

Radioterapia durante a gravidez: aspectos físicos relevantes para segurança radiológica do feto

Radiation during pregnancy: physical aspects relevant to radiological safety of the fetus

Marco A. R. Fernandes¹, Jessica Pasqueta², Isabela S. L. Branco², Luiza L. C. Meira² e Humberto A. S. Morelli²

¹Departamento de Dermatologia e Radioterapia, Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) – Botucatu (SP), Brasil.

²Instituto de Biociências de Botucatu, UNESP – Botucatu (SP), Brasil.

Resumo

O trabalho apresenta os aspectos físicos e de proteção radiológica envolvidos nos procedimentos de radioterapia realizados em pacientes em período de gravidez que contribuam para a segurança e desenvolvimento do feto. Foram analisados estudos de casos clínicos com gravidez confirmada, submetidos à radioterapia. O trabalho também analisou os protocolos de dosimetria específicos para diferentes campos de tratamento considerando a dose absorvida estimada na região fetal, através de medidas experimentais e simulações computacionais apresentadas na literatura. São discutidos os conceitos de radiação de fetos apresentados no Relatório da AAPM TG 36 enfocando a influencia do uso de blindagem apropriada e a distribuição de dose periférica fora do campo de radiação primário. Os estudos não mostram um consenso quanto à dose limiar para exposição fetal, estando os valores variando entre 2 e 25 cGy, dependendo do período gestacional e da posição no interior do abdômen. Conforme preconizado pelos órgãos de proteção radiológica no Brasil, a dose equivalente de radiação no abdômen da mulher grávida ocupacionalmente exposta não deve exceder a 2,0 mSv durante todo o período de gravidez. As medidas mostram que os principais fatores que contribuem para o aumento de dose no feto são: radiação de fuga do cabeçote, espalhamento pelo colimador e dispersão pelo tecido da região irradiada circunvizinha à região do feto. Os resultados das pesquisas e situações clínicas reais ilustradas nos artigos científicos analisados indicam que a radioterapia em pacientes grávidas é exequível, desde que a dose no feto seja inferior aos limiares indicados, o que pode ser atingido mediante o uso de blindagens e configurações de campos de radiação apropriados e corretamente planejados por físicos especialistas que deverão simular previamente ao tratamento. O trabalho pretende contribuir para subsidiar a decisão terapêutica em procedimentos radioterápicos em pacientes grávidas apontando os riscos e benefícios quando da necessidade do tratamento.

Palavras-chave: radioterapia, gravidez, proteção radiológica, feto.

Abstract

The work presents the physical and radiological protection procedures involved in radiotherapy performed in patients during pregnancy that contribute to the security and development of the fetus. We analyzed clinical cases studies with confirmed pregnancy undergoing radiotherapy. The study also analyzed the dosimetry protocols specific to different treatment fields considering the absorbed dose in the region estimated fetal through experimental measurements and computer simulations presented in the literature. It is discussed the concepts of radiation fetuses presented in the Report of the AAPM TG 36 focusing on the influence of the use of appropriate shielding and peripheral dose distribution outside the primary radiation field. Studies show no consensus on the threshold dose for fetal exposure, with values ranging between 2 and 25 cGy, depending on gestational age and position within the abdomen. As recommended by the organs of radiological protection in Brazil, the equivalent dose of radiation to the abdomen of pregnant women occupationally exposed should not exceed 2.0 mSv for the entire period of pregnancy. The measurements show that the main factors contributing to the increase in dose to the fetus are: radiation trail head, scattering from the collimator and dispersion by tissue irradiated region to the region surrounding the fetus. The results of research and clinical situations illustrated in reviewed scientific articles indicate that radiotherapy in pregnant patients is feasible, provided that the dose to the fetus is less than the threshold values, which can be achieved by the use of screens and settings fields Radiation appropriate and properly planned by experts who should simulate physical prior to treatment. The work aims to contribute to subsidize the treatment decision in radiotherapy procedures in pregnant patients pointing out the risks and benefits when the need for treatment.

Keywords: radiotherapy, pregnancy, radiation protection, fetus.

Introdução

A aplicação de radiações ionizantes em procedimentos médicos realizados em mulheres grávidas é desaconselhada na maioria das condutas clínicas e contraindicada pelos especialistas.

Uma vez confirmada a gravidez, a recomendação médica é a interrupção imediata da radioterapia e a busca por outra terapêutica que não utilize fontes de radiações ionizantes ou a continuidade do tratamento após o parto. No entanto, em determinadas situações, não é possível adiar a radioterapia. Nestes casos é fundamental o replanejamento considerando a segurança do feto¹⁻³.

A falta de informações sobre os limiares de dose fetal segura e ausência de técnicas experimentais que possam estimar a distribuição de dose periférica na região abdominal são os principais motivos para o comportamento evasivo e discrepante entre as decisões e condutas dos especialistas médicos da área⁴.

O receio em relação ao tratamento com radiações ionizantes, em muitos casos, não encontra respaldo na literatura, que (embora escassa sobre o assunto) ilustra situações de casos clínicos onde o feto, mesmo após submetido à radiações, teve o nascimento saudável e seguimento da qualidade de vida com até quinze anos pós irradiação, gozando da idade juvenil sem apresentar sequelas radiobiológicas^{5,6}.

Dados de anomalias desenvolvidas em fetos e crianças irradiadas referem-se, na maioria dos relatos, de casos resultantes do desastre radiológico da bomba de Hiroshima, como, por exemplo, a diminuição do tamanho da cabeça, aumento do retardo mental e até a letalidade. No entanto, pouco se sabe sobre os efeitos de baixas doses em feto, nem mesmo da exposição médica controlada^{7,8}.

O conhecimento de técnicas apropriadas de dosimetria das radiações se torna ainda mais importante nos casos quando se descobre o estado gestacional durante os procedimentos radioterápicos, tornando-se necessário estimar a dose já liberada no feto, o que envolve a dosimetria e simulações dos campos de radiação realizados até então^{9,10}.

Embora a incidência de câncer durante a gravidez seja rara, atualmente a sua ocorrência tem aumentado, principalmente, em face ao aumento da idade da primeira gestação. Fato este que realça a importância de se desenvolver estudos e técnicas de radioterapia que garantam a segurança radiológica da paciente e do seu feto^{11,12}.

Material e Métodos

Foram analisados os casos clínicos de radioterapia realizada antes e durante a gestação e encontrados na literatura.

As patologias mais comuns ocorridas nos estudos foram: doença de Hodgkin, câncer de mama, tumores cerebrais e tumores de cabeça e pescoço.

A idade das pacientes irradiadas variou entre 18 a 45 anos. A maioria dos casos observados estava no segundo trimestre de gravidez.

Os equipamentos emissores de radiação, na maioria dos casos, foram aceleradores lineares, com energia de 6 a 10 MV^{1,3,7,10,11,13,14}.

Os campos de radiação seguem os protocolos radioterápicos convencionais, quer sejam campos oblíquos e opostos em casos de câncer de mama, campos paralelo-opostos em tumores de cabeça e pescoço e de cérebro ou radiação supradiagmática com campos alargados e irregulares em doença de Hodgkin^{15,16}.

O uso de blindagem de chumbo acondicionada em dispositivos sobre a região pélvica e abdominal foi elemento essencial para a redução significativa da dose na região fetal¹⁷. Os trabalhos ilustraram blindagens na forma de placa de espessura média de 5,0 cm, em alguns casos foram utilizadas combinações de espessura de chumbo com camadas de alumínio. A Figura 1 ilustra a composição do sistema de colimação utilizado⁶.

A Figura 2 mostra o esquema de posicionamento de uma blindagem constituída de liga de cerrobend, material atualmente confeccionado na rotina dos serviços de radioterapia para proteção de órgãos sadios vitais circunvizinhos ao campo de radiação⁷.

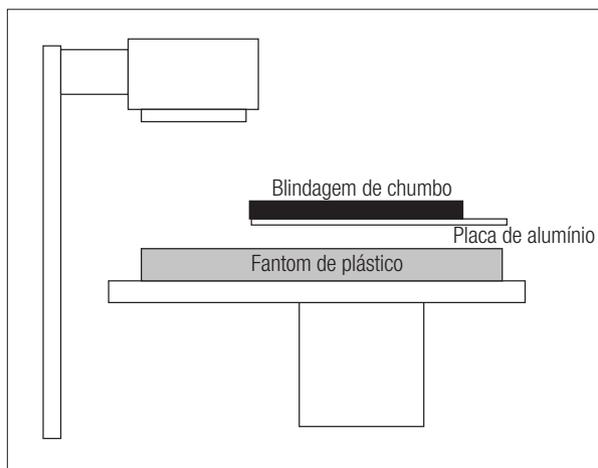


Figura 1. Sistema de colimação abdominal.

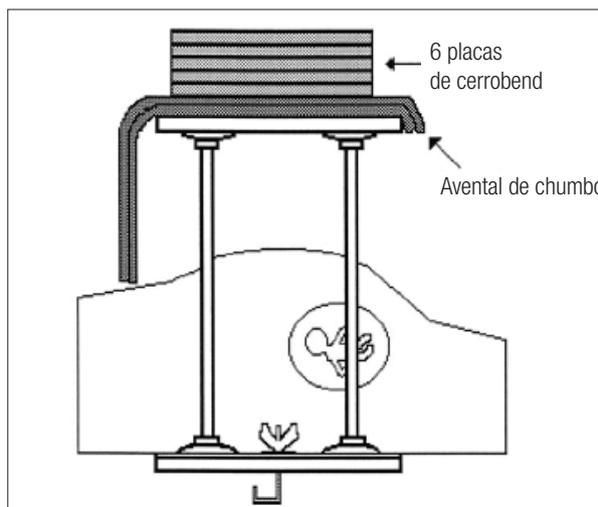


Figura 2. Esquema de posicionamento do sistema de blindagem.

Nos procedimentos de dosimetria dos campos de radiação foram utilizadas câmaras de ionização e sistemas radiométricos calibrados para a energia do feixe aplicado. As câmaras de ionização foram posicionadas nas profundidades de referência e em pontos de interesse no interior de fantoms de água e fantoms antropomórficos, realçando a possível posição do feto de acordo com o período de gestação.

Para análise da distribuição de dose periférica, foram também utilizados dosímetros termoluminescentes distribuídos em pontos de interesse representantes de regiões anatômicas críticas, que representam maior radiosensibilidade e doses limiares inferiores.

A Figura 3 ilustra a geometria do fantom de dosimetria e o posicionamento dos detectores⁷.

O relatório TG-36 da American Association of Physicists in Medicine (AAPM) utiliza um fantom de água retangular, sem uso de blindagem, para a estimativa da dose. Quando considerada a blindagem, é utilizado um fantom antropomórfico. Em ambos os casos considera-se a variação da circunferência abdominal e a posição do feto^{4,8}.

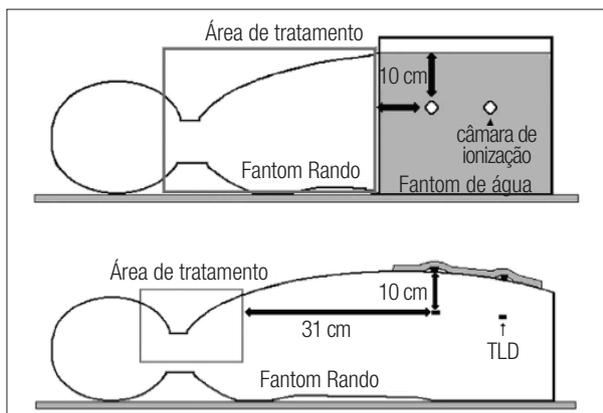


Figura 3. Geometria do fantom de dosimetria.

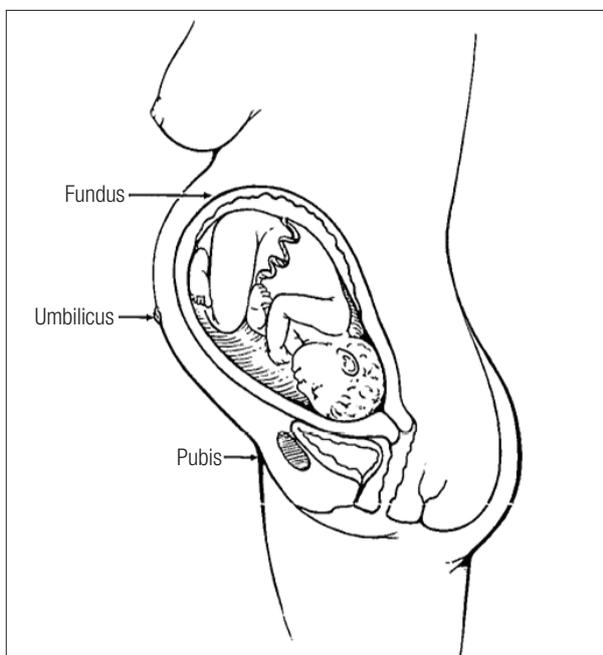


Figura 4. Pontos anatômicos de interesse dosimétrico.

A Figura 4 realça os pontos anatômicos de interesse para determinação da dose fetal, tais como a sínfise, o umbigo e fundo do útero⁸. As Figuras 5 e 6 ilustram a variação da circunferência abdominal em função do período gestacional⁸.

Resultados

Para cânceres de mama, a dose fetal varia de 0,05 a 0,15 Gy para uma dose total de 50 Gy. No final da gravidez, quando o feto está maior e mais próximo do campo, a dose pode chegar até 2,0 Gy. O uso de blindagem adicional reduz significativamente a dose no feto para um valor de 0,039 Gy^{3,18}.

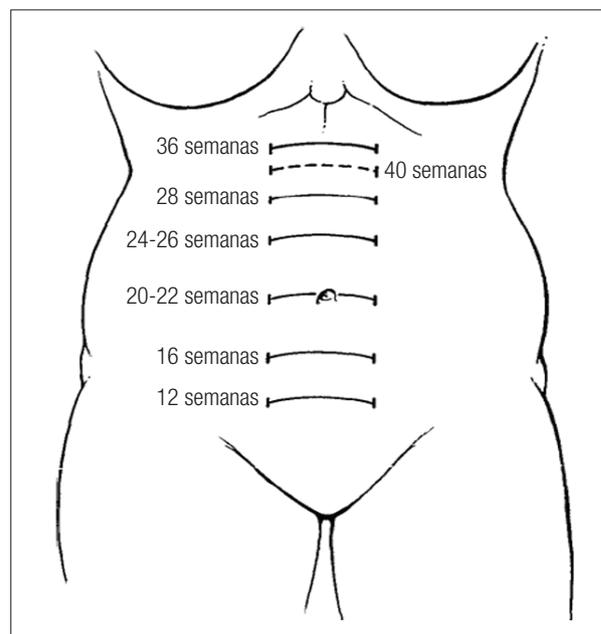


Figura 5. Circunferência abdominal versus período gestacional.

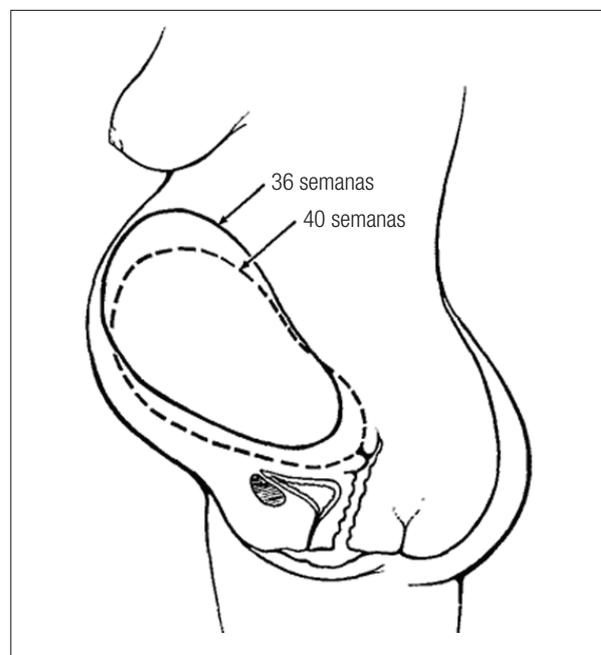


Figura 6. Variação lateral da circunferência abdominal.

Tabela 1. Riscos em função da dose absorvida.

Dose (Gy)	Riscos
<0,05	Baixo risco de danos
0,05–0,10	Risco incerto
0,10–0,50	Risco significativo de danos durante o 1º trimestre
>0,50	Alto risco de dano durante todos os trimestres

No caso de doença de Hodgkin, a dose máxima no feto relatada na literatura foi de 0,186 Gy. A dose média fetal obtida por simulação com Método de Monte Carlo (MCNPX) utilizando fantom representativo da mulher grávida variou de 0,18 a 0,641% da dose administrada no mediastino com uso de blindagem durante toda a gestação^{9,19}.

Nos casos de tumores cerebrais e de cabeça e pescoço, a dose máxima no feto, sem uso de blindagem, foi de 0,022 Gy para uma dose total de 54 Gy usando um acelerador linear marca Varian de 6 MV. Quando utilizado um acelerador linear da ABB de 16 MV, a dose máxima foi de 0,59 Gy³.

O uso de colimadores multi lâminas (MLC) reduziu a dose no feto em 10%⁸. O uso de blindagem sobre a região abdominal de modo geral reduz a dose fetal em 50%⁴.

Os resultados experimentais para tumores de nasofaringe mostraram que a dose média no feto independe do ângulo de incidência do feixe de radiação¹⁰.

A Tabela 1 ilustra os riscos de ocorrência de danos biológicos em função da dose independente do período gestacional⁸.

Valores da distribuição de dose fora do eixo central medidos no acelerador linear do Serviço de Radioterapia da UNESP de Botucatu confirmam o comportamento ilustrado na literatura analisada.

Discussão e Conclusões

O relatório TG-36 da AAPM é uma ferramenta valiosa para os físicos que precisam avaliar as doses de radiação recebidas pelos fetos em gestantes submetidas à teleterapia⁴.

O tratamento de tumor cerebral durante gravidez com o uso de MLC com ou sem filtros, de 3 ou 4 campos, pode ser considerado seguro¹¹.

Nos casos de tumores da região pélvica, a radioterapia é contraindicada por gerar dose de radiação absorvida letal ao feto^{3,12}.

Com exceção das patologias pélvicas, os autores deste trabalho são favoráveis à realização da radioterapia em pacientes gestantes, uma vez que a utilização de blindagem adequada reduz substancialmente a dose fetal abaixo dos limiares preconizados.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos alunos da 7ª turma do Curso de Bacharel em Física Médica do IBB da Unesp de Botucatu, pela contribuição na elaboração dos seminários e discussões dos casos clínicos analisados.

Referências

- Haba Y, Twyman N, Thomas SJ, Overton C, Dendy P, Burnet NG. Radiotherapy for Glioma During Pregnancy: Fetal Dose Estimates, Risk Assessment and Clinical Management. *Clin Oncol*. 2004;16(3):210-4.
- Münter MW1, Wengenroth M, Fehrenbacher G, Schardt D, Nikoghosyan A, Durante M, et al. J. Debus. Heavy ion radiotherapy during pregnancy. *Fertil Steril*. 2010;94(6):2329.e5-2329.e7.
- Kal HB, Struikmans H. Radiotherapy during pregnancy: fact and fiction. *Lancet Oncol*. 2005;6(5):328-33.
- Kry SF, Starkschall G, Antolak JA, Salehpour M. Evaluation of the accuracy of fetal dose estimates using TG-36 data. *Med Phys*. 2007;34(4):1193-7.
- Bednarz B, Xu XG. A feasibility study to calculate unshielded fetal doses to pregnant patients in 6-MV photon treatments using Monte Carlo methods and anatomically realistic phantoms. *Med Phys*. 2008;35(7):3054-61.
- Cygler J, Ding GX, Kendal W, Cross P. Fetal Dose for a Patient Undergoing Mantle Field Irradiation for Hodgkin's Disease. *Med Dosim*. 1997;22(2):135-7.
- Nuytens JJ, Prado KL, Jenrette JM, Williams TE. Fetal dose during radiotherapy: clinical implementation and review of the literature. *Cancer Radiother*. 2002;6(6):352-7.
- Stovall M, Blackwell CR, Cundiff J, Novack DH, Palta JR, Wagner LK, et al. Fetal dose from radiotherapy with photon beams: report of AAPM radiation therapy committee task group no. 36. *Med Phys*. 2005;22(8):1353-4.
- Mazonakis M, Tzedakis A, Varveris C, Damilakis J. Radiotherapy for supradiaphragmatic Hodgkin's disease: Determination of the proper fetal shielding conditions using Monte Carlo methodology. *Phys Med*. 2011;27(4):181-7.
- Islam MK, Saeedi F, Al-Rajhi N. A Simplified Shielding Approach for Limiting Fetal Dose During Radiation Therapy of Pregnant Patients. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2001;49(5):1469-73.
- Sharma DS, Jalali R, Tambe CM, Animesh, Deshpande DD. Effect of tertiary multileaf collimator (MLC) on foetal dose during three-dimensional conformal radiation therapy (3DCRT) of a brain tumour during pregnancy. *Radiother Oncol*. 2004;70(1):49-54.
- Urbano MT, Tait DM. Can the Irradiated Uterus Sustain a Pregnancy? A Literature Review. *Clin Oncol*. 2004;16:24-8.
- Mazonakis M, Varveris H, Fasoulaki M, Damilakis J. Radiotherapy of Hodgkin's disease in early pregnancy: embryo dose measurements. *Radiother Oncol*. 2003;66(3):333-9.
- Josipović M, Nyström H, Kjaer-Kristoffersen F. IMRT In A Pregnant Patient: How To Reduce The Fetal Dose?. *Med Dosim*. 2009;34(4):301-10.
- Antypas C, Sandilos P, Kouvaris J, Balafouta E, Karinou E, Kollaros N, et al. Fetal Dose Evaluation During Breast Cancer Radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1998;40(4):995-9.
- Perea BC, Villegas AC, Rodríguez JMD, Velloso MJG, Vicente AMG, Cabrerizo CH, et al. The Cooperative Group for PET-CT in Radiotherapy Treatment Planning. Recommendations of the Spanish Societies of Radiation Oncology (SEOR), Nuclear Medicine & Molecular Imaging (SEMNI), and Medical Physics (SEFM) on F-FDG PET-CT for radiotherapy treatment planning. *Reports of Practical Oncology & Radiotherapy*. 2012;17(6):298-318.
- Baughan CA, Ryall RD, Pope RA. Successful Pregnancy Following Tailor-Made Intracavitary Radiotherapy for Microinvasive Adenocarcinoma of the Endocervix. *Clin Oncol (R Coll Radiol)*. 1992;4(3):192-193.
- Antolak JA, Strom EA. Fetal dose estimates for electron-beam treatment to the chest wall of a pregnant patient. *Med Phys*. 1998;25(12):2388-91.
- Atalla AE, Hallack Neto LR, Riani GMT, Soares MAV, Miranda BO, Gomide MN, et al. Linfoma de Hodgkin e gestação. Relato de caso e revisão de literatura. *Rev Soc Bras Clín Méd*. 2010;8(3):276-82.