تقليل جرعات الأشعة الثانوية الناتجة عن استخدام التشعيع الطبي باستخدام تقنية الطباعة الثلاثية الأبعاد لتصميم دروع قابلة للتعبئة ومصممة لتناسب العضو المراد حمايته

فؤاد حمود الندوي

بحث مقدم لنيل درجة الماجستير في العلوم (الهندسة النووية)

إشراف:

أ.د. عبد الرحيم كنسارة

د. عصام بانقيطة

كلية الهندسة
جامعة الملك عبد العزيز - جدة
ربيع الأول ١٤٤١هـ - نوفمبر٢٠١٩م

تقليل جرعات الأشعة الثانوية الناتجة عن استخدام التشعيع الطبي باستخدام تقنية الطباعة الثلاثية الأبعاد لتصميم دروع قابلة للتعبئة ومصممة لتناسب العضو المراد حمايته

فؤاد حمود الندوي

المستخلص

يتمثل ابتكارنا في استخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد لإنتاج دروع واقية قابلة للتخصيص بحسب شكل وحجم الأعضاء المراد حمايتها من الإشعاعات الثانوية. لقد تم تصميم هذه الدروع بحيث تملأ بمواد واقية من الإشعاع (مثل الرصاص) مما يجعلها أكثر كفاءة لأغراض الحماية الإشعاعية.

تتضمن هذه الرسالة العديد من الدروع المصممة والمطبوعة. الدرع الأول عبارة عن درع تم تصميمه بشكل عام لثدي (لمجسم امرأة بالغة – مجسم محاكي للجسم الطبيعي). الدروع الأخرى عبارة عن درعين تم مراعاة الدقة والملائمة فيها لمنطقة الصدر والعينين لمجسم لطفل بعمر ١٠ سنوات.

تم إجراء تجارب الاختبار في قسم العلاج الإشعاعي باستخدام جهاز (المعجل الخطي للإلكترونات) وقسم الأشعة التشخيصية باستخدام جهاز (الأشعة المقطعية) في مستشفى جامعة الملك عبد العزيز (المملكة العربية السعودية، جدة).

تم اختبار درع الثدي العام في قسم العلاج الإشعاعي، بعد تعبئته بكرات من الرصاص، ذات أقطار ٢,٥ مليمتر مشكلاً حاجزاً للأشعة بسماكة ١٢ مليمتر. وكان مخطط الاختبار بأن نعرض المجسم للأشعة الثانوية بواسطة المسرع الخطي للإلكترونات (بطاقة ٦ ميجا فولت) تم وضع الدرع على الثدي الموجود خارج حقل التشعيع. ولتحليل جرعة الإشعاع، تم وضع نوعين من أجهزة الكشف عن الإشعاع (أداة كشف إشعاعي تحفز ضوئيا – OSLD) و (ترانسيستور للكشف عن الأشعة – MOSFET) لكلا الثديين وأعلى الدرع كذلك. كانت النتائج لتحليل الجرعة الإشعاعية تشير انخفاض الإشعاع المتناثر بنسبة ٦٠٪ على الأقل من الأشعة الرئيسية الموجهة على الثدي الآخر والغير محمي. أما في قسم الأشعة التشخيصية، أظهرت النتائج انخفاضًا في جرعة الإشعاع المتناثر بنسبة ٣٠٪ على الأقل للثدي المحمي أثناء تعريض منطقة البطن للأشعة المقطعية (باستخدام طاقة ١٢٠ كيلو إلكترون فولت).

بالنسبة للدروع الخاصة فقد تمت تعبئة درع العينين ودرع منطقة الصدر (والتي تم تصميمها بدقة لتلائم الأعضاء المراد حمايتها) بكرات صغيرة من الرصاص ذات أقطار٢,٥ مليمتر، مما شكل حاجزا إشعاعياً بسماكة ١٥ ميليمتر. في قسم العلاج الإشعاعي، أظهرت نتائج الاختبارات من خلال تشعيع منطقة البطن بواسطة المسرع الخطي للإلكترونات (بطاقة ٦ ميجا فولت) انخفاض جرعة الإشعاع المتناثر بنسب تتراوح ما بين (٢٪ - ١٩٪) أما في قسم الأشعة التشخيصية أظهرت النتائج عدم انخفاض جرعة الإشعاع الثانوية.

Dose Reduction of the Scattered Radiation from Medical Radiation Exposures using 3D-printed Organ-shaped Fillable Shields

By Fuad Hamood Alnadwi

A thesis submitted for the requirements of the degree of Master of Science [Nuclear Engineering]

Supervised By

Prof. Abdulraheem Kinsara

Dr. Essam Banoqitah

FACULTY OF ENGINEERING
KING ABDULAZIZ UNIVERSITY
JEDDAH – SAUDI ARABIA
Rabi Al-Awwal 1441H – November 2019G

Dose Reduction of the Scattered Radiation from Medical Radiation Exposures using 3D-printed Organ-shaped Fillable Shields

Fuad Hamood Alnadwi

Abstract

Our innovation is to use 3D-printing technology to produce a customizable radiation shielding tool designed in a shape that fits explicitly and covers a radiosensitive body part that we are seeking to protect. Moreover, this tool is designed to be filled with radiation shielding material (e.g., lead or tungsten) to make these 3D-printed plastic covers reliable enough to protect against any unwanted radiation.

This thesis includes several designed and 3D-printed shielding. One generic shielding for a phantom's breast and two specific shielding for a 10-year old pediatric phantom's chest and eyes.

Testing experiments were set in the radiotherapy department (using LINAC) and diagnostic radiology department (using CT) at King Abdulaziz University Hospital (Saudi Arabia, Jeddah).

Generic shielding, filled with 2.5 mm diameter of lead beads (forming a 12 mm thickness of shielding material), was tested in the radiotherapy department. It was applied on a RANDO phantom and was planned to include only one-breast irradiation treatment (6 MV). A 3D-printed breast-shield was placed on the out-of-field breast, which we wanted to protect against any unwanted radiation. For dose analysis, radiation detectors (OSLDs and MOSFETs) were placed directly on the top area of both breasts and top of the shield as well. Shielding dose analysis presented an unwanted radiation dose reduction of at least 60% for the protected phantom's breast.

Generic shielding tests at the diagnostic radiology department showed an unwanted radiation dose reduction of at least 30% for the protected phantom's breast during an abdomen CT scan (120 KV).

Specific chest and eye shielding were filled with 2.5 mm diameter of lead beads, forming a thickness of 15 mm of shielding material. Shielding tests during a planned LINAC abdomen treatment (6 MV) showed an unwanted radiation dose reduction range of (2% - 19% of the direct treating beam). On the other hand, during CT scans و analysis showed no dose reduction.