Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

Jelena Popić Ramač

**USPJEŠNOST NISKODOZNOG PROTOKOLA KOMPJUTORIZIRANE TOMOGRAFIJE U PRAĆENJU LIMFOPROLIFERATIVNIH BOLESTI**

Doktorska disertacija

predložena Biološkom odsjeku

Prirodoslovno-matematičkoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

radi stjecanja akademskog stupnja

doktora prirodnih znanosti biologije

Zagreb, 2011

Ova je doktorska disertacija izrađena u Kliničkom Zavodu za dijagnostičku i intervencijsku radiologiju, Kliničke bolnice Merkur u Zagrebu, pod vodstvom prof. dr. sc. Andrije Hebranga, u sklopu Sveučilišnoga poslijediplomskog studija pri Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

**ZAHVALA**

Nastanak ovoga rada omogućila je svesrdna i nesebična stručna pomoć mog mentora i učitelja prof. dr. sc. Andrije Hebranga.

Znanstveni savjeti i smjernice prof. dr. sc. Nade Oršolić pomogli su mi u pisanju ovog rada te joj iskreno zahvaljujem na tome.

Hvala Vam oboma što svojim radom, strpljivošću, upornošću i nesebičnom predajom znanja i iskustava stvarate nove generacije zaljubljenika u znanost.

Zahvaljujem osoblju Instituta Ruđer Bošković: dr. sc Željki Knežević i mr. sc. Branku Vekiću koji su me naučili pravoj interdisciplinarnoj znanstvenoj suradnji.

Zahvaljujem prof. dr. sc. Zlati Ivanovi Herceg na stručnoj i moralnoj podršci.

Stručna pomoć i podrška mr. sc. Delfe Radić Krišto omogućila je i olakšala put u realizaciji ovog rada i na tome joj iskreno zahvaljujem.

Zahvaljujem osoblju Kliničkog Zavoda za dijagnostičku i intervencijsku radiologiju na tehničkoj podršci i strpljenju.

Hvala svim dragim i bliskim osobama za ljubav, vjeru i podršku.

Zahvaljujem osobito svom suprugu Zoranu kojem i posvećujem ovaj rad.

***Bog ne traži da činimo velika djela, nego samo mala s velikom ljubavlju.***

***(Majka Terezija)***

**SADRŽAJ:**

**1. UVOD** 1

**1.1. IONIZIRAJUĆE ZRAČENJE**  1

**1.2. PROBLEM ZRAČENJA PRI CT PREGLEDIMA** 4

**1.3. CILJEVI DOKTORSKE DISERTACIJE I RADNA HIPOTEZA** 9

**2. LITERATURNI PREGLED** 12

**2.1. RENDGENSKO ZRAČENJE** 12

2.1.1. Nastanak rendgenskih zraka 12

2.1.2. Kvaliteta rendgenskih zraka 15

2.1.3. Fizikalna svojstva rendgenskih zraka 16

**2.2. UČINCI IONIZIRAJUĆEGA ZRAČENJA NA ČOVJEKA** 22

2.2.1. Fizičko-kemijski učinci zračenja 23

2.2.2. Moguća oštećenja na bolesniku izazvana zračenjem iz dijagnostičkih izvora 27

**2.3. KOMPJUTORIZIRANA TOMOGRAFIJA** 32

**2.4. DOZIMETRIJSKE VELIČINE I JEDINICE** 33

**2.5. MJERENJE ZRAČENJA** 38

**2.6. DANAŠNJI POGLED NA IZLOŽENOST BOLESNIKA ZRAČENJU PRI CT PREGLEDIMA** 47

2.6.1. Doze pri CT pregledima 47

2.6.2. Izračuni rizika za CT preglede 48

2.6.3. Čimbenici koji utječu na dozu zračenja kod kompjutorizirane tomografije 48

**2.7. POVIJESNI PREGLED ZAŠTITE OD ZRAČENJA** 50

**2.8. LIMFOPROLIFERATIVNE (LP) BOLESTI** 54

2.8.1. Definicija i osobitosti limfoproliferativnih bolesti 54

2.8.2 Manifestacije limfoproliferativnih bolesti u plućima i medijastinumu 57

**3. ISPITANICI I METODE** 60

**3.1. ISPITANICI** 60

**3.2. METODA ISTRAŽIVANJA** 62

3.2.1. Uređaj za snimanje prsišta kompjutoriziranom tomografijom 62

3.2.2. Dozimetrija 64

3.2.3. Europski kriteriji kvalitete prikaza 68

**4. REZULTATI** 78

**4.1. UTJECAJ PROMJENE UVJETA SNIMANJA NA DOZU** 78

**4.2. SKUPINE ISPITANIKA I DEMOGRAFSKI POKAZATELJI** 79

**4.3. UKUPNE DOZE ZRAČENJA** 84

**4.4. ODNOS INDEKSA TJELESNE MASE PREMA DOZAMA ZRAČENJA** 89

**4.5. KVALITETA CT PRIKAZA** 92

**5. RASPRAVA** 95

**5.1. O IZLOŽENOSTI BOLESNIKA PRI STANDARDNOM PROTOKOLU** 95

**5.2. O IZLOŽENOSTI BOLESNIKA PRI NISKODOZNOM PROTOKOLU** 102

**5.3. KVALITETA PRIKAZA PRI NISKODOZNOM PROTOKOLU** 105

**6. ZAKLJUČCI** 108

**7. CITIRANA LITERATURA** 110

**8. ŽIVOTOPIS AUTORICE S POPISOM RADOVA** 118

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA Prilog 2.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Sveučilište u Zagrebu Doktorska disertacija

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

**USPJEŠNOST NISKODOZNOG PROTOKOLA KOMPJUTORIZIRANE TOMOGRAFIJE U PRAĆENJU LIMFOPROLIFERATIVNIH BOLESTI**

JELENA POPIĆ RAMAČ

Klinička bolnica Merkur, Zajčeva 19, Zagreb

Većina zračenja iz medicinskih izvora dolazi od dijagnostičkih pretraga, najviše kompjutorizirane tomografije (CT). Cilj je istraživanja bio smanjiti doze zračenja kojima je izložena populacija često podvrgnuta CT snimanju, bolesnici s limfoproliferativnim bolestima.

Metoda istraživanja bila je usporedba ulaznih doza zračenja (ESD) koje primaju radiosenzitivni organi: leća, štitnjača, dojka i gonade prilikom snimanja standardnim protokolom CT prsišta s dozama primljenim pri niskodoznom protokolu, uz ocjenu kvalitete prikaza. Doze su mjerene termoluminiscentnim, tkivno-ekvivalentnim dozimetrima (TLD).

Rezultati su pokazali smanjenje doze uporabom niskodoznog protokola: na leću za 78,24%, na štitnjaču 63,31%, na sternum 72,08%, na gonade 28,56% desno i 15,85% lijevo. Sve su razlike statistički značajne. Kvaliteta prikaza mjerena Europskim kriterijima kvalitete bila je zadovoljavajuća prema ocjeni dvoje neovisnih ispitivača. Statističke razlike među ispitivačima nisu bile značajne niti za jednu od promatranih struktura.

Potvrđena je hipoteza da se upotrebom niskodoznog protokola postiže smanjenje radijacijskih doza, bez smanjenja kvalitete prikaza.

*Rad je pohranjen u Nacionalnoj Sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu*

**Ključne riječi: CT- kompjutorizirana tomografija, niskodozni protokol, ESD- ulazna doza zračenja, TLD-termoluminiscentni dozimetri**

Mentor: prof.dr.sci. Andrija Hebrang, redoviti profesor Medicinskog fakulteta

Ocjenjivači: dr.sc Željka Knežević, znanstvena suradnica; prof. dr.sc. Andrija Hebrang, redoviti profesor MF; prof.dr.sc. Nada Oršolić, redoviti profesor PMF

Rad je prihvaćen:

BASIC DOCUMENTATION CARD Prilog 2.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

University of Zagreb Doctoral Thesis

Faculty of Science

Department of Biology

**EFFICACY OF LOW-DOSE CT PROTOCOL IN FOLLOW-UP OF LYMPHOPROLIFERATIVE DISORDERS**

JELENA POPIĆ RAMAČ

Clinical hospital Merkur, Zajčeva 19, Zagreb

Most medically-related radiation is caused by diagnostic examinations, in particular by computed tomography (CT). The purpose of this research was to reduce radiation doses faced by the population frequently exposed to such procedures-those with lymphoproliferative disorders.

The research was conducted comparing entrance surface doses (ESD) received by the radiosensitive organs: lens, thyroid, breasts and gonads using the standard-thoracic-CT protocol with the radiation received using the low-dose protocol, assessing display quality. Doses were measured with thermoluminiscent dosimeters (TLD).

The resultes revealed statisticaly considerable dose reduction with low-dose protocol: 78,24% for lens, 63,31% for thyroid, 72,08% for sternum, 28,56% for right and 15,85% for left gonads. Image quality was evaluated using European criteria on image quality, independently by two observers. No significant difference was found betwen two protocols in terms of image quality.

The hypothesis was confirmed. The low-dose CT protocol leads to a reduction of radiation doses without compromising display quality.

*Thesis is deposited in National University library in Zagreb*

**Key words: CT-computerised tomography, low-dose protocol, ESD- entrance surface dose, TLD-thermoluminiscent dosimeter**

Supervisor: prof.dr.sci. Andrija Hebrang, professor in medical school, University of Zagreb

Reviwers: dr.sci Željka Knežević, research assistant; prof. dr.sci Andrija Hebrang, professor in Medical faculty; prof.dr. sci. Nada Oršolić, professor in Faculty of Science

Thesis accepted: