

ДИЛЕМЕ КОД РАДИОЛОШКИХ ПРЕГЛЕДА ТРУДНИЦА

Никола Милошевић,¹ Срђан Милановић,¹ Марко Дожић,¹ Сузана Стојановић Рундић^{1,2}¹ Институт за онкологију и радиологију Србије, Београд, Србија² Медицински факултет, Универзитет у Београду, Београд, Србија

DILEMMA IN RADIOLOGICAL EXAMINATIONS OF PREGNANT WOMEN

Nikola Milošević,¹ Srđan Milanović,¹ Marko Dožić,¹ Suzana Sotjanović Rundić^{1,2}¹ Institute of Oncology and Radiology of Serbia, Belgrade, Serbia² Faculty of Medicine, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

Сажетак

Јонизујуће зрачење представља електромагнетно или честично зрачење које поседује довољну енергију да изазове јонизацију атома. Ефекти зрачења зависе од енергије и врсте зрачења, материје кроз коју зрачење пролази, дозе зрачења и фазе ћелијског циклуса.

Природа јонизујућег зрачења доприноси важности тематике радиолошких прегледа трудница, односно евентуалном ризику за трудноћу и плод. Ризик за оштећење плода зависи од апсорбоване дозе зрачења и доба трудноће. Највећи ризик је током органогенезе и у раном феталном периоду, нешто мањи је у другом триместру, а најмањи је током трећег триместра трудноће. Циљ овог прегледног чланка је изношење дилема и етичких проблема са којима се срећу клиничари и труднице у свакодневној радиолошкој пракси. Радиолог је у обавези да пацијента упозна са процедуром која је планирана, начином извођења и евентуалним компликацијама, али би саопштавање дијагнозе и предлог терапије, уколико је потребна, требало да буде у домену лекара који је упутио пацијента на преглед. Међународна комисија за заштиту од зрачења, када се разматра примена зрачења код трудница, саветује да се фетус сматра припадником опште популације и да се примењују општа ограничења дозе зрачења. У складу са тим, у процени ризика и користи од медицинског излагања зрачењу, морају се узети у обзир две особе, мајка и дете. Када се узме све у обзир, ризик од радиолошког прегледа по трудноћу и плод, односно однос између користи и штете се процењује у односу на сваки индивидуални случај посебно, у договору лекара, труднице и других заинтересованих особа.

Кључне речи: етички проблем; радиолошки преглед трудница; доза јонизујућег зрачења; процена ризика зрачења

Abstract

Ionizing radiation is electromagnetic or particle radiation that has sufficient energy to cause ionization of atoms. The effects of radiation depend on the energy and type of radiation, the matter through which the radiation passes, the radiation dose and the phase of the cell cycle.

The nature of ionizing radiation contributes to the importance of the topic of radiological examinations of pregnant women, i.e. the possible risk for pregnancy and the fetus. The risk of fetal damage depends on the absorbed dose of radiation and the stage of pregnancy. The risk is highest during organogenesis and in the early fetal period, it is slightly lower in the second trimester and the lowest during the third trimester of pregnancy. The aim of this review article is to present the dilemmas and ethical problems faced by clinicians and pregnant women in everyday radiological practice. The radiologist is obliged to inform the patient about the planned procedure, the way it is performed and possible complications, but communicating the diagnosis and proposing therapy, if necessary, should be the responsibility of the doctor who referred the patient for examination. When considering the use of radiation in pregnant women, the International Commission on Radiological Protection advises that the fetus be considered a member of the general population and that general radiation dose limits apply. Accordingly, in evaluating the risks and benefits of medical radiation exposure, two persons must be considered, the mother and child. When everything is taken into account, the risk of a radiological examination for the pregnant woman and the fetus, i.e. the relationship between the benefit and the risk is assessed in relation to each individual case separately, in agreement between the doctor, the pregnant woman and other interested persons.

Key words: ethical problem; radiological examination of pregnant women; dose of ionizing radiation; radiation risk assessment

Увод

Значајан технолошки напредак у последњих неколико деценија омогућио је развој напредних уређаја за радиолошку дијагностику. Широка доступност модерних техника радиолошких прегледа је довела до тога да је данас, од свих вештачких извора јонизујућег зрачења, човек највише изложен зрачењу дијагностичких радиолошких уређаја [1].

Introduction

Significant technological progress in the last few decades has enabled the development of advanced devices for radiological diagnostics. Wide availability of modern radiological examination techniques has led to the fact that today, of all artificial sources of ionizing radiation, man is most exposed to radiation from diagnostic radiological devices [1].

Јонизујуће зрачење може да буде електромагнетно или честично зрачење које поседује довољну енергију да изазове јонизацију атома. Ефекти зрачења зависе од енергије и врсте зрачења, материје кроз коју зрачење пролази, дозе зрачења и фазе ћелијског циклуса у којој се ћелија налази. Постоје детерминистички и стохастички ефекти, то јест ефекти чије испољавање зависи од количине примљене дозе и ефекти који не зависе од примењене дозе, већ само излагање зрачењу може довести до одређених поремећаја [2].

Узимајући у обзир природу јонизујућег зрачења етички проблеми у радиологији добијају на значају, а међу њима су увек актуелне етичке дилеме код радиолошких прегледа трудница [3].

Циљ овог прегледа литературе је указивање на честе ситуације са којима се сусрећу клиничари и труднице у свакодневной радиолошкој пракси, а имајући у виду забринутост која скоро увек постоји када труднице треба да буду изложене радиолошком прегледу. У овоме се највише огледа актуелност ове теме.

Досадашња сазнања

Јонизујуће зрачење и примена у радиологији

У радиолошкој дијагностици се користе X-зраци, односно рендгенско зрачење које је добило назив по немачком физичару Рендгену, који је заслужан за откриће ових зрака и почетак примене. Рендгенски зраци су део електромагнетног спектра између ултраљубичастих и гама зрака. Данас су у широкој употреби апарати за радиолошку дијагностику чији је рад заснован управо на овој врсти јонизујућег зрачења. Ту спадају многобројни модели конвенционалних рендгенских апарата за различите намене, ортопани, мамографи, компјутеризована томографија (ЦТ) и други уређаји.

Примена јонизујућег зрачења у медицини подразумева и процену количине зрачења, тако да је дефинисано неколико јединица у Међународном систему јединица (*Système international d'unités, SI*), од којих су најчешће у употреби јединица за апсорбовану дозу зрачења греј *Gray* – Gy, која је одређена количином енергије зрачења која је апсорбована у јединици масе озрачене материје ($1 \text{ Gy} = \text{J/kg}$), као и јединица за еквивалентну, односно ефективну дозу зрачења сиверт *Sievert* – Sv, такође изражена у односу $1 \text{ Sv} = \text{J/kg}$. Еквивалентна доза зрачења се односи на биолошки ефекат зрачења и израчунава се тако што се апсорбована доза помножи са фактором квалитета зрачења Q (зависи од врсте зрачења) и са фактором N који зависи од времена и запремине тела које је изложено зрачењу, врсте изло-

Ionizing radiation can be electromagnetic or particle radiation that possesses sufficient energy to cause ionization of atoms. The effects of radiation depend on the energy and type of radiation, the matter through which the radiation passes, the dose of radiation and the phase of the cell cycle of the cell. There are deterministic and stochastic effects, that is, effects whose manifestation depends on the amount of received dose and effects that do not depend on the administered dose, rather, the exposure to radiation itself can lead to certain disorders [2].

When considering the nature of ionizing radiation, ethical problems in radiology gain on importance, and among them are always present ethical dilemmas regarding radiological examinations of pregnant women [3].

The aim of this literary review is to indicate the frequent situations faced by clinicians and pregnant women in daily radiological practice, bearing in mind the concern that almost always exists when pregnant women need to be exposed to a radiological examination. This is where the topicality of this subject matter is reflected the most.

Current findings

Ionizing radiation and application in radiology

Radiological diagnostics uses the "X" - rays, i.e. X-ray radiation, named after the German physicist Wilhelm Roentgen, who is credited with the discovery of these rays and the beginning of their application. X-rays are part of the electromagnetic spectrum between ultraviolet and gamma rays. Today, devices for radiological diagnostics, the work of which is based on this type of ionizing radiation, are widely used. These include numerous models of conventional X-ray machines for various purposes, panoramic radiographs, mammographs, computed tomography (CT) and other devices.

The application of ionizing radiation in medicine also implies an assessment of the amount of radiation, therefore several units are defined in the International System of Units (*Système international d'unités, SI*), of which the most commonly used are the unit for the absorbed dose of radiation "Gray" - Gy, which is determined by the amount of radiation energy absorbed in the unit of mass of irradiated matter ($1 \text{ Gy} = \text{J/kg}$), as well as the unit for the equivalent, i.e. effective dose of radiation "Sievert" - Sv, also expressed in the ratio $1 \text{ Sv} = \text{J/kg}$. The equivalent dose of radiation Ht refers to the biological effect of radiation and is calculated by multiplying the absorbed dose with the radiation quality factor Q (depending on the type of radiation) and with the factor N which depends on the time and volume of the body exposed to radiation, the type of exposed

женог ткива, па и врсте бића. Фактори Q и N заједно чине тежински фактор зрачења rW [4].

Када је реч о дозама зрачења приликом радиолошких прегледа, апсорбоване дозе зрачења су реда величина које се мере милигрејима (mGy). Избор методе прегледа свакако зависи од више фактора, укључујући и клиничку слику пацијента, стање или обољење због којег је упућен на преглед, анатомску регију која се прегледа, али је увек циљ смањити излагање јонизујућем зрачењу колико год је то могуће, уз поштовање принципа *ALARA* (*As Low As Reasonably Achievable*/ Толико ниско колико је то разумно могуће постићи) [5].

Ризици радиолошких прегледа трудница

С обзиром на потенцијално штетне ефекте рендгенског зрачења, посебан проблем јесу радиолошки прегледи трудница.

Познато је да ризик за оштећење плода зависи од апсорбоване дозе и доба трудноће. Највећи ризик је током органогенезе и у раном феталном периоду, нешто мањи је у другом триместру, а најмањи ризик је током трећег триместра.

На пример, дозе величине од 100 mGy до 500 mGy у првих неколико недеља после зачећа су удружене са повишеним ризиком за смрт плода. Посебно је осетљив централни нервни систем фетуса, поготово у прва два триместра. Појава малформација нервног система има праг дозе од 100 mGy, а фетална доза од 1000 mGy може довести до тешке менталне ретардације у периоду до 25 недеља, а нарочито пре 15 недеља старости трудноће [6, 7].

Уопштено се узима да је максимална дозвољена доза на фетус 100 mSv, као и да дозе зрачења испод 50 mSv имају занемарљив ризик за појаву малформација, односно да дозе веће од 150 mSv носе повишен ризик за појаву малформација плода [8]. Ипак, ради поређења треба напоменути, просечна доза приликом прегледа компјутеризованом томографијом је испод 50 mGy, а дозе код конвенционалне радиографије (стандардно рендгенско снимање) су вишеструко мање [9, 10].

Сматра се да изложеност дози мањој од 50 милигреја (mGy) није повезана са губитком трудноће или оштећењем плода [5]. Просечне дозе зрачења којима фетус може бити изложен у односу на врсту прегледа и анатомску регију су приказане у Табели 1 [9].

tissue and the type of being. Factors Q and N together make the radiation weighting factor rW [4].

When it comes to radiation doses during radiological examinations, absorbed radiation doses are of the order of magnitude measured in milligrays (mGy). The choice of examination method certainly depends on several factors, including the clinical picture of the patient, the condition or disease for which they were referred for examination, the anatomical region to be examined, but the goal is always to reduce the exposure to ionizing radiation as much as possible, while respecting the ALARA principle (*As Low As Reasonably Achievable*) [5].

Risks of radiological examinations of pregnant women

Given the potentially harmful effects of X-ray radiation, radiological examinations of pregnant women are a particular problem.

It is known that the risk of damage to the fetus depends on the absorbed dose and the stage of the pregnancy. The highest risk is during organogenesis and in the early fetal period, it is slightly lower in the second trimester, and the lowest risk is during the third trimester.

For example, doses of 100 mGy to 500 mGy in the first few weeks after conception are associated with an increased risk of fetal death. The central nervous system of the fetus is particularly sensitive, especially in the first two trimesters. The appearance of malformations of the nervous system has a dose threshold of 100 mGy, and a fetal dose of 1000 mGy can lead to severe mental retardation in the period up to 25 weeks, and especially before 15 weeks of gestational age [6, 7].

It is generally accepted that the maximum permissible dose to the fetus is 100 mSv, as well as that radiation doses below 50 mSv carry a negligible risk of malformations, i.e. doses greater than 150 mSv carry an increased risk of fetal malformations [8]. However, for the sake of comparison, it should be noted that the average dose during a computed tomography examination is below 50 mGy, and the doses during conventional radiography (standard X-ray imaging) are several times lower [9, 10].

Exposure to a dose of less than 50 milligray (mGy) is not thought to be associated with pregnancy loss or fetal harm [5]. The average doses of radiation to which the fetus can be exposed with regard to the type of examination and the anatomical region are shown in the Table 1 [9].

Табела 1: Просечне дозе зрачења којима фетус може бити изложен у односу на врсту прегледа и анатомску регију [8].

Table 1: Average doses of radiation to which the fetus can be exposed in relation to the type of examination and anatomical region [8].

Регија прегледа <i>Examination region</i>	Конвенционална радиографија <i>Conventional radiography</i>	Компјутеризована радиографија <i>Computerized radiography</i>
глава / <i>head</i>	< 0,001 mGy	< 0,01 mGy
грудни кош / <i>chest</i>	0,0005 – 0,01 mGy	0,01 – 0,66 mGy
абдомен / <i>abdomen</i>	0,1 – 20 mGy	1,3 – 35 mGy
карлица / <i>pelvis</i>	0,1 – 20 mGy	10 – 50 mGy

Доказано је да је појава малигнух обољења код деце и одраслих повезана са излагањем јонизујућем зрачењу. Када се разматра ризик од карциногенезе код пренаталне изложености, утврђено је да постоји нешто виши ризик, али се сматра да је тај ризик отприлике једнак као и ризик у општој популацији деце [6] уколико фетус није био директно изложен. Међутим, ако је фетус био директно изложен, као на пример код прегледа абдомена и карлице, ризик од карциногенезе може бити повишен с обзиром на примљену дозу, просечно 20–50 mGy [7]. Ради тачне процене примењене дозе и ризика, у овим случајевима је неопходна консултација искусног медицинског физичара [7, 9].

It has been proven that the occurrence of malignant diseases in children and adults is associated with exposure to ionizing radiation. When considering the risk of carcinogenesis from prenatal exposure, it was determined that the risk is slightly higher, but this risk is thought to be about the same as the risk in the general population of children [6] if the fetus was not directly exposed. However, if the fetus has been directly exposed, such as during abdominal and pelvic examinations, the risk of carcinogenesis may be elevated given the dose received, an average of 20 – 50 mGy [7]. In order to accurately assess the applied dose and risk, in these cases, consultation with an experienced medical physicist is necessary [7, 9].

Преглед могућих ефеката јонизујућег зрачења у зависности од прага дозе је приказан у Табели 2 [11].

An overview of the possible effects of ionizing radiation depending on the dose threshold is shown in the table 2 [11].

Табела 2: Могући ефекти јонизујућег зрачења у односу на гестационо доба у зависности од прага дозе [10].

Table 2: Possible effects of ionizing radiation in relation to gestational age depending on the dose threshold [10].

Могући ефекти <i>Possible effects</i>	Доба гестације <i>Gestational age</i>	Праг дозе (mGy) <i>Dose threshold (mGy)</i>
побачај <i>miscarriage</i>	Прва недеља <i>First week</i>	100
побачај <i>miscarriage</i>	2–6 недеља <i>2–6 week</i>	250–500
малформације плода <i>fetal malformations</i>	10–17 недеља <i>10–17 week</i>	200
ментална ретардација <i>mental retardation</i>	18–27 недеља <i>18–27 week</i>	без прага дозе <i>without dose threshold</i>
малформације плода <i>fetal malformations</i>	18–27 недеља <i>18–27 week</i>	500
ментална ретардација <i>mental retardation</i>	18–27 недеља <i>18–27 week</i>	120
смањење IQ <i>lowering of IQ</i>	18–27 недеља <i>18–27 week</i>	120
смањење масе плода <i>fetal mass reduction</i>	током целе трудноће <i>during the entire pregnancy</i>	200–250
педијатријски малигнитет <i>pediatric malignancy</i>	током целе трудноће <i>during the entire pregnancy</i>	без прага дозе <i>without dose threshold</i>
адултни малигнитет <i>adult malignancy</i>	током целе трудноће <i>during the entire pregnancy</i>	без прага дозе <i>without dose threshold</i>

Контрастна средства

Није само зрачење фактор ризика, већ је то често и давање односно примена контраста. Контрастна средства која се примењују у радиологији су суспензије или раствори инертних једињења која се у значајној мери састоје од елемената високог атомског броја. За рендгенске и ЦТ прегледе се најчешће користе једна контрастна средства. Када су у питању прегледи магнетном резонанцијом, користе се парамагнетна контрастна средства која су базирана на једињењима гадолинијума (*Gd*).

Иако ретко, повремено се јављају нежељени ефекти, почевши од појаве благог еритема у регији убризгавања, преко уртикарије, па све до развоја генерализоване анафилактичке реакције.

С обзиром на то да примена јодних контрастних средстава током трудноће може утицати на поремећај активности штитасте жлезде, препоручује се да једна контрастна средства треба избегавати код трудница, осим уколико је то неопходно [9, 11].

Магнетна резонанција је метода прегледа која не зрачи, али је важно напоменути да парамагнетна контрастна средства могу доспети у феталну циркулацију. Интравенска примена гадолинијума је тератогена код животиња, али у дозама које су неколико пута више од препоручених доза за примену код људи. Ипак, иако постоје докази да су ова контрастна средства безбедна за примену током трудноће, препоручује се да се одлука о њиховој употреби донесе након пажљивог разматрања неопходности прегледа са контрастом [9, 11].

Етичке дилеме

Када је потребно урадити радиолошки преглед труднице, лекар се суочава са неколико етичких дилема.

У пракси је прихваћено да заштита од зрачења није потребна у првих неколико дана циклуса – правило 10 дана (*10-day rule*), с обзиром да се у том периоду циклуса не очекује трудноћа [12].

Радиолог је у обавези да пацијенткињу упозна са процедуром која је планирана, начином извођења и евентуалним компликацијама [8, 13]. Иако је ризик за оштећење плода низак, он постоји, и обавезно је пажљиво разматрање користи од прегледа и потенцијалне штете. Трудна пацијенткиња има право да зна особине и тип потенцијалних ефеката зрачења на плод [6].

Некада пацијенткиња није сигурна да ли је трудна и тада треба претпоставити да трудноћа постоји.

Contrast agents

Radiation is not the only risk factor, but often it is also the administration or application of contrast agents. Contrast agents used in radiology are suspensions or solutions of inert compounds that are largely composed of elements with a high atomic number. Iodine contrast agents are most often used for X-ray and CT examinations. When it comes to magnetic resonance examinations, paramagnetic contrast agents based on gadolinium (*Gd*) compounds are the ones used.

Although rare, side effects occasionally occur, starting with the appearance of mild erythema in the injection region, followed by urticaria, and finally the development of a generalized anaphylactic reaction.

Given that the use of iodine contrast agents during pregnancy can affect thyroid gland activity, it is recommended that iodine contrast agents should be avoided in pregnant women, unless necessary [9, 11].

Magnetic resonance imaging is a non-radiative examination method, but it is important to note that paramagnetic contrast agents can enter the fetal circulation. Intravenous administration of gadolinium is teratogenic in animals, however at doses that are several times higher than the recommended doses for human administration. However, although there is evidence that these contrast agents are safe for use during pregnancy, it is recommended that the decision to use them be made after careful consideration of the necessity of the contrast examination [9, 11].

Ethical dilemmas

When it is necessary to perform a radiological examination of a pregnant woman, the doctor is faced with several ethical dilemmas.

It is accepted in practice that radiation protection is not needed in the first few days of the cycle - the 10-day rule, given that pregnancy is not expected to occur during that period of the cycle [12].

The radiologist is obliged to familiarize the patient with the planned procedure, the method of performance and possible complications [8, 13]. Although the risk of fetal damage is low, it does exist, and careful consideration of the benefits of screening against the potential harms is mandatory. A patient who is pregnant has the right to know the characteristics and type of potential effects of radiation on the fetus [6].

Sometimes the patient is not sure if she is pregnant and

Посебне су околности у случајевима неочекиваног излагања плода зрачењу, на пример, код унапред заказаног прегледа компјутеризованом томографијом када пацијенткиња у тренутку планирања прегледа није знала за трудноћу, односно није била трудна, а прошло је више недеља од заказивања и пацијенткиња је у међувремену затруднела.

Постоје и ситуације када је преглед обављен у хитном стању, када излагање радиолошкој процедури може довести до спасавања живота мајке, а у том тренутку без претходно доступних података о постојећој трудноћи. У тим случајевима је неопходно упознати пацијенткињу са особинама урађеног прегледа, примењеном дозом зрачења и евентуалним очекиваним последицама [14].

Додатна дилема постоји приликом индикована радиолошких прегледа код пацијенткиња које се лече од стерилитета.

Посебно питање које се намеће у радиологији јесте давање дијагнозе пацијенту. Саопштавање дијагнозе и предлог терапије, уколико је потребна, требало би да буде у домену лекара који је упутио пацијента на преглед [13].

У многим земљама важе препоруке да се избегавају радијационе процедуре током трудноће. Када је неопходно, мора се посматрати сваки случај индивидуално, у зависности од старости плода, предложене дијагностичке процедуре, обухваћеног дела фетуса у озрачењу волумен и очекиване дозе зрачења.

Закључак

Труднице су скоро увек забринуте када им се предлаже нека од радиолошких процедура, углавном због опште перцепције јонизујућег зрачења. Због тога треба у потпуности упознати пацијенткиње са начином извођења прегледа и потенцијалним ризицима излагања током трудноће.

Дозе зрачења које се примењују код највећег броја прегледа не доводе до значајно повишеног ризика за пренаталну смрт плода, нити за малформације и менталну ретардацију. Прегледи регије карлице и абдомена носе нешто повишен ризик од карциногенезе фетуса. Када је у питању давање контрастних средстава, препорука је да се не примењују уколико није неопходно.

Међународна комисија за заштиту од зрачења, када се разматра примена зрачења код трудница, саветује да се фетус сматра припадником опште популације, и да се примењују општа ограничења дозе. У складу са

then it should be assumed that the pregnancy exists.

There are special circumstances in cases of unexpected exposure of the fetus to radiation, for example, during a pre-scheduled computerized tomography examination, when the patient did not know about the pregnancy at the time of planning the examination, i.e. she was not pregnant, and several weeks have passed since making the appointment and the patient has become pregnant in the meantime.

There are also situations when the examination is performed in an emergency, when exposure to a radiological procedure can lead to saving the mother's life, whereby, at that moment, information about the existing pregnancy were not available. In those cases, it is necessary to familiarize the patient with the characteristics of the examination performed, the applied dose of radiation and any expected consequences [14].

An additional dilemma exists when performing radiological examinations in patients who are being treated for sterility.

A special issue that arises in radiology is giving a diagnosis to the patient. Communicating the diagnosis and proposing therapy, if needed, should be the responsibility of the doctor who referred the patient for examination [13].

In many countries there are recommendations to avoid radiation procedures during pregnancy. When necessary, each case must be considered individually, depending on the age of the fetus, the proposed diagnostic procedure, the part of the fetus included in the irradiated volume and the expected dose of radiation.

Conclusion

Pregnant women are almost always concerned when some of radiological procedures is proposed to them, mainly because of the general perception of ionizing radiation. Therefore, patients should be fully briefed about the method of performing the examination and the potential risks of exposure during pregnancy.

The doses of radiation that are applied in the largest number of examinations do not lead to a significantly increased risk of prenatal death of the fetus, nor of malformations and mental retardation. Examinations of the pelvis and abdomen carry a slightly increased risk of fetal carcinogenesis. When it comes to administering contrast agents, it is recommended not to administer them if not necessary.

When considering the use of radiation in pregnant wom-

тим, у процени ризика и користи од медицинског излагања зрачењу морају се узети у обзир две особе, мајка и дете.

Када се узме све у обзир, ризик од радиолошког прегледа по трудницу и плод, односно однос између користи и штете се процењује у односу на сваки индивидуални случај посебно, у договору лекара, труднице и других заинтересованих особа.

en, the International Commission on Radiological Protection advises that the fetus be considered as a member of the general population, and that general dose limits should apply. Accordingly, in evaluating the risks and benefits of medical radiation exposure, two persons must be considered, the mother and child.

When everything is taken into account, the risk of a radiological examination for the pregnant woman and the fetus, i.e. the relation between benefit and harm is evaluated with regard to each individual case separately, in agreement between the doctor, the pregnant woman and other interested persons.

Литература / References

1. Radiation Sources and Doses [Internet]. Environmental Protection Agency; [updated 2023 February 16; cited 2023 May 21]. Available from: <https://www.epa.gov/radiation/radiation-sources-and-doses>
2. Halperin EC, Wazer DE, Perez CA, Brady LW. Perez and Brady's Principles and Practice of Radiation Oncology. 7th ed. Wolters Kluwer; 2019. ISBN: 9781496386823
3. Malone J, Zölzer F. Pragmatic ethical basis for radiation protection in diagnostic radiology. *The British Journal of Radiology*. 2016; 89(1059):20150713. <https://doi.org/10.1259/bjr.20150713>
4. National Research Council (US) Committee on Evaluation of EPA Guidelines for Exposure to Naturally Occurring Radioactive Materials. Evaluation of Guidelines for Exposures to Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials [Internet]. Washington (DC): National Academies Press (US); 1999. Appendix, Radiation Quantities and Units, Definitions, Acronyms; [cited 2023 May 21]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK230653/>
5. Yoon I, Slesinger TL. Radiation exposure in pregnancy [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan [updated 2023 May 1; cited 2023 May 21]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31869154/>
6. International commission on radiological protection. Pregnancy and Medical Radiation, Publication 84. *Annals of the ICRP* 2000; 30;1–1. [https://doi.org/10.1016/S0146-6453\(00\)00024-5](https://doi.org/10.1016/S0146-6453(00)00024-5). PMID: 11108925
7. Paediatric Imaging Reference Group. Diagnostic Radiology and Pregnancy. Version 2.0. Sydney: The Royal Australian and New Zealand College of Radiologists; 2017.
8. Kim E, Boyd B. Diagnostic imaging of Pregnant Women and fetuses: Literature review. *Bioengineering*. 2022; 9(6):236. <https://doi.org/10.3390/bioengineering9060236>
9. Committee Opinion No. 723: Guidelines for Diagnostic Imaging During Pregnancy and Lactation. *Obstet Gynecol*. 2017; 130(4):e210–e216. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000002355>. Erratum in: *Obstet Gynecol*. 2018; 132(3):786. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000002858>
10. Radiation safety [Internet]. Reston, VA: American College of Radiology [cited 2023 May 21]. Available from: <https://www.acr.org/Clinical-Resources/Radiology-Safety/Radiation-Safety>
11. Eskandar O, Eckford S, Watkinson T. Safety of diagnostic imaging in pregnancy. Part 1: X-ray, nuclear medicine investigations, computed tomography and contrast media. *The Obstetrician & Gynaecologist*. 2010; 12(2):71–8. <https://doi.org/10.1576/toag.12.2.71.27571>
12. Carmichael JHE, Warrick CK. The ten day rule – principles and practice. *The British Journal of Radiology*. 1978; 51(611):843–6. <https://doi.org/10.1259/0007-1285-51-611-843>

13. Nenadović M. Medicinska etika [Medical ethics]. 2nd ed. Belgrade: Univerzitet u Prištini, Medicinski fakultet; 2007. Serbian.
14. Scharwächter C, Röser A, Schwartz C, Haage P. Prenatal Radiation Exposure: Dose Calculation. *RöFo - Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren*. 2015; 187(05):338–46. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1398817>

**Кореспонденција / Correspondence**

Никола Милошевић - Nikola Milošević
milosevicnikola43@gmail.com