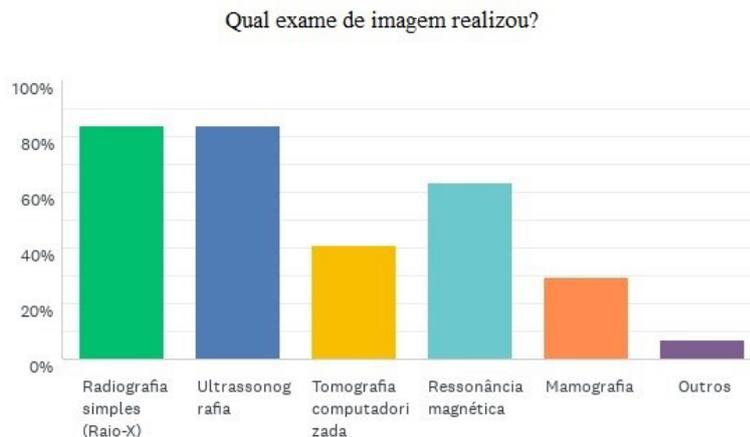


Figura 2. Qual exame de imagem realizou.

A Figura 3 mostra que os participantes demonstraram uma errada compreensão sobre quais métodos acham que utilizam radiação ionizante: 73% responderam ressonância magnética e 21% ultrassonografia, sendo que tais métodos

são livres de radiação ionizante. As outras respostas foram: 52% radiografia simples, 50% tomografia computadorizada e 27% mamografia.

Quais destes métodos você acha que utiliza radiação ionizante? (Pode marcar uma ou mais respostas)

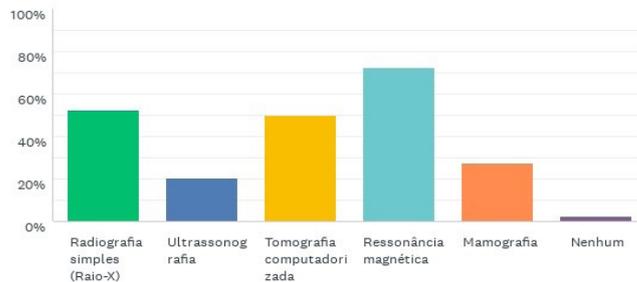


Figura 3. Quais métodos acha que utiliza radiação ionizante.

Os participantes também tiveram uma compreensão limitada da quantidade relativa de radiação ionizante de TC de abdome em comparação com uma radiografia simples de tórax, conforme mostra a Figura 4: apenas 11% indicaram

corretamente que a TC tem 100 vezes a quantidade de radiação. Erroneamente, 21% responderam muito menos (praticamente sem radiação), 23% indicaram pouco menos e 20% a mesma quantidade de radiação.

Quanta radiação uma TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA de abdome tem em comparação com uma RADIOGRAFIA SIMPLES de tórax?

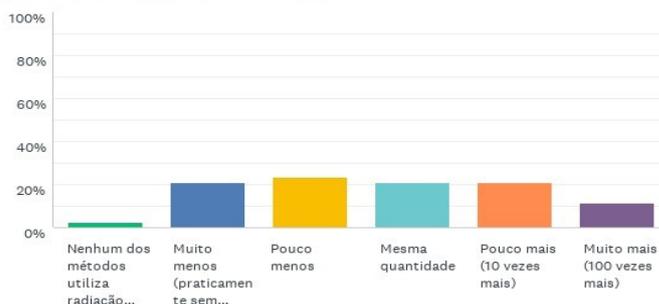


Figura 4. Comparação da quantidade de radiação entre TC e Raio-x.

Em relação à ressonância magnética, quando questionados a quantidade de radiação que uma RM de abdome tem em comparação com uma TC de abdome, novamente de forma errada, a maioria dos participantes

(28%) respondeu a mesma quantidade, conforme mostra a Figura 5. As outras respostas foram 23% muito menos (praticamente sem radiação), 23% pouco mais (10 vezes mais), 14% muito mais (100 vezes mais), e 9% pouco menos.

Quanta radiação uma RESSONÂNCIA MAGNÉTICA de abdome tem em comparação com uma TOMOGRAFIA de abdome?

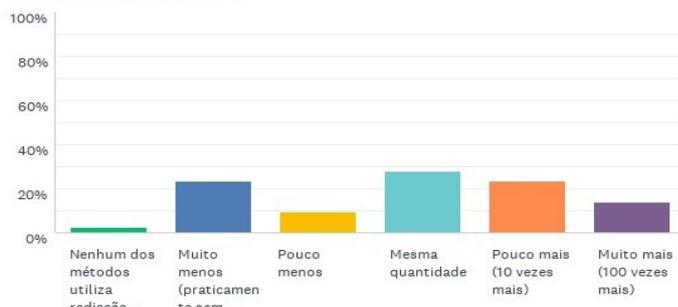


Figura 5. Comparação da quantidade de radiação ionizante entre RM e TC

Ainda sobre esse tema, foi questionada quanta radiação uma ultrassonografia de abdome tem em comparação com uma RM de abdome, conforme demonstrado na Figura 6: 32% respondeu a mesma

quantidade, 23% muito menos (praticamente sem radiação), 20% respondeu corretamente que nenhum dos métodos utiliza radiação ionizante, 11% pouco menos, 9% pouco mais (10 vezes mais) e 3% muito mais (100 vezes mais).

Quanta radiação uma ULTRASSONOGRAFIA de abdome tem em comparação com uma RESSONÂNCIA MAGNÉTICA de abdome?

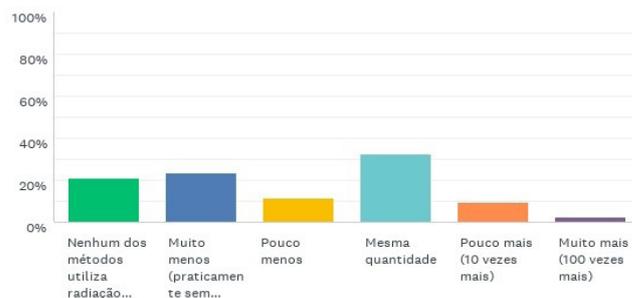


Figura 6. Comparação da quantidade de radiação ionizante do USG e RM

Tais respostas demonstram que a população que está realizando os exames, não tem conhecimento correto sobre quais exames utilizam ou não radiação ionizante.

Sobre o conhecimento da indução de malignidade por radiação, 36% expressaram discordância, sem certeza, com a afirmação verdadeira “pessoa que faz 3-5 TCs tem um risco maior de desenvolver câncer ao longo da vida” e 20% discordaram totalmente. As outras respostas foram: 15% não tem ideia, 15% acham que sim, porém não tem certeza e a minoria, apenas 11% responderam corretamente que sim. A mesma pergunta foi realizada em relação à RM da seguinte forma: “você acha que uma pessoa que fez 3-5 RMs tem um risco maior de desenvolver câncer ao longo da vida?”, 34% responderam que acham que não, porém não tem certeza e 25% respondeu corretamente que não. As outras respostas foram: 16% não tem ideia, 16% acham que sim, porém não tem certeza e 9% sim.

DISCUSSÃO

Conforme relatado anteriormente, descobrimos que a população leiga na área de saúde, mesmo a maioria possuindo ensino superior completo, não entendiam quais métodos utilizam ou não radiação ionizante, a quantidade de radiação associada à TC e também não entendiam que essa exposição à radiação os colocava em um risco aumentado de desenvolver câncer ao longo da vida. Praticamente todas as pessoas dessa mesma população já realizou algum tipo de exame durante a sua vida e não possuíam o conhecimento de que a ressonância magnética e a ultrassonografia não utilizam radiação ionizante.

O suporte adicional para o uso liberal da TC aconteceu, pois ela demonstrou aumentar a certeza

do diagnóstico do médico de emergência, diminuir a necessidade de cirurgia de emergência de 13% para 5% e evitar até 24% das admissões hospitalares⁹. Fora do ambiente hospitalar, observa-se o mesmo cenário: aumento das solicitações dos exames de imagens na ajuda dos diagnósticos e aumento da confiança dos pacientes nas imagens como métodos auxiliares. Apesar desses benefícios, no entanto, há uma preocupação crescente de que a TC esteja sendo usada em demasia e estima-se que 1,5% a 2,0% de todos os cânceres nos Estados Unidos podem agora ser atribuídos à radiação dos exames de TC⁹.

O mesmo cenário é observado nos pacientes pediátricos: a utilização das radiações ionizantes para o diagnóstico tornou-se uma prática comum e seus benefícios são inquestionáveis. Entretanto, ainda que se justifique a utilização de tais radiações na prática médica, em razão do benefício que trarão ao paciente, não devem ser esquecidas as normas e técnicas de proteção radiológica. Isto significa que todos os pacientes devem receber a máxima atenção, no intuito de minimizar a possibilidade de efeitos biológicos, agudos ou tardios, resultantes da exposição à radiação¹⁰.

A TC utiliza maior dose de radiação que a radiologia convencional. Os tomógrafos com múltiplas fileiras de detectores, que permitem cortes cada vez mais finos e as múltiplas fases contrastadas, aumentam ainda mais a dose de radiação. A utilização indiscriminada deste método diagnóstico veio contribuir de forma muito importante para o aumento da dose de radiação dada aos pacientes a cada exame. O radiologista deve lembrar ao médico solicitante sobre os riscos provenientes da radiação e sugerir outros métodos de imagem que possam fazer o diagnóstico, como a ultrassonografia e a ressonância magnética. Estudos sobre o risco de desenvolvimento de câncer causado pelos

efeitos da radiação provêm de dados de sobreviventes de ataques nucleares. Pacientes submetidos a doses de radiação média de 40 mSv, que corresponde a uma tomografia de abdome com quatro fases, apresentam aumento do risco de desenvolvimento de diversos tipos de neoplasias. As crianças são especialmente suscetíveis à radiação, pela maior radiosensibilidade e/ou pela maior quantidade de anos a serem vividos¹¹.

Desde a década de 1980, estudos com trabalhadores da indústria nuclear têm sido conduzidos para fornecer informações diretas sobre esses efeitos. O estudo epidemiológico de mortalidade INWORKS entre trabalhadores da indústria nuclear é um exemplo e produziu informações estatísticas que permitiram estimar de forma relativamente precisa o risco de mortalidade por câncer em uma população que tendia a acumular exposições a taxas de dose baixa (média de 25mSv) ao longo de um período prolongado de tempo, com uma duração média de emprego de 15 anos. Essas descobertas representam um acréscimo substancial à base científica para a compreensão dos riscos de câncer de exposição prolongada à radiação ionizante com taxa de dose baixa¹².

A agência internacional de energia atômica (IAEA) coletou dados mundiais em 2019, sobre as doses cumulativas de radiação para avaliar a magnitude dos pacientes acima de um nível definido (>100mSv), e observou que o número de pacientes com essa dose é muito maior do que o previamente conhecido ou antecipado e forneceu evidências fortes de um risco aumentado de mortalidade por câncer¹³.

No Brasil, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) estabelece três princípios básicos de radioproteção: justificação, otimização e limitação de doses individuais. O princípio da justificação afirma que qualquer atividade envolvendo radiação deve ser justificada em relação a outras alternativas e produzir um benefício líquido positivo para a sociedade. O princípio da otimização estabelece que todas as exposições devem ser mantidas tão baixas quanto razoavelmente exequíveis (ALARA). O último princípio impõe que as doses individuais de trabalhadores e de indivíduos do público não devem exceder os limites anuais de doses estabelecidos pela CNEN¹⁴.

Conforme enfatizado pelo American College of Radiology, o consentimento informado é um processo de comunicação que envolve a tomada de decisão compartilhada entre um médico e um paciente. Embora os pacientes possam mostrar confiança em seus médicos para fazer o que é melhor para eles, os pacientes devem ser encorajados a assumir um papel mais ativo em seus cuidados de saúde para melhorar a qualidade, eficiência e resultados de saúde. A falta de conhecimento dos pacientes em relação aos procedimentos médicos e de imagem, constatados por este estudo e muitos outros, sugere que os pacientes não estão suficientemente envolvidos em seus próprios cuidados de saúde¹⁵.

Dadas as crescentes preocupações sobre a exposição desnecessária à radiação de imagens médicas, nossos resultados sugerem que os esforços para reduzir imagens médicas desnecessárias precisarão não apenas abordar as práticas dos profissionais de saúde, mas também incluir educação e conscientização do paciente.

Em resumo, os provedores devem estar cientes de que seus pacientes não têm a base de conhecimento para pesar apropriadamente os possíveis danos contra os possíveis benefícios ao considerar a possibilidade de se submeter a imagens médicas, especialmente TC. Isso aponta para a necessidade de uma melhor educação do paciente, para que possam tomar decisões mais informadas sobre seus cuidados de saúde. As direções futuras neste campo podem se concentrar em qual nível mínimo de informação seria suficiente para os pacientes realmente se envolverem na tomada de decisão compartilhada no que se refere à escolha do teste de imagem. À medida que a ciência da imagem médica avança, particularmente no campo do ultrassom e do uso de ressonância magnética, essa será uma parte ainda mais crítica do encontro com o paciente. O apoio à decisão clínica será de particular valor quando mais informações e opções de diagnóstico estiverem disponíveis.

CONCLUSÕES

Os participantes do estudo não demonstraram uma compreensão sobre quais exames utilizam radiação ionizante, a dose de radiação e o risco associado às imagens de TC. Além disso, eles não entendiam que a ressonância magnética e ultrassonografia não os expõe à radiação ionizante e, portanto, não aumenta o risco de desenvolver câncer ao longo da vida. O fato de possuírem ensino superior completo não demonstrou melhorar a compreensão dos conceitos sobre radiação. As direções futuras nesta linha de pesquisa podem se concentrar em meios eficazes de tomada de decisão compartilhada no que diz respeito ao uso de imagens médicas na investigação diagnóstica e a realização de campanhas pelas autoridades de saúde para divulgar o conhecimento sobre os riscos de malignidade pela exposição à radiação ionizante.

Apêndice I. Conhecimento sobre Radiação

1. Qual a sua idade (em anos)?

2. Sexo FEMININO MASCULINO

3. Qual o seu nível de escolaridade?

- Fundamental incompleto
- Fundamental completo
- Médio incompleto
- Médio completo
- Superior incompleto
- Superior completo.

4. Você já realizou algum exame de imagem? SIM NÃO (Caso responda não, pule para a pergunta 6)

5. Qual exame de imagem realizou? (Pode marcar uma ou mais respostas)

- Radiografia simples (Raio-X)
- Ultrassom
- Tomografia computadorizada
- Ressonância magnética
- Mamografia
- Outros

6. Quais desses métodos você acha que utilizam radiação ionizante? (Pode marcar uma ou mais respostas)

- Radiografia simples
- Ultrassom
- Tomografia computadorizada
- Ressonância magnética
- Mamografia
- Nenhum

7. Quanta radiação uma TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA de abdome tem em comparação com uma RADIOGRAFIA SIMPLES de tórax?

- Nenhum dos métodos utiliza radiação ionizante.
- Muito menos (praticamente sem radiação)
- Pouco menos (10 vezes menos)
- Mesma quantidade
- Pouco mais (10 vezes mais)
- Muito mais (100 vezes mais)

8. Quanta radiação uma RESSONÂNCIA MAGNÉTICA de abdome tem em comparação com uma TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA de abdome?

- Nenhum dos métodos utiliza radiação ionizante.
- Muito menos (praticamente sem radiação)

- Pouco menos (10 vezes menos)
- Praticamente a mesma
- Pouco mais (10 vezes mais)
- Muito mais (100 vezes mais)

9. Quanta radiação uma ULTRASSONOGRAFIA de abdome tem em comparação com uma RESSONÂNCIA MAGNÉTICA de abdome?

- Nenhum dos métodos utiliza radiação ionizante.
- Muito menos (praticamente sem radiação)
- Pouco menos (10 vezes menos)
- Praticamente a mesma
- Pouco mais (10 vezes mais)
- Muito mais (100 vezes mais)

10. Você acha que uma pessoa que fez de 3 a 5 TOMOGRAFIAS COMPUTADORIZADAS tem um risco maior de desenvolver câncer ao longo da vida?

- Não
- Acho que não, porém não tenho certeza
- Não tenho ideia
- Acho que sim, porém não tenho certeza
- Sim

11. Você acha que uma pessoa que fez de 3 a 5 RESSONÂNCIAS MAGNÉTICAS tem um risco maior de desenvolver câncer ao longo da vida?

- Não
- Acho que não, porém não tenho certeza
- Não tenho ideia
- Acho que sim, porém não tenho certeza
- Sim

Participação dos autores: Ana Caroline Blanco Carreiro, Tiago Kojun Tibana, Daiana Lopez Conceição e Thaline Mairace das Neves Coutinho - participaram realizando coleta de dados, análise e interpretação e redigiram a primeira versão do manuscrito. Thiago Franchi Nunes - participou na revisão final e aprovação do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography-an increasing source of radiation exposure. *Engl J Med.* 2007;357(22):2277-84. doi: 10.1056/NEJMra072149.
- Replinger MD, Li AJ, Svenson JE, Ehlenbach WJ, Westergaard RP, Reeder SB, Jacobs EA. Emergency Department patients' perceptions of radiation from medical imaging. *WMJ.* 2016;115(1):22-8. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4980072/>
- Broder J, Warshauer DM. Increasing utilization of computed tomography in the adult emergency department, 2000-2005. *Emerg Radiol.* 2006;13(1):25-30. doi: 10.1007/s10140-006-0493-9.
- Miglioretti DL. The use of computed tomography in pediatrics and the associated radiation exposure and estimated cancer risk. *JAMA Pediatr.* 2013;167(8):700-7. doi: 10.1001/jamapediatrics.2013.311.
- Dixon AK, Dendy P. Spiral CT: how much does radiation dose matter? *Lancet.* 1998;352(9134):1082-3. doi: 10.1016/S0140-6736(05)79751-8.
- Berrington de González A, Mahesh M, Kim K-P, et al. Projected cancer risks from computed tomographic scans performed in the United States in 2007. *Arch Intern Med.* 2009;169(22):2071-7. doi: 10.1001/archinternmed.2009.440.
- Research C for DE and. Initiative to reduce unnecessary radiation exposure from medical imaging - White paper: Initiative to reduce unnecessary radiation exposure from medical imaging. Available from: <http://www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/RadiationSafety/RadiationDoseReduction/ucm199994.htm>.
- Lee CI, Haims AH, Monico EP, Brink JA, Forman HP. Diagnostic CT scans: assessment of patient, physician, and radiologist awareness of radiation dose and possible risks. *Radiology.* 2004;231(2):393-8. doi: 10.1148/radiol.2312030767.
- Baumann BM, Chen EH, Mills AM, Glaspey L, Thompson NM, Jones MK, Farner MC. Patient perceptions of computed tomographic imaging and their understanding of radiation risk and exposure. *Ann Emerg Med.* 2011;58(1):1-7.e2. doi: 10.1016/j.annemergmed.2010.10.018.
- Travassos LV, Boechat MCB, Santos EN, Oliveira SR, Silva MO, Carvalho ACP. Avaliação das doses de radiação

- em uretrocistografia miccional de crianças. *Radiol Bras.* 2009;42(1):21-5. doi: 10.1590/S0100-39842009000100006
11. Parente, DB. O risco da radiação no uso indiscriminado da tomografia computadorizada. *Radiol Bras.* 2013;46(2):v-vi. doi: 10.1590/S0100-39842013000200001
 12. Laurier D, Richardson DB, Cardis E, Daniels RD, Gillies M, O'Hagan J, Hamra GB, Haylock R, Leuraud K, Moissonnier M, Schubauer-Berigan MK, Thierry-Chef I, Kesminiene A. The International Nuclear Workers Study (Inworks): A Collaborative Epidemiological Study to Improve Knowledge About Health Effects of Protracted Low-Dose Exposure. *Radiat Protect Dosimetry.* 2017;173(1):21-5. doi: doi.org/10.1093/rpd/ncw314.
 13. Brambilla M. Multinational data on cumulative radiation exposure of patients from recurrent radiological procedures: call for action. *Eur Radiol.* 2020;30(5):2493-501. doi: 10.1007/s00330-019-06528-7.
 14. Madrigano RR, Abrão KC, Puchnick A, et al. Avaliação do conhecimento de médicos não radiologistas sobre aspectos relacionados à radiação ionizante em exames de imagem. *Radiol Bras.* 2014;47(4):210-16. doi: https://doi.org/10.1590/0100-3984.2013.1840
 15. Hollada J, Speier W, Oshiro T, Marzan-McGill R, Ruehm SG, Bassett LW, Wells C. Patients' perceptions of radiation exposure associated with mammography. *AJR Am J Roentgenol.* 2015;205(1):215-21. doi: 10.2214/AJR.14.13650.
- Submetido: 20.07.2021
Aceito: 11.11.2021