

COMPARISON OF DOSE–RESPONSE CURVES BETWEEN EBT-XD AND EBT3 RADIOCHROMIC FILMS AT HIGH DOSE RANGE (2000–4500 cGy) FOR A 175 MeV PROTON BEAM

*D. M. Borowicz^{a, 1}, M. Kruszyna-Mochalska^{b, 2}, K. Shipulin^{c, 3},
A. Molokanov^{c, 4}, G. Mytsin^{c, 5}, Ju. Malicki^{a, b, 6}*

^a Greater Poland Cancer Centre, Poznan, Poland

^b University of Medical Sciences, Poznan, Poland

^c Joint Institute for Nuclear Research, Dubna

To characterize and compare the response of EBT-XD and EBT3 radiochromic films at high doses (up to 4500 cGy) for a 175-MeV energy proton beam, EBT-XD and EBT3 film dosimeters were irradiated by a 175 MeV proton beam. In order to establish dose–response curves, each film piece was exposed to radiation doses of 50–4500 cGy. The films were irradiated to doses of 200, 1000, 2000 and 4000 cGy and non-irradiated to determine the lateral response artifact (LRA) for varied lateral positions. The influence of film orientations (0, 90 and 45°) on the scanner bed was examined. Net optical density (netOD) for the films was measured at 24, 48, 72 h and one-week post-irradiation. Digital images were created using an EPSON 11000 XL scanner. To analyze and present the results, ImageJ (v. 2.0) and OriginPro 2015 were used. The red mode netOD was lower in the EBT-XD film, with a netOD for 4500 cGy of 0.610 (EBT-XD) versus 0.893 (EBT3). The EBT-XD film presented a better lateral response than the EBT3. For films irradiated at 4000 cGy placed near the scanner edge, the differences from the central position were 17 and 16.7% (EBT3), and 10.8 and 9.1% (EBT-XD). The EBT3 film presented a satisfactory dose–response for doses < 2000 cGy and would be suitable for dosimetry in standard and hypofractionated proton therapy. The EBT-XD film, however, performs better for ultra-hypofractionated proton therapy (> 2000 cGy). The new EBT-XD could be a suitable dosimeter for emerging techniques, such as FLASH and Arc proton therapy.

Сравниваются отклики EBT-XD и EBT3 радиохромных пленок при высоких дозах (до величин 4500 сГр) для пучков протонов с энергией 175 МэВ. Для этого дозиметры с пленками EBT-XD и EBT3 облучались пучком протонов с энергией 175 МэВ. Для получения кривых

¹E-mail: dorota.borowicz@wco.pl

²E-mail: marta.kruszyna@wco.pl

³E-mail: shipulinkn@yandex.ru

⁴E-mail: molok@jinr.ru

⁵E-mail: mytsin@nusun.jinr.ru

⁶E-mail: julian.malicki@wco.pl

доза–отклик каждая пленка подвергалась облучению дозой в диапазоне 50–4500 сГр. Конкретно проводилось сравнение пленок, которые подвергались облучению со значениями доз 200, 1000, 2000 и 4000 сГр, и пленок, которые не подвергались облучению вовсе, для определения поперечного артефакта отклика (ПАО) для различных поперечных расположений. Исследовано влияние ориентаций пленок (0, 90 и 45°) на пласти сканера. Измерена чистая оптическая плотность (нетОП) пленок для случаев облучения в течение 24, 48, 72 ч, а также в течение одной недели. Цифровые изображения были созданы с помощью сканера EPSON 11000 XL. Для анализа и представления результатов использованы программы ImageJ (v. 2.0) и OriginPro 2015. Красная мода нетОП оказалась меньше для пленки EBT-XD и составила 0,610 для дозы величиной 4500 сГр, в то время как для пленки EBT3 соответствующее значение составило 0,893. Пленка EBT-XD показала лучший поперечный отклик, чем EBT3. В случае облучения пленок дозой в 4000 сГр вблизи границы сканера отличия от центрального положения составили 17 и 16,7% для EBT3 и 10,8 и 9,1 % — для EBT-XD. Пленка EBT3 показала достаточно хороший отклик на дозу для доз величиной < 2000 сГр и поэтому может быть использована в дозиметрии в стандартной и гипофракционированной протонной терапии. В то же время пленка EBT-XD показала лучшие результаты для случая ультрагипофракционированной протонной терапии, когда дозы превышают 2000 сГр. Также эта пленка может быть использована в дозиметрах нового типа, применяемых во FLASH и Arc видах протонной терапии.

PACS: 87.55.ne; 87.56.-v

Received on May 18, 2021.