

Sudan University of Science and Technology
College of Graduate Studies

**Measurement of Pediatric Radiation Dose in
Computed Tomography Examinations**

**قياس الجرعة الإشعاعية للأطفال في فحوصات
الأشعة المقطعية**

A thesis submitted for partial fulfillments of the requirement
of M.Sc degree in Diagnostic Radiologic Technology

:By

Afrah Alsadeg Ibrahim Omer

B.Sc honour in Diagnostic Radiologic Technology

Supervisor

Dr. Abdelmoneim Adam Mohamed

December 2009

Contents

Subject	Page No.
Dedication	iv
.....	
Acknowledgments	v
.....	
Abbreviation.....	vi
.....	
List of Tables..	vii
.....	
.....	
List of Figures	ix
.....	
Abstract [Arabic]	x
.....	
.....	
Abstract [English]	xii
.....	
.....	
Chapter One: Introduction	
1.1 Historical background.....	2
.....	
1.2 Benefits of CT.....	3
.....	

1.3 Radiation risk from CT.....	3
1.3.1 Radiation risk from CT in children.....	5
1.4 Immediate measures to minimize CT radiation exposure in Children.....	7
1.5 CT doses measurement profile	9
1.6 The Objectives of this study.....	10
1.7 Significance of the study.....	11
1.8 Thesis outline	11

Chapter Two: Theoretical Background and Previous Studies

2.1 CT equipment and generation.....	14
2.1.1 Helical CT scanner and Detectors.....	14
2.2 Radiation dosimeter in CT.....	14
2.2.1 Pencil Ionization Chambers.....	15
2.2.2 CT dosimeter phantom.....	15
2.2.2.1 Thermoluminescent Dosimeter(TLD)	15

.....	
2.2.2.2 RADView CT Dosimeter.....	16
2.3 Methods of dose measurement in CT.....	17
2.4 CT radiation dose in pediatric	19

Chapter Three : Materials and Methods

3.1 CT equipment.....	25
.....	
3.2 Data collection.....	27
.....	
3.3 Patient preparation , protocol and technique.....	28
3.3.1 Patient preparation.....	28
.....	
3.3.2 Patient position.....	28
.....	
3.3.3 Technique.....	28
.....	
3.4 Dose calculation.....	29
.....	29
3.5 Cancer risk estimation	
3.6 Data analysis.....	29

.....

Chapter Four: Results

Results.....	31
--------------	----

.....

Chapter Five: Discussion, Conclusion and Recommendations

5.1	44
Discussion.....	
.....	
5.1.1 CT for brain.....	45
.....	
5.1.2 CT for abdomen.....	46
.....	
5.1.3 CT for chest.....	47
.....	
5.1.4 Risk estimation	50
.....	
5.1.5 Diagnostic reference level	50
.....	
5.2	52
Conclusion.....	
.....	
5.3	53
Recommendations.....	
.....	
5.4 Suggestion for future studies.....	54
References.....	55

.....	
Appendices (A)	59
.....	
.....	
Appendices (B)	82
.....	
.....	

Dedication

To my Parents

To my sons

To my sister and her daughter

To my brothers

To my husband

To my sisters-in-law and their
daughters

Acknowledgement

First and foremost, I would like to express my deepest gratitude to Dr. Abdelmoneim for his support and guidance. Without his help, this work could not have been accomplished.

My thanks also go to AL-Ribat and EL-Nilein diagnostic center staff at for their help. I also would like to thank my colleagues in Dr.Gaafar Ibn Auf children's Specialized Hospital .

Finally I would like to sincerely thank my family for their consistent mental support.

Abbreviation

ALARA	As Low As Reasonable Achievable
BMI	Body Mass Index
CT	Computed Tomography
CTDI _w	Weighted CT Dose Index
CTDI _{vol}	Volume CT Dose index
DLP	Dose Length Product
DRL	Dose Reference Level
IAEA	International Atomic Energy Agency
ICRP	International Commission of Radiological Protection
NRPB	National Radiation Protection Board

List of Tables

Table 1.1	Radiation dose and effective dose vlues for different CT exams	6
Table 2.1	Pediatric reference dose levels from UK 2003 survey.	22
Table 2.2	Organ absorbed dose for CT examination in a 6-years old Patient phantom.	23
Table 3.1	CT scanners data.	26
Table 4.1	Shows the clinical indication for CT brain.	33
Table 4.2	Shows the clinical indication for CT abdomen.	34
Table 4.3	Shows the clinical indication for CT chest.	35
Table 4.4	The mean values and (the range) for patient demographic data for brain CT.	36
Table 4.5	The mean values and (the range) for patient demographic data for abdomen CT .	37
Table 4.6	The mean values and (the range) for patient demographic data for chest CT.	38
Table 4.7	The mean values and standard division of the scan parameters for El-Nilein and Al-Ribat .	38
Table 4.8	Statistical summary of radiation doses values for brain.	39
Table 4.9	Statistical summary of radiation doses values for abdomen.	40

Table 4.10	Statistical summary of radiation doses values for chest.	41
Table 4.11	Statistical summary of assistant radiation doses for all patients.	41
Table 4.12	Patients risk estimation	42
Table 5-1	Show the previous studies results.	49

List of Figures

Figuer 2.1	RADView CT Dosimeter.	16
Figure 3.1	AL Ribat University Hospital CT scanner.	26

Figure 3.2	EL Nilein Diagnostic Centre CT scanner.	27
Figure 4.1	Clinical indication for CT brain.	33
Figure 4.2	Clinical indication for CT abdomen.	34
Figure 4.3	Clinical indication for CT chest.	35

الملخص

استخدام الأشعة المقطعية كوسيلة متاحة للتصوير الإشعاعي ازداد بصورة كبيرة بسبب الاستخدام الشائع والمتطور للأشعة المقطعية ، وهذا بدوره أدى إلى زيادة التعرض للأشعة بالنسبة للأطفال الخاضعون لهذا المسح . لذلك قياس وتقييم الجرعة الإشعاعية ضروري بسبب الأخطار المرتبطة بالتعرض للإشعاع .

الهدف من هذه الدراسة قياس وتقييم الجرعة الإشعاعية للأطفال

الذين يخضعون للفحص بالأشعة المقطعية بالنسبة إلى الدماغ والبطن والصدر، واقتراح مستوي مرجعي للتعرض للأشعة في السودان . شملت هذه الدراسة 80 مريض، 51 مريض محول لفحص الأشعة المقطعية بمستشفى الرباط الجامعي و29 مريض محول لمركز النيلين التشخيصي بالخرطوم .

تتراوح أعمار العينة >1- 10 سنة ومتوسط الوزن 13 و53 كيلوجرام ومتوسط ارتفاع القامة 88.56 سم، ومتوسط مؤشر الكتلة 16.11. كيلو جرام /سم² . متوسط تيار الأنبوب لفحص الدماغ 240 ملي أمبير ومتوسط تيار الأنبوب لفحوصات البطن والصدر 70 و20.3 ملي أمبير علي التوالي ومتوسط الفولتية 120 لكل الفحوصات. متوسط الجرعة الكلية الطولية (320.5، 79.96، 66.6 ملي قراي.سم) للدماغ والبطن والصدر على التوالي ، متوسط معامل الجرعة الحجمي للتصوير المقطعي (25.0 ، 3.4 ، 2.5 ملي قراي) للدماغ و البطن والصدر علي التوالي ، ومتوسط الجرعة المؤثرة بالرجوع إلى الأشعة المقطعية المنجزة (2.1 ، 1.8 ، 1.1 ملي سيفرت) للدماغ والبطن والصدر علي التوالي .

بالنسبة إلى الأشعة المقطعية للدماغ في مستشفى الرباط الجامعي متوسط الجرعة الكلية الطولية 328.8 ملي قراي.سم ومتوسط معامل الجرعة الحجمي للتصوير المقطعي 23.6 ملي قراي ومتوسط الجرعة المؤثرة 2.5 ملي سيفرت ، في مركز النيلين التشخيصي متوسط الجرعة الكلية الطولية 300 ملي قراي.سم ومتوسط معامل الجرعة الحجمي للتصوير المقطعي 28.6 ملي قراي ومتوسط الجرعة المؤثرة 1.7 ملي سيفرت .

بالنسبة إلى الأشعة المقطعية للبطن في مستشفى الرباط الجامعي متوسط الجرعة الكلية الطولية 94.5 ملي قراي.سم ومتوسط معامل الجرعة الحجمي للتصوير المقطعي 3.0 ملي قراي ومتوسط الجرعة المؤثرة 2.1 ملي سيفرت ، في مركز النيلين التشخيصي متوسط الجرعة الكلية الطولية 68.7 ملي قراي.سم ومتوسط معامل الجرعة الحجمي للتصوير المقطعي 3.8 ملي قراي ومتوسط الجرعة المؤثرة 1.5 ملي سيفرت . هذا الاختلاف ناشئ عن الاختلاف في التقنيات والبرتوكول .

Abstract

The use of computed tomography (CT), as valuable imaging tool, has been increasing rapidly. The current growing use of CT increase the potential radiation hazard of radiation exposure to children under going these scans.. Therefore, measurement and evaluation of radiation dose is mandatory because of the risks associated with exposure to radiation.

The purpose of this study was to measure and reduce radiation dose to pediatric patient during CT examination for brain, abdomen and chest, and to propose a local diagnostic reference level (DRL).

A total number of 80 patients use incurred in this study , 51

referred to AL-Ribat University Hospital and 29 referred to EL-Nilein Medical Diagnostic Centre-Khartoum in the period of the study

The age ranged between <1year-10years while the mean of weight was 13.53 Kg, mean of height 88.56 cm and mean of BMI 16.11Kg/cm², the mean tube current for examination of the brain was 240 mA, and the mean tube current for examinations of the abdomen and chest were 70 mA and 20.3 respectively. The mean kV is 120 for all examinations.

The mean value of Dose Length Product (DLP) was, 320.5±200 , 79.9±67.8, 66.6±69.4 mGy.cm for brain, abdomen and chest respectively ; the mean of CTDI_{vol} was 25.0±14.9, 3.4±5.3, 2.5±1.8,mGy for brain, abdomen and chest respectively and the mean of effective dose according to the CT performed was, 2.1±1.6, 1.8±1.5, 1.1±0.9,mSv for brain, abdomen and chest, respectively.

For CT brain the averaged dose values in AL-Ribat university hospital were; DLP 328.8±225.9 mGy.cm, CTDI_{vol} 23.6±16.5 mGy and effective 2.5±1.7 mSv while in EL-Nilein diagnostic centre the average dose values were; DLP is 300±117.9 mGy.cm, CTDI_{vol} 28.6±9.4 mGy and effected dose 1.7±0.9 mSv. For CT abdomen average dose values in AL-Ribat university hospital were; DLP 94.5±31.2 mGy.cm, CTDI_{vol} 3.0±0.9 mGy and effected dose 2.1±0.8mSv , in EL- Nilein the average dose values were; DLP 68.7±85.9mGy.cm, CTDI_{vol} 3.8±7.1 mGy and effective dose 1.5±1.8mSv, this different due to the different in technique and protocol.

