

AVALIAÇÃO DA DOSE NAS INTERFACES DE UMA CAVIDADE DE AR IRRADIADA COM FEIXES DE FOTONS DE 10MV

por

DE SOUZA,C.N e KHOURY,H.J

RESUMO - Neste trabalho estudou-se a distribuição de dose nas interfaces de uma cavidade de ar irradiada com feixes de fótons de 10MV. Para tanto, utilizou-se uma câmara de ionização de placas paralelas em cavidades de ar simuladas com placas de perspex. Os resultados obtidos permitiram concluir que ocorre uma expressiva perda da dose nas interfaces ar-tecido irradiadas com feixes desta energia. A intensidade deste efeito se mostrou extremamente dependente das dimensões da cavidade.

INTRODUÇÃO

O sucesso nos tratamentos de tumores com radiação ionizante depende do cálculo e distribuição da dose no tumor e no tecido à ele adjacente. Incertezas na avaliação desta distribuição de dose podem induzir a sérias complicações, acarretando uma redução do índice de controle tumoral.

O método usual para estimar a dose e a sua distribuição no paciente emprega tabelas de percentagem de dose em função da profundidade ou curvas de isodose. Estes cálculos são baseados na suposição de que o corpo humano é homogêneo e radiologicamente equivalente à água. Entretanto, tal suposição não é rigorosamente verdadeira pois em muitas situações terapêuticas o feixe atravessa interfaces separando meios de composição atômica e/ou densidade diferentes do tecido mole.

No caso em que o feixe de fótons atravessa um meio que apresenta inhomogeneidades uma significativa subdosagem pode ocorrer nas regiões adjacentes à inhomogeneidade, em decorrência das alterações na atenuação e absorção do feixe primário espalhados, bem como na atenuação na fluência de elétrons secundários. Esta situação pode ser encontrada nos tratamentos da cabeça e do pescoço pois esta região apresenta em sua estrutura cavidades de ar que constituem inhomogeneidades no meio.

A dose na superfície após a cavidade, para um feixe de cobalto-60, foi investigada pela primeira vez por EPP et al. (1958). Eles observaram que a dose nesta superfície, para um campo de $4 \times 4 \text{ cm}^2$, era 10% menor do que a observada no mesmo ponto em um meio homogêneo.

Scrimger (1972) trabalhando na mesma configuração desses autores e utilizando dosímetros TLD obteve resultados semelhantes aos anteriores. Além disso ele observou que para cavidades maiores que 3 cm de espessura ocorre uma significativa redução da dose na superfície posterior à cavidade.

A influência de cavidades de ar em tratamentos com feixes de fótons de 10MV não tem sido muito discutida na literatura. Dos poucos trabalhos existentes, o realizado por EPP et al (1977) mostrou que no caso de cavidades de ar irradiadas com campo de $4 \times 4 \text{ cm}^2$ a dose na superfície após a cavidade pode chegar a 15% do valor predito no meio homogêneo. Tendo em vista os escassos estudos, pretende-se com este trabalho obter informações sobre as alterações na dose nas interfaces em decorrência da presença de cavidade de ar no campo de irradiação.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Utilizando o acelerador linear Mevatron-74 da Siemens e uma câmara de ionização de placas paralelas de volume sensível $0,055 \text{ cm}^3$ e uma janela de entrada de $2,3 \text{ mg/cm}^2$, medidas foram realizadas procurando estudar a dose na superfície anterior e posterior à cavidade de ar de diferentes dimensões. Para tanto, placas de perspex de $20 \times 20 \text{ cm}^2$ foram utilizadas para a medida da dose em diferentes profundidades. Placas de mesmo material e de largura menor que 20cm foram utilizadas para simular cavidades de ar de diferentes espessuras, conforme mostra o arranjo na figura 1. Placas de perspex com espessura total de 4g/cm^2 foram posicionadas sobre a cavidade. Adotou-se este valor pois corresponde, aproximadamente, à espessura do tecido mole encontrado entre a pele e a cavidade de ar na região cervical.

A câmara de ionização foi fixada entre duas placas de perspex de modo que a sua janela foi mantida no nível da superfície da placa. Para o estudo da dose na superfície posterior à cavidade o foco do acelerador linear foi mantido a 0° , irradiando verticalmente para baixo, e câmara foi localizada em sua geometria convencional com o isocentro localizado na sua janela, onde também estava definido o tamanho do campo. Placas de perspex de $20 \times 20 \text{ cm}^2$ e de $0,2\text{g/cm}^2$ foram colocadas sobre a câmara de modo que foi possível medir, a partir da superfície posterior à cavidade de ar, e ao longo do eixo central, a variação da dose em função da profundidade. As medidas foram efetuadas variando-se as dimensões do campo de irradiação de $4 \times 4 \text{ cm}^2$ até $20 \times 4 \text{ cm}^2$.

As medidas com a câmara de ionização foram efetuadas com a polarização negativa e positiva conforme recomendado por Richardson (1954). Desta forma a leitura em cada ponto corresponde à média do total das seis leituras obtidas com a polarização positiva e negativa,

determinada dentro de um limite de confiança de 95%

Para o estudo da dose na superfície anterior à cavidade de ar utilizou-se o mesmo arranjo, posicionando-se a placa que contém a câmara de ionização em frente à cavidade de modo que a janela da câmara ficou oposta ao foco e a 100 cm deste. Para a realização das medidas uma das placas superpostas à câmara era retirada e colocada sob a câmara. As placas eram realinhadas e efetuada a irradiação. Portanto, o ponto de medida, ao longo do eixo central, caminhava na direção do foco. Como a distância do ponto de medida ao foco não se mantinha a 100 cm, as leituras obtidas foram corrigidas pela lei do inverso do quadrado da distância.

Estudou-se inicialmente a variação da dose nas interfaces de uma cavidade de ar de largura e comprimentos infinitos e de espessura de 4 cm. Embora esta cavidade não represente as dimensões anatômicas normalmente encontradas, pois inexitem paredes laterais, foi adotada a fim de estudar uma condição limite em que a contribuição de espalhamento de fótons e elétrons secundários é essencialmente frontal. O efeito da presença das paredes da cavidade foi também investigado para cavidades de ar cuja largura coincide com as dimensões do campo (4cm) e na situação em que a dimensão do campo na direção da largura a cavidade a excede em 0,5 cm de cada lado.

RESULTADOS

Os resultados obtidos para a dose na superfície posterior de uma cavidade de ar de 4 cm de espessura e de largura e comprimento infinitos estão mostrados na figura 2. Neste gráfico a leitura obtida na profundidade zero representa o valor encontrado na superfície posterior à cavidade.

Observa-se a partir destes dados que, após a cavidade, ocorreu a formação de uma nova região de build-up. Esta nova situação de build-up deve-se à redução da radiação espalhada originada na cavidade a ao espalhamento de elétrons e fótons secundários, originados na superfície anterior, para fora do ponto de medida, no eixo central.

Com o objetivo de avaliar a influência da espessura da cavidade de ar na dose na superfície posterior a esta, medidas foram realizadas com campo de $4 \times 4 \text{ cm}^2$, com cavidades de espessura variando de 0,5 cm até 4,0 cm. Os resultados obtidos estão na figura 3. Estes resultados mostram que a região de build-up, formada após a cavidade, aumentou de $0,25 \text{ g/cm}^2$ para uma espessura da cavidade de 0,5 cm para $1,5 \text{ g/cm}^2$ para uma espessura de 4,0 cm.

Simulando-se uma cavidade de ar de comprimento e de largura infinitos e espessura igual a 4 cm, avaliou-se a dose na superfície anterior à cavidade. As medidas mostraram que ocorre uma queda nesta dose em relação aos valores obtidos em meios homogêneos. Os percentuais de redução da ionização obtidos para campos de largura igual a 4 cm e de comprimento variando de 4 a 20 cm estão mostrados na tabela I. Esta queda na dose decorre do

fato de que a presença da cavidade reduz, por falta de material , a intensidade da radiação retroespalhada na superfície anterior.

TABELA I- Percentuais de redução da dose na superfície anterior à cavidade de ar de largura e comprimento infinitos e espessura igual a 4 cm, em relação à dose em um meio homogêneo, em função do campo de irradiação

Campo (cm ²)	% de Redução
4 x 4	8,2
7 x 4	8,0
10 x 4	7,9
13 x 4	7,8
20 x 4	7,8

Com relação à influência da espessura da cavidade, verificou-se que à medida que a espessura aumentou a ionização na superfície anterior à cavidade decresceu em relação à obtida com um meio homogêneo. A figura 4 mostra os resultados obtidos com cavidades de espessura(z) variando desde 0,5 cm até infinito. O ponto indicado na fig. para z=0 corresponde à situação em meio homogêneo, isto é, em ausência de cavidade.

O efeito da presença das paredes da cavidade de ar foi investigado comparando os valores de BUR⁻¹(*) obtidos em cavidades com 3 e 4 cm de largura e um campo de irradiação de 4 x 4 cm². Nestas condições estudou-se a situação em que a largura da cavidade coincide com a dimensão do campo e a situação em que a dimensão do campo na direção da largura da cavidade a excede em 0,5 cm de cada lado. Os resultados obtidos estão apresentados na fig.5. A partir destes resultados pode-se observar que a presença das paredes da cavidade no campo de irradiação acarretou um aumento nos valores de BUR⁻¹, obtendo-se , para um campo de 4 x 4 cm² um valor de BUR⁻¹ 37% maior do que o obtido quando a largura da cavidade e o campo coincideram. Estes resultados demonstram que ocorreu um substancial crescimento no número de eletrons espalhados pelas paredes laterais .

*-BUR⁻¹ - Inverso da razão de build-up e é igual à D_d/D_m onde D_d é a dose na superfície da cavidade e D_m é a dose no ponto de máxima ionizaçã, após a cavidade.

CONCLUSÕES

1. A presença da cavidade de ar no campo de irradiação provoca a perda do equilíbrio eletrônico no meio a ela adjacente. Este efeito intensifica-se com o aumento da espessura da cavidade e pode ser reduzido com o aumento do campo de irradiação.
2. A falta de material retroespalhador reduz a dose na superfície anterior à cavidade.

REFERÊNCIAS

- EPP,E.R., Loughheed,M.D , Mckay,J.W (1958) Ionization build-up in upper respiratory air passages during teletherapy with cobalt-60 radiation- Br.J.Radiol. 31:361-67
- EPP,E.R., Boyer,A.L, Doppke,K.P (1977) Underdosing of lesions resulting from lack of electronic equilibrium in upper respiratory air cavities irradiated by 10MV X-Ray beam. Radiat. Onc.Biol.Phys. 2-613-19
- RICHARDSON,J.E (1954) Effect of chamber voltage on eletron build-up measurements. Radiology 62:564-88
- SCRIMGER,J.W-(1972)- Effect of air gap on absorbed dose in tissue-Radiology 102:171-72

ABSTRACT - In this paper the dose distribution in the air cavity interfaces, irradiated with a 10MV photon beam, was studied. For this purpose, a parallel ionization chamber was used in the air cavities simulated with a perspex phantom. The results obtained shown a expressive loss of dose at the air-tissue interface. The magnitude of this effect was shown to be extremly dependent on cavity dimensions.

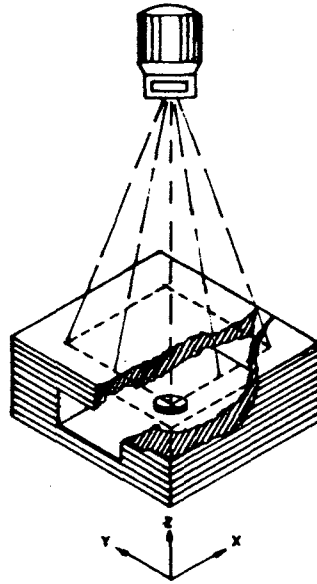


Figura 1. Arranjo experimental utilizado para medidas em interfaces tecido-ar

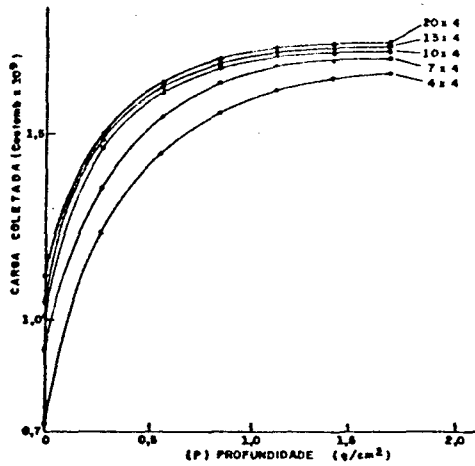


Figura 2. Curvas de ionização em função da profundidade a partir da superfície posterior à cavidade de ar de comprimento (x) infinito, largura (y) infinita e espessura (z) igual a 4 mm.

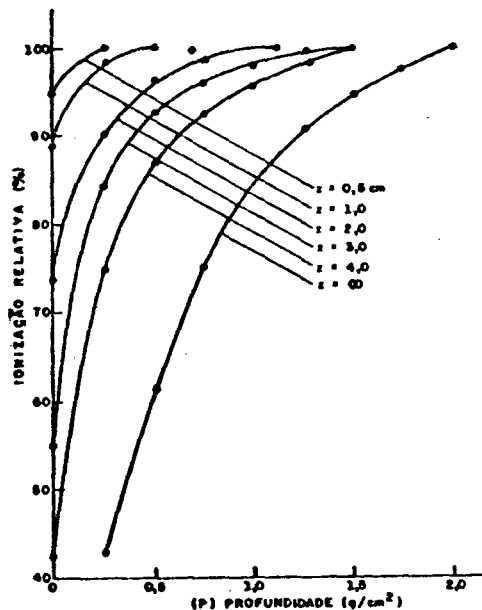


Figura 3. Curvas de ionização relativa em função da profundidade após a cavidade de ar de comprimento e largura infinitos e de espessura variável. Campo de irradiação $4 \times 4 \text{ cm}^2$.

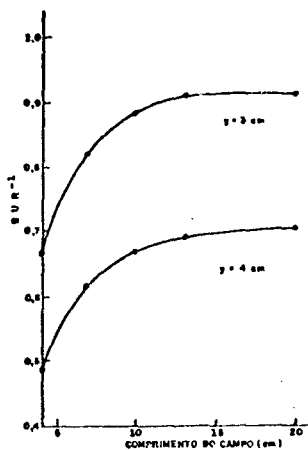


Figura 5. Dependência do BUR^{-1} com o campo de irradiação de largura igual a 4 cm e de comprimento variável, para cavidades de ar de comprimento infinito, de espessura 4 cm e de largura (γ) iguais a 3 e 4 cm.

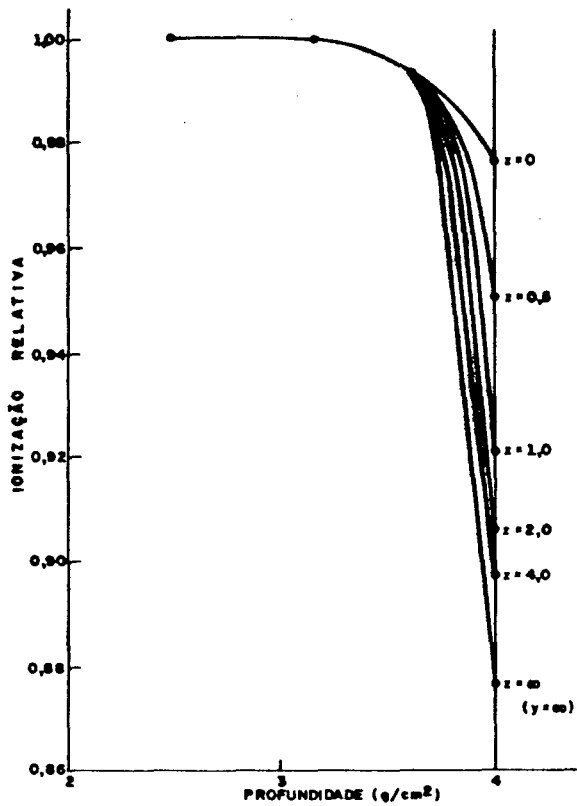


Figura 4. Curvas de ionização relativa na região anterior à cavidade de ar de largura e comprimento infinitos e espessura igual a 4 cm. Campo de irradiação de $4 \times 4 \text{ cm}^2$