

**РЪКОВОДСТВА  
ЗА БЕЗОПАСНОСТ**  
*ПО ПРИЛАГАНЕ НА  
НОРМАТИВНИТЕ ИЗИСКВАНИЯ*



# **РЪКОВОДСТВО**



**РАДИАЦИОННА ЗАЩИТА В МЕДИЦИНАТА**

**PP-17/2016**



**АГЕНЦИЯ ЗА ЯДРЕНО РЕГУЛИРАНЕ  
BULGARIAN NUCLEAR REGULATORY AGENCY**



СЪДЪРЖАНИЕ

СЪДЪРЖАНИЕ .....	2
<b>1 ЙОНИЗИРАЩИ ЛЪЧЕНИЯ В МЕДИЦИНАТА. БИОЛОГИЧНИ ЕФЕКТИ .....</b>	<b>3</b>
ЙОНИЗИРАЩИ ЛЪЧЕНИЯ В МЕДИЦИНАТА .....	3
БИОЛОГИЧНИ ЕФЕКТИ.....	6
Детерминистични ефекти.....	7
Стохастични ефекти.....	8
Тератогенни ефекти .....	8
<b>2. ДОЗИМЕТРИЧНИ ВЕЛИЧИНИ.....</b>	<b>9</b>
ФИЗИЧНИ ВЕЛИЧИНИ.....	9
Керма, К.....	9
Погълната доза, D .....	9
ВЕЛИЧИНИ ЗА РАДИАЦИОННА ЗАЩИТА .....	10
Еквивалентна доза, NT .....	10
Ефективна доза, E.....	11
ОПЕРАТИВНИ ВЕЛИЧИНИ.....	12
Величини за мониторинг на средата .....	12
Величини за индивидуален мониторинг .....	12
Взаимовръзка между оперативните величини и величините за радиационна защита .....	13
<b>3. ИЗИСКВАНИЯ ЗА ОБУЧЕНИЕ И КВАЛИФИКАЦИЯ НА ЛИЦАТА, УЧАСТВАЩИ В МЕДИЦИНСКОТО ОБЛЪЧВАНЕ И ИЗПОЛЗВАНЕ НА ИЗТОЧНИЦИ НА ЙОНИЗИРАЩИ ЛЪЧЕНИЯ ЗА МЕДИЦИНСКИ ЦЕЛИ.....</b>	<b>13</b>
<b>4. РАДИАЦИОННА ЗАЩИТА ПРИ МЕДИЦИНСКО ОБЛЪЧВАНЕ.....</b>	<b>14</b>
ОБОСНОВАНОСТ .....	15
Медицинско облъчване на пациент.....	15
Медицинско облъчване на лица, които съзнателно и доброволно подпомагат и осигуряват удобство на пациентите по време на диагностика или лечението им с източници на йонизиращи лъчения.....	15
Медицинско облъчване при здравен скрининг .....	16
Медицинско облъчване при медицински, биомедицински, диагностични или терапевтични изследователски програми .....	16
ОПТИМИЗАЦИЯ .....	16
Медицинско облъчване на бременни жени .....	17
ГРАНИЦИ НА ДОЗАТА И ДИАГНОСТИЧНИ РЕФЕРЕНТНИ НИВА .....	18
Граници на дозата .....	18
Диагностични референтни нива .....	18
<b>5. МЕТОДИ ЗА РАДИАЦИОННА ЗАЩИТА НА ЛИЦА ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕ НА ИЙЛ ЗА МЕДИЦИНСКИ ЦЕЛИ (С ИЗКЛЮЧЕНИЕ НА ПАЦИЕНТИ).....</b>	<b>19</b>
ПЕРСОНАЛ .....	19
Контролирана и надзиравана зона.....	19
Контрол на радиационната обстановка.....	20
Индивидуален мониторинг .....	20
Инструменти за намаляване на облъчването на персонала .....	20
Изисквания при жени, подложени на професионално облъчване.....	21
НАСЕЛЕНИЕ.....	21
ЛИЦА, ДОБРОВОЛНО УЧАСТВАЩИ В МЕДИЦИНСКИ, БИОМЕДИЦИНСКИ, ДИАГНОСТИЧНИ ИЛИ ТЕРАПЕВТИЧНИ ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ ПРОГРАМИ .....	21
ЛИЦА, КОИТО СЪЗНАТЕЛНО И ДОБРОВОЛНО ПОДПОМАГАТ И ОСИГУРЯВАТ УДОБСТВО НА ПАЦИЕНТИТЕ ПО ВРЕМЕ НА ДИАГНОСТИКАТА ИЛИ ЛЕЧЕНИЕТО ИМ С ИЗТОЧНИЦИ НА ЙОНИЗИРАЩИ ЛЪЧЕНИЯ .....	21
<b>6. СЪБИТИЯ, ИНЦИДЕНТИ И АВАРИИ.....</b>	<b>21</b>



## 1. ЙОНИЗИРАЩИ ЛЪЧЕНИЯ В МЕДИЦИНАТА. БИОЛОГИЧНИ ЕФЕКТИ

### ЙОНИЗИРАЩИ ЛЪЧЕНИЯ В МЕДИЦИНАТА

1.1 Използването на йонизиращи лъчения в медицината за диагностика и лечение започва преди повече от сто години. На въздействието им могат да бъдат изложени:

- лица от “персонала” - лица, подложени на професионално облъчване (лекари, медицински сестри, санитарни и др.);
- лица от “населението” – всяко лице, с изключение на случаите, когато то е подложено на професионално или медицинско облъчване;
- лица, подложени на медицинско облъчване:
  - пациенти при извършване на диагностика или лечение;
  - лица, които не са персонал, но доброволно подпомагат и осигуряват удобството на пациентите по време на диагностика или лечението им с източници на йонизиращи лъчения;
  - лица при професионално медицинско наблюдение;
  - лица без симптоми на заболяване с цел ранна диагностика на заболяване;
  - здрави лица или пациенти, които доброволно участват в медицински, биомедицински, диагностични или терапевтични изследователски програми.

1.2 Медицинското облъчване е основният техногенен източник на облъчване на човека, като според обобщени оценки на Научния комитет за действието на атомната радиация към Обединените нации (НКДАР) формира около 99 % от надфоновото облъчване на лица от населението (осреднената годишна ефективна доза, дължаща се на облъчването на човек от естествения радиационен фон се оценява на около 2,4 mSv). Приносът на медицинското облъчване съставлява около 20 % от общото облъчване на лица от населението, обусловено от естествения радиационен фон и от техногенни източници на йонизиращи лъчения (годишната ефективна доза, дължаща се на облъчването от естествения радиационен фон и от техногенни източници, включително от медицинско облъчване, е приблизително 3 mSv на човек).

1.3 Основните клонове на медицината, в които се прилагат източници на йонизиращи лъчения са:

- Рентгеновата диагностика – за получаване на визуални изображения на структурни части на човешкото тяло чрез използване на рентгенови лъчи. Основа на рентгеновата диагностика е силната зависимост на общия коефициент на отслабване  $\mu$  за рентгеновите лъчи от вида на биологичните тъкани. Изследваната част на тялото се пролъчва с рентгеново лъчение с енергия между 20 и 140 keV, което при преминаването си през тъканите намалява своя интензитет (отслабва).
- Нуклеарната медицина (диагностика и лечение с радиофармацевтици) – за получаване на диагностична информация във вид на сцинтиграми или други форми чрез използване на радиофармацевтици (химични съединения, съдържащи радионуклиди като  $^{99m}\text{Tc}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{201}\text{Tl}$ ,  $^{18}\text{F}$  и др.) при провеждане на “in vivo” и “in vitro” диагностични изследвания на пациенти (функционални, топографски) и за лечение с радиофармацевтици ( $^{32}\text{P}$ ,  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{223}\text{Ra}$  и др.), въведени в организма инжекционно или орално (метаболитна брахитерапия).



- Лъчелечението (радиотерапия) – за лечение на злокачествени заболявания (обикновено в комбинация с оперативно и медикаментозно лечение) чрез външно облъчване от различно разстояние (перкутанно/дистанционно лъчелечение) с гама-лъчи (гама-облъчватели -  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ), с рентгенови лъчи (терапевтични рентгенови уредби), с ускорени електрони или високоенергийно спирачно лъчение (*медицински линейни ускорители, бетатрони*) или чрез контактното облъчване на тъкани и органи (вътрешнокухинна и вътрешнотъканна брахитерапия) с радиоактивни източници ( $^{192}\text{Ir}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и др.), въведени в тях.

1.4 През последните 20 години броят на диагностичните медицински изследвания в световен мащаб е нараснал повече от два пъти. По данни на НКДАР средната индивидуална годишна ефективна доза от медицинско облъчване е около 0,6 mSv. Тази осреднена за света доза може да варира в широки граници за различните страни в зависимост от разполагаемите технически и финансови ресурси, нивото на здравната помощ, броя и вида на медицинските изследвания.

1.5 За страните с най-ниско ниво на здравна помощ (един лекар на 10 000 души - четвърто ниво по класификацията на НКДАР) средната индивидуална годишна ефективна доза от медицинско облъчване е около 0,02 mSv.

1.6 За страните с най-високо ниво на здравна помощ (един лекар на около 1000 души - първо ниво по класификацията на НКДАР) средната индивидуална годишна ефективна доза е значително по-голяма и може да достигне или дори надвиши 1,2 mSv.

1.7 За България средната индивидуална годишна ефективна доза от рентгенова и радионуклидна диагностика е около 0,9 mSv.

1.8 Най-голям принос в дозовото натоварване на пациентите има рентгеновата диагностика, поради големия брой на рентгеновите изследвания, докато приносът на нуклеарната медицина е много по-малък (около 20 %).

*(Средната ефективна доза при стандартна рентгенова диагностика се оценява на: 6 - 8 mSv при изследване на стомашно-чревния тракт; 1,0 - 1,5 mSv при изследване на гръбнак, прешлени; 0,6 – 0,7 mSv при изследване на абдомен, таз, бедро; 0,4 mSv при мамография; 0,02 – 0,1 mSv при фронтално изследване на гръдната клетка; 0,1 mSv при изследване на черепа; 0,001 – 0,005 mSv при изследване на коляно или други крайници; 0,001 mSv при костна денситометрия; 0,005 – 0,01 mSv за интраорални и панорамни зъбни снимки.)*

1.9 През последните години броят на компютър-томографите в страната нараства постоянно, което е следствие от световната тенденция за увеличаване на компютър-томографските изследвания. По данни от медицинската статистика годишно в света се провеждат средно около 100 000 компютър-томографски изследвания (2 % от всички видове рентгенови изследвания).

1.10 Средната ефективна доза при различните видове компютър-томографски изследвания се оценява на: 12 – 16 mSv за коронарна графия, ангиография; 10 mSv за колоноскопия; до 6 mSv за гръбнак; 1-16 mSv за гръдна клетка/белодробен емболизъм; 2 – 3 mSv за глава, врат; 6- 8 mSv за абдомен, таз.

1.11 Рентгенографските изследвания на зъби и челюсти са най-често провежданите рентгенови изследвания в света. По данни на НКДАР средногодишно в страните с най-високо ниво на здравна помощ се правят 310 000 зъбни снимки на един милион жители, което е около 25 % от всички провеждани рентгенови изследвания.

1.12 Дозите на облъчване, получавани от пациенти при нуклеарно-медицински процедури, варират в много широки граници –от 0,3 mSv до 20 mSv за голяма част от прилаганите процедури.



1.13 При сцинтиграфия на кости с  $^{99m}\text{Tc}$  за изследване на метастази ефективната доза е около 3 mSv. При изследване на някои онкологични заболявания с  $^{131}\text{I}$  или  $^{123}\text{I}$  ефективната доза е в диапазона 3-8 mSv. При диагностика на сърдечни и белодробни заболявания с  $^{123}\text{I}$  ефективната доза е около 3-4 mSv. При диагностика на перфузия на миокарда с  $^{99m}\text{Tc}$  ефективната доза е в границите 10-17 mSv, но ако същото изследване се направи с  $^{201}\text{Tl}$ , ефективната доза може да бъде по-голяма - от 12 до 30 mSv. Погълнатата доза от  $^{18}\text{F-FDG}$  при въвеждане на единица активност в пациент е около 0,012 mGy/MBq за цяло тяло (за черен дроб – 0,024 mGy/MBq, бъбреци – 0,021 mGy/MBq, бели дробове – 0,015 mGy/MBq, червен костен мозък – 0,011 mGy/MBq).

1.14 В 90 % от случаите в онкологията се прилага перкутанно лъчелечение по индивидуален план за всеки пациент, който се изготвя от лекар-лъчетерапевт и медицински физик. Останалите 10 % от пациентите се лекуват чрез контактна, интракавитарна, интерстициална или метаболитна брахитерапия.

1.15 При стандартен режим за лъчелечение мишената (тумора) се облъчва с около 60 Gy за 6 седмици на фракции по 2 Gy. Прилагат се и други режими за лъчетерапия - например 40 Gy за 2 седмици на 8 фракции по 5 Gy или 28 Gy на 7 фракции по 4 Gy. При цялостно облъчване на хематологични болни за присаждане (трансплантация) на костен мозък сумарната погълната доза може да бъде 10-12 Gy и се определя и фракционира от лекар-лъчетерапевт.

1.16 В публикация на ЕС "*Radiation Protection 118 - Referral guidelines for imaging*" (2000 г.) типичните ефективни дози при най-често използваните процедури за рентгенова и радионуклидна образна диагностика са класифицирани в 4 интервала, означени съответно с римските цифри I, II, III и IV:

- **I - от 0,02 mSv до 1 mSv** – при рентгеново изследване на гръдна клетка (фронтална графия), череп, гръбнак (гръдни прешлени), таз, бедра, абдомен, при мамография и при някои нуклеарно медицински изследвания (например изследване с  $^{99m}\text{Tc}$  на белодробна перфузия или щитовидна жлеза, белодробна вентилация с Xe-133);
- **II – от 1 mSv до 5 mSv** – при рентгенови изследвания на гръбнак (лумбални прешлени) или на стомах с бариевы съставки, при компютър-томография на глава и врат, при сцинтиграфия на скелета с радиофармацевтици и други нуклеарно-медицински изследвания;
- **III - от 5 mSv до 10 mSv** - при компютър-томография на гръдна клетка, абдомен или бедра, колоноскопия с компютър-томограф, при рентгеново изследване на стомашно-чревен тракт и при някои нуклеарно медицински изследвания (например на сърце с  $^{99m}\text{Tc}$  или на глава с  $^{18}\text{F-FDG}$ );
- **IV - над 10 mSv** – някои компютър-томографски и нуклеарно-медицински изследвания (например коронарна графия, ангиография).

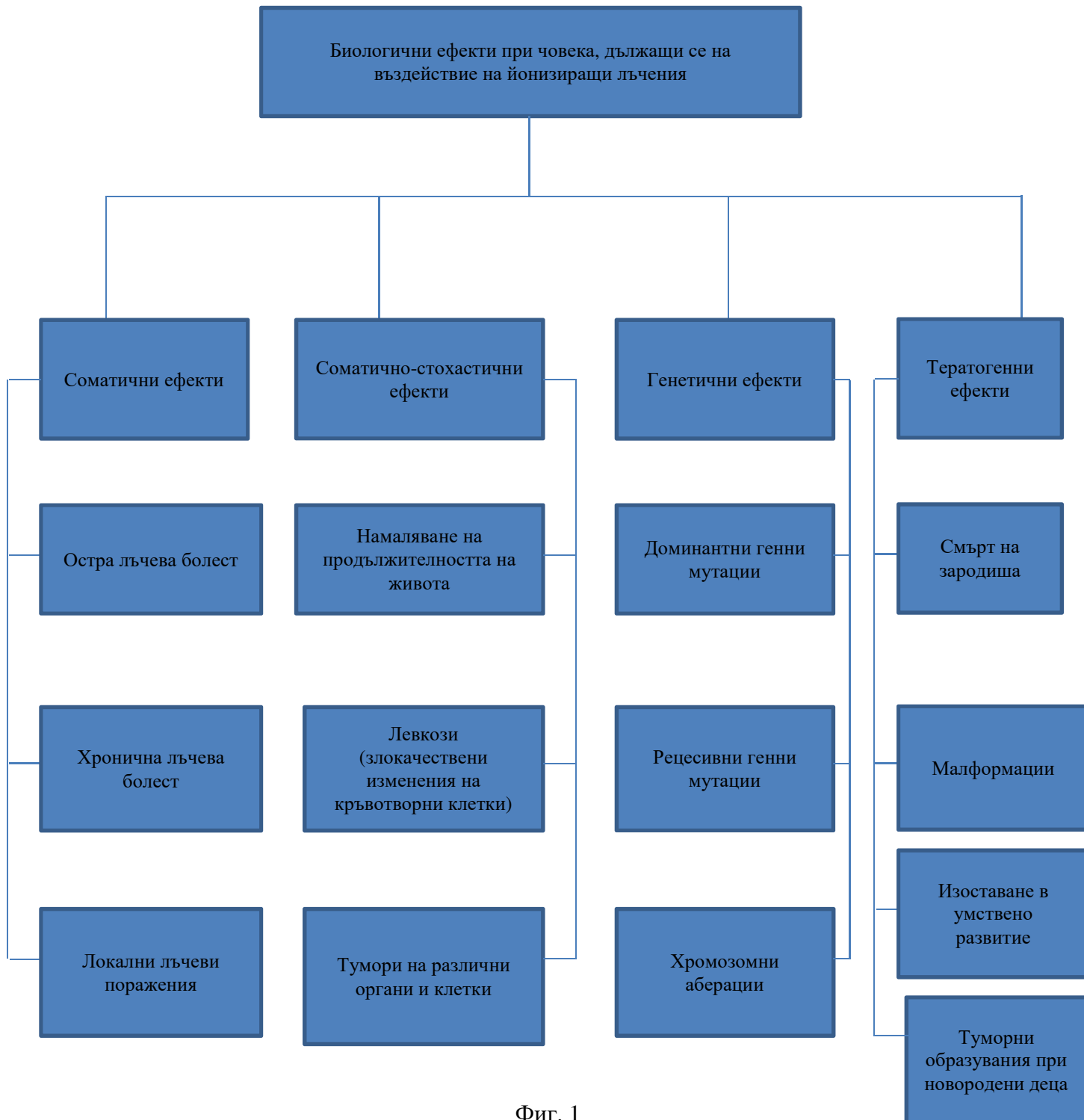
1.17 В рамките на ЕС осреднените за година типични ефективни дози при медицинско облъчване попадат в интервал II – от 1 mSv до 5 mSv на процедура.

1.18 Типичните ефективни дози при интраорални и панорамни зъбни снимки, при рентгенова диагностика на крайници и костна денситометрия са в диапазона от 0,001 mSv до 0,01 mSv.

1.19 Въпреки радиационния риск, съвременната медицина е немислима без прилагането на диагностични и терапевтични методи, които използват различни видове източници на йонизиращи лъчения. Тези методи са общоприети, апробирани и с доказана полза за човечеството, като в повечето случаи те са единствения разумен начин за прецизно и точно диагностициране и лечение на пациентите.

## БИОЛОГИЧНИ ЕФЕКТИ

1.20 Класификацията на възможните биологични ефекти (вредни последици за здравето) от въздействието на йонизиращи лъчения е представена схематично на фиг. 1.



Фиг. 1



1.21 Най-общо, биологичните ефекти от въздействието на йонизиращи лъчения се разделят две групи: детерминистични и стохастични.

*Детерминистични ефекти*

1.22 Детерминистичните ефекти са прагови ефекти, т.е. такива, които се наблюдават при надхвърляне на определена прагова доза. При тях има изразена ясна зависимост между дозата на облъчване и степента на реакция на организма. Същите могат да доведат до смърт на голям брой клетки и необратими увреждания на засегнатия орган или система, както и на целия организъм. Големината на прага зависи от мощността на дозата (доза за единица време), линейното предаване на енергията, органа или тъканта, подложени на облъчване, техния обем и търсения клиничен ефект. Най-ниските прагове, при които могат да се наблюдават детерминистични ефекти са при дози от порядъка на **0,3 – 0,5 Sv**.

1.23 В медицинската радиология детерминистични ефекти се проявяват главно при болни, подложени на локално облъчване с големи дози при лечение на злокачествени образувания.

1.24 При диагностичните изследвания с йонизиращи лъчения по правило се получават дози по-малки от праговете, като вероятността за появата на детерминистични ефекти е много по-малка. Само в отделни случаи при продължителна рентгеноскопия в инвазивната рентгенология може да се наблюдава еритема, а по изключение – лъчева некроза на кожата.

1.25 В таблицата 1 са дадени прагове на дози [Gy] относно клинична проява на някои детерминирани ефекти.

Таблица 1

ОБЕКТ НА ОБЛЪЧВАНЕ И ЕФЕКТ	ПРАГ НА ДОЗАТА [Gy]
Цяло тяло: Лъчева болест - Лека форма - 50 % смъртност - 100% смъртност	1,0 4,0 10,0
Костен мозък - Угнетяване на кръвотворенето	0,5
Гонади мъже - Угнетяване на сперматогенезата - Постоянна стерилност	0,5 4,0
Гонади жени (яйчници) - Нарушаване на функциите - Постоянна стерилност	0,5 2,5
Очна леща - Катаракта (потъмняване на лещата)	2,5
Кожа - Еритема	4,0
Главен мозък на човешкия плод по време на бременността	



ОБЕКТ НА ОБЛЪЧВАНЕ И ЕФЕКТ	ПРАГ НА ДОЗАТА [Gy]
- Праг за умствено изоставане	0,1
- Значим риск за тежко умствено изоставане	1,0
- Риск за атрофия на мозъка	10,0

### *Стохастични ефекти*

1.26 Стохастичните ефекти са безпрагови ефекти, които се проявяват при облъчвания с относително ниски дози и не могат да доведат до детерминистични ефекти, но могат да доведат до стохастични здравни последици в резултат на клетъчни модификации и трансформация. Вероятността за тяхната поява нараства с нарастване на дозата и зависи както от дозата, така и от лъчечувствителността на облъчваната тъкан.

1.27 При хора, облъчени с дози, които не довеждат до детерминистични ефекти, често е практически невъзможно да се установи достоверна причинна връзка между облъчването и заболяването, например левкемия или солиден тумор. Тези заболявания могат да бъдат предизвикани от други фактори с нерадиационен характер. Възможно е при даден индивид, облъчен с относително високи дози, да са се появили детерминистични ефекти, от които съответния индивид да е излекуван, но не е сигурно, че в по-късни срокове при него ще се появи рак с различна локализация. За да се оценят мащабите и вероятността за отдалечени стохастични последствия е необходимо да се използват големи контингенти лица в продължение на значителни интервали от време с използване на статистически методи. Въпреки че проведените задълбочени изследвания (над 50 години) на над 80 хил. лица преживели бомбардировките в Хиросима и Нагасаки не показват статистически значимо увеличаване на заболяемостта от рак (включително левкози) при еквивалентни дози под 0,4-0,7 Sv, то вероятността не може да бъде изключена напълно.

1.28 Стохастичните ефекти се делят на соматични (радиационна канцерогенеза, ефекти в сърдечно-съдова система и мозъка) и генетични (малформации и канцерогенеза в поколенията на облъчвания индивид).

### *Тератогенни ефекти*

1.29 При облъчване по време на бременност се увеличава възможността от възникване на нарушения на здравето на децата, които са били облъчени по време на развитието си в утробата на майката. Тератогенните ефекти са соматични ефекти, а не генетични, т.е. дължат се на облъчване на самия плод по време на вътреутробното развитие, а не на облъчване на организма на майката.

1.30 Основните видове тератогенни ефекти са:

- Смърт на зародиша в резултат на облъчване през първите три седмици след зачеване. При по-ниски дози от 100 mSv вероятността от смърт на зародиша е много малка и няма причина да се смята, че съществува значителен риск за здравето на детето след неговото раждане;
- Различни видове малформации в органа, който се развива по време на облъчването – около 3-та до 8-ма седмица след начало на бременността. Този ефект има дозов праг от порядъка на 100 mGy;
- Изоставане в умственото развитие при облъчване между 8-ма до 25-та седмица и дозов праг около 100 mGy;





- Увеличаване на вероятността за рак при новородени деца при облъчване, в който и да е етап на бременността.

## 2. ДОЗИМЕТРИЧНИ ВЕЛИЧИНИ

2.1 В радиационната защита понастоящем са въведени и се използват три типа величини за измерване на лъченията:

- Физични величини – непосредствено измерими;
- Величини за радиационна защита – установени за целите на ограничаване на дозите и за оценка на риска. Тези величини са непосредствено неизмерими;
- Оперативни величини – измерими и служещи за демонстриране на съответствие с дозовите граници.

### ФИЗИЧНИ ВЕЛИЧИНИ

#### *Керма, K*

2.2 Дефинирана е с отношението

$$K = dE_{tr}/dm,$$

където  $dE_{tr}$  е сумата от началните кинетични енергии на всички заредени йонизиращи частици, създадени от нейонизиращите частици в материал с маса  $dm$ . Единицата за керма е джаул на килограм [ $J/kg$ ] и се нарича грей [ $Gy$ ].

2.3 Кермата във въздух ( $K_a$ ) се използва за целите на измерванията в областта на радиационната защита.

#### *Погълната доза, D*

2.4 Фундаментална величина, дефинирана с отношението:

$$D = d\varepsilon/dm,$$

където  $d\varepsilon$  е средната енергия, предадена от йонизиращите лъчения на веществото в елементарен обем, а  $dm$  е масата на веществото в този обем. В общия случай разпределението на дозата в органа или тъканта е неравномерно. Осреднената за даден орган (тъкан) погълната доза ( $D_m$ ) се използва при дефиниране на лъчезащитните величини.

2.5 Средната погълната доза ( $D_m$ ) се определя с отношението на цялата енергия, погълната от органа, и неговата маса.

2.6 Единицата за погълната доза е  $J/kg$  и се нарича също грей [ $Gy$ ].

2.7 Измерителните единици за доза и керма в системата СИ са еднакви, но в общия случай не са равни. Само при *енергийно равновесие (електронно равновесие в случай на фотонно лъчение)* дозата е числено равна на кермата. Енергийно равновесие има тогава, когато отдадената в дадена маса от веществото енергия на лъчението е равна на погълнатата в тази маса енергия.

2.8 Извънсистемна единица за погълната доза е *rad* като  $1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ Gy}$ .

2.9 За среда въздух, погълнатата доза в дадена точка от средата ( $D_a$ ) – в условия на електронно равновесие, е равна на кермата във въздуха за фотонни лъчения с енергия



до 3 MeV, т. е.  $D_a = K_a$ . (При тези енергии загубите за спиращо лъчение са пренебрежими).

## ВЕЛИЧИНИ ЗА РАДИАЦИОННА ЗАЩИТА

2.10 Първичните физични величини не се използват непосредствено за целите на ограничаване на дозите, тъй като:

- еднаквите дози от различни по вид лъчения (напр. фотони и неутрони) водят до нееднакъв биологичен ефект;
- различните тъкани на тялото имат различна биологична чувствителност към един и същи вид лъчение и доза.

2.11 Международната комисия за радиационна защита (МКРЗ) въвежда две величини за целите на ограничаване на дозите:

*Еквивалентна доза,  $H_T$*

2.12 Дефинирана е с израза

$$H_T = \sum_R w_R \cdot D_{T,R}$$

където  $D_{T,R}$  е средната погълната доза в органа или тъканта T от лъчение тип R и  $w_R$  е съответния радиационен тегловен фактор.

2.13 Единицата за  $H_T$  е  $[J/kg]$  и се нарича сиверт  $[Sv]$ .

2.14 Стойностите на радиационния тегловен фактор за определен вид и енергия на лъчението характеризират биологичната ефективност на това лъчение. Относителната биологична ефективност на едно лъчение в сравнение с друго е реципрочната стойност на отношението на погълнатите дози, предизвикващи един и същ биологичен ефект.

2.15 Радиационните тегловни фактори  $w_R$  за различните видове йонизиращи лъчения са дадени в таблица 2.

Таблица 2. Стойности на радиационните тегловни фактори

Вид лъчение	$w_R$
Фотони	1
Електрони и мюони	1
Протони и заредени пиони	2
Алфа частици, фрагменти от делене, тежки йони	20
Неутрони, $E_n < 1 \text{ MeV}$	$2,5+18,2^{-[\ln(E_n)]2/6}$
Неутрони, $1 \text{ MeV} \leq E_n \leq 50 \text{ MeV}$	$2,5+17,0^{-[\ln(2 E_n)]2/6}$
Неутрони, $E_n > 1 \text{ MeV}$	$2,5+3,25^{-[\ln(0,04 E_n)]2/6}$
* Всички стойности се отнасят до попаднало върху тялото лъчение или за вътрешно облъчване	



### Ефективна доза, E

2.16 Ефективната доза е въведена за оценяване на облъчването на цялото тяло и е дефинирана като сума за всички облъчвани тъкани и органи от произведенията на *тъканния тегловен фактор* и осреднената стойност на еквивалентната доза за всички тъкани и органи. Ефективната доза се измерва в *сиверт* (Sv).

$$E = \sum_T w_T \cdot H_T = \sum_T w_T \sum_R w_R \cdot D_{T,R}$$

2.17 Тъканният тегловен фактор отчита относителния принос на отделния орган или тъкан в общото лъчево увреждане, еквивалентно на увреждането при хомогенно облъчване на цялото тяло, дължащо се на стохастични ефекти.

2.18 Тъканните тегловни фактори  $w_T$  за различните тъкани и органи, специфицирани от МКРЗ, са дадени в таблица 3.

Таблица 3. Стойности на тъканни тегловни фактори -  $w_T$

Тъкан	$w_T$
Костен мозък (червен)	0,12
Дебело черво	0,12
Бял дроб	0,12
Стомах	0,12
Млечни жлези	0,12
Други органи и тъкани (*)	0,12
Гонади	0,08
Пикочен мехур	0,04
Хранопровод	0,04
Черен дроб	0,04
Щитовидна жлеза	0,04
Костна повърхност	0,01
Мозък	0,01
Слюнчени жлези	0,01
Кожа	0,01

(\*) Стойността на  $w_T$  за другите органи и тъкани (0,12) се прилага към средноаритметичната за 13-те органи и тъкани за всеки пол, както е изброено по-долу. Другите органи и тъкани включват: надбъбречни жлези, екстраторакална област, жлъчен мехур, сърце, бъбреци, лимфни възли, мускули, устна лигавица, панкреас, простата (мъже), тънки черва, далак, тимус, матка/шийка на матката (жени).

2.19 Стойностите на ефективната доза могат да бъдат използвани при сравнение на дозите, свързани със стохастичните ефекти от:

- различни диагностични изследвания и интервенционални процедури;
- използване на подобни технологии и процедури в различни лечебни заведения и страни;



- използване на различни технологии при еднакви медицински прегледи.

2.20 Сравнението може да бъде направено само при условие, че пациентите или групите от пациенти, за които са оценени ефективните дози са сходни по отношение на възраст и пол.

## ОПЕРАТИВНИ ВЕЛИЧИНИ

2.21 Дефинирани са чрез тъканноеквивалентните фантоми на Международната комисия по радиационни единици и измервания (МКРЕ) и са дефинирани за:

- силнопроникващи лъчения;
- слабопроникващи лъчения – фотонни лъчения с енергия до 15 keV и бета-лъчения.

2.22 Мерната единица за всички оперативни величини е *сиверт* [Sv].

### *Величини за мониторинг на средата*

*Амбиентен дозов еквивалент,  $H^*(d)$*

2.23  $H^*(d)$  в точка от радиационното поле е дозовия еквивалент, който би създадо съответното широко и успоредно поле в **сферата на МКРЕ** на дълбочина  $d$ , по радиус, насочен срещу полето. За силно проникващи лъчения  $d = 10$  mm.

2.24 Връзката между амбиентен дозов еквивалент,  $H^*(10)$ , и въздушната керма ( $K_a$ ) в точката от интерес е:

$$H^*(10) = h_k^*(10) \cdot K_a,$$

където  $h_k^*(10)$  е конверсионен коефициент, [Sv/Gy]. Конверсионните коефициенти са енергийно и ъглово зависими.

2.25 Амбиентният дозов еквивалент  $H^*(10)$  се измерва с преносими, мобилни и стационарни дозиметри.

### *Сферичен фантом (сфера) на МКРЕ*

2.26 Модел на човешко тяло (фантом), въведен от МКРЕ, който представлява сфера от тъканно-еквивалентно вещество с диаметър 30 cm, плътност  $1\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$  и масов състав 76,2% кислород, 11,1% въглерод, 10,1% водород и 2,6% азот.

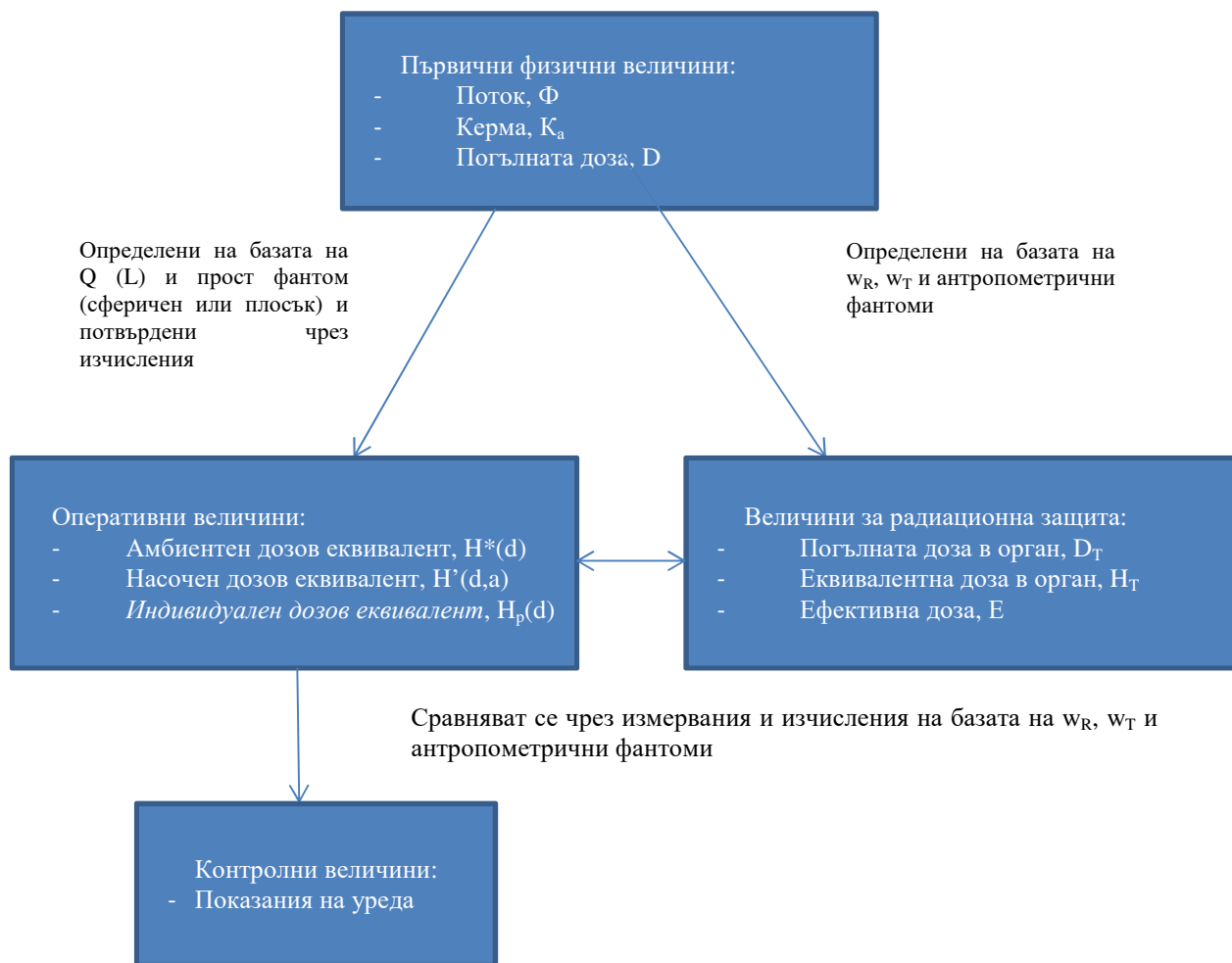
### *Величини за индивидуален мониторинг*

*Индивидуален дозов еквивалент,  $H_p(d)$*

2.27  $H_p(d)$  е дозовия еквивалент в мека тъкан, под определена точка от тялото, на дълбочина  $d$ . Препоръчаните стойности за  $d$  са 10 mm и 0,07 mm, съответно за силно и слабопроникващи лъчения,  $d$  е 3 mm – за очната леща.

2.28 Индивидуалният дозов еквивалент  $H_p(10)$  се измерва с дозиметър, носен на гърдите.

### Взаимовръзка между оперативните величини и величините за радиационна защита



### 3. ИЗИСКВАНИЯ ЗА ОБУЧЕНИЕ И КВАЛИФИКАЦИЯ НА ЛИЦАТА, УЧАСТВАЩИ В МЕДИЦИНСКОТО ОБЛЪЧВАНЕ И ИЗПОЛЗВАНЕ НА ИЗТОЧНИЦИ НА ЙОНИЗИРАЩИ ЛЪЧЕНИЯ ЗА МЕДИЦИНСКИ ЦЕЛИ

3.1 Наличието на подходящ по численост персонал с необходимата квалификация е важен елемент от системата за здравеопазване във всяка практика, включваща използване на йонизиращи лъчения. Това е от решаващо значение при медицинското облъчване, когато контролът на дозите зависи до голяма степен от персонала, участващ в планирането и провеждането на дадена процедура, и на последващите действия.

3.2 Право да предписват медицински радиологични процедури за диагностика и лечение имат лекари и лекари по дентална медицина, като окончателно решение за извършване на медицинско облъчване на пациент за диагностика или лечение се взема от:

- лекар със специалист по образна диагностика - за рентгеново изследване или интервенционална рентгенова процедура;



- лекар със специалност по нуклеарна медицина – за нуклеарномедицинско изследване или процедура;
- лекар със специалност по лъчелечение (лъчетерапевт) - за лъчетерапевтична процедура.

3.3 За медицинска процедура под контрола на образен метод с йонизиращо лъчение, провеждана извън структурните звена по образна диагностика, решението за извършване на медицинско облъчване може да се вземе и от лекар със специалност, различна от посочените по-горе, който притежава професионална квалификация (официално доказаното равнище на знанията, уменията и навиците, необходими за изпълнение на функциите, определени в длъжностната характеристика за конкретната длъжност) за прилагане на метода според действащите стандарти.

3.4 Съгласно Наредба за условията и реда за придобиване на професионална квалификация и за реда за издаване на лицензии за специализирано обучение и на удостоверения за правоспособност за използване на ядрената енергия, дейностите с ИЙЛ се извършват от лица, притежаващи необходимата професионална квалификация, които имат и удостоверение за правоспособност, издадено по реда на същата наредба.

3.5 Удостоверенията за правоспособност се издават от лица, получили лицензия по реда на Закона за безопасно използване на ядрената енергия за провеждане на специализирано обучение на лица, професионално заети с дейности с източници на йонизиращи лъчения, или от председателя на АЯР за квалифицирани експерти по радиационна защита.

3.6 Лицата, извършващи дейности с ИЙЛ, съгласно горепосочената наредба, се разделят в две групи:

- първа група – персонал с изпълнителски функции, който работи непосредствено с ИЙЛ;
- втора група – отговорни лица за радиационна защита (ръководител на обект, отговорник по радиационна защита, отговорник за радиационния мониторинг, отговорник за водене на отчет и контрол на ИЙЛ и отговорник за уведомяване при инциденти и аварии).

**Забележка:** Удостоверения за правоспособност не се изискват за:

- Лица, които не извършват дейности с ИЙЛ, но могат при определени условия да попаднат в среда на йонизиращи лъчения;
- Лица, извършващи дейности с ИЙЛ, съгласно Приложение № 2 към чл. 73, ал. 4 на Наредбата за реда за издаване на лицензии и разрешения за безопасно използване на ядрената енергия;
- Лицата, заемащи длъжностите „медицински физик – експерт“ или „медицински физик“, признаването на правоспособността на които се извършва по реда на Наредба № 30 от 2005 г. на Министъра на здравеопазването за условията и реда за осигуряване защита на лицата при медицинско облъчване.

(При положение, че същите лица са определени като отговорни лица за радиационна защита в даден обект с ИЙЛ, то за тях се изисква удостоверение за правоспособност за втора група)

#### 4. РАДИАЦИОННА ЗАЩИТА ПРИ МЕДИЦИНСКО ОБЛЪЧВАНЕ



4.1 При медицинското облъчване се прилагат два основни принципа на радиационната защита – обосноваване и оптимизация.

### **ОБОСНОВАНОСТ**

4.2 Едно медицинско облъчване е обосновано, само когато очакваната здравна полза от облъчването за отделния индивид и ползата за обществото превишава вероятната очаквана лична вреда от облъчването. Същото се прилага само в случай, че не съществуват други методи с по-малко облъчване или без прилагане на йонизиращи лъчения, с които се постигат същите диагностични или лечебни резултати, като се отчитат рисковете за здравето от прилагането им.

4.3 Медицинско облъчване се прилага само ако съответният метод и съответната медицинска радиологична процедура е включена в медицински стандарт по чл. 6, ал. 1 от Закона за лечебните заведения.

4.4 Нови методи и нови медицински радиологични процедури, свързани с медицинско облъчване, които не са включени в медицинските стандарти се въвеждат след обосновка.

4.5 Медицинско облъчване на бременни жени се провежда след оценка на ползата за самия индивид и потенциалния здравен риск за ембриона.

#### ***Медицинско облъчване на пациент***

4.6 Медицинско облъчване на пациент за диагностика или лечение се прилага само по медицински показания, като се отчитат:

- индивидуалните особености на пациента и здравословното му състояние;
- необходимостта от процедурата и наличието на алтернативни процедури с по-малък риск;
- спешността на състоянието;
- наличната информация в лечебното заведение и предоставената от пациента документация за предишни медицински радиологични процедури, проведени на пациента;
- националните насоки за избор на образен диагностичен метод, с отчитане на радиационните дози.

#### ***Медицинско облъчване на лица, които съзнателно и доброволно подпомагат и осигуряват удобство на пациентите по време на диагностика или лечението им с източници на йонизиращи лъчения***

4.7 Медицинско облъчване на тези лица се прилага само при обоснована необходимост и в случаи на:

- оказване на помощ на дете и на пациент в тежко състояние по време на медицинска радиологична процедура с диагностична цел, ако не е възможно обездвижването на пациента с техническо средство;
- обслужване на пациент след проведена диагностика или лечение с методите на нуклеарната медицина или при имплантирани радиоактивни източници за лъчелечение.

4.8 При тези случаи задължение на извършващият изследването е да информира лицата за риска от облъчването.



4.9 В случай, че жена в репродуктивна възраст оказва помощ на друго лице, извършващият изследването се информира за евентуална бременност на жената.

4.10 Забранено е бременни жени и деца да оказват помощ на пациенти при медицинско облъчване.

#### *Медицинско облъчване при здравен скрининг*

4.11 Здравен скрининг, включващ медицинско облъчване, провеждан на национално, регионално или местно ниво, се въвежда само след обосноваване на необходимостта и целта и при отчитане на ползата и риска. Същият се провежда по план-програма изготвена в съответствие с Наредба № 30 на Министерство на здравеопазването.

4.12 Здравен скрининг при деца, включващ медицинско облъчване, се провежда само по изключение и след обосновка на необходимостта, при отчитане на рисковете от облъчването. Същият може да се извършва от лекари и рентгенови лаборанти, които са преминали специализирано обучение за метода на скрининга в системата за продължаващо медицинско обучение.

#### *Медицинско облъчване при медицински, биомедицински, диагностични или терапевтични изследователски програми*

4.13 Участието на пациенти и здрави лица в медицински, биомедицински, диагностични или терапевтични изследователски програми с йонизиращи лъчения е доброволно и само с писмено съгласие на съответното лице. По принцип всяко медицинско облъчване е доброволно.

4.14 В изследователски програми с йонизиращи лъчения участие не могат да вземат:

- деца, бременни жени и жени-кърмачки;
- лица, които през последните 10 години са участвали в изследователски програми, свързани с медицинско облъчване, и ефективната доза от облъчването с изследователска цел се очаква да бъде по-висока от 10 mSv;
- здрави лица, в случаи на изследователски програми, при които се използват йонизиращи лъчения с лечебна цел.

4.15 Медицинското облъчване на лица, участващи в изследователски програми се извършва по програма, изготвена в съответствие с Наредба № 30 на Министерство на здравеопазването.

### **ОПТИМИЗАЦИЯ**

4.16 Оптимизирането на радиационната защита е вторият основен принцип на радиационната защита.

4.17 Оптимизация е всяка дейност, която при медицинско облъчване с диагностична цел осигурява постоянство на диагностичната информация, при минимално разумно облъчване на пациента, като се вземат предвид и икономическите и социални фактори, а при медицинско облъчване с лечебна цел осигурява реализирането на лечебната доза в терапевтичния обем при минимално разумно достижимо облъчване на органите и тъканите извън този обем. Оптимизацията включва организационни и физико-технически подходи при избор на подходяща апаратура, практическите аспекти на радиологичната процедура, осигуряване на качеството, включително контрола на качеството и оценката на дозата на пациента.

4.18 Оптимизирането на защитата и намаляването на облъчването на пациентите при рентгеновата и нуклеарно-медицинската диагностика е приоритетна задача на страната и включва:





- въвеждане и прилагане на адекватни изисквания към радиологичната медицинска апаратура и ефективен контрол на качеството на тази апаратура (технически параметри, качество на образа, дози на облъчване);
- упражняване на ефективен контрол по спазване на нормативните изисквания за радиационна защита при медицинско облъчване.

4.19 Дозите на облъчване, получавани в резултат на различни нуклеарно-медицински процедури, варират в много широки граници. В някои случаи погълнатата доза на изследвания орган може да достигне 1 Gy, но независимо от това рискът за болния да бъде приемлив, поради тежестта на заболяването и важността на получаваните данни за лечението. Изборът на подходящ нуклеарно-медицински диагностичен метод трябва да бъде обоснован, като се установи взаимовръзката между нивото на облъчването и количеството и качеството на получената диагностична информация. Това включва избор на оптимални радиофармацевтици, подходяща апаратура и режим на провеждане на съответната процедура. За намаляване на облъчването на пациента се прилага принципа ALARA при вземане на решение за необходимостта и избора на дадено изследване и при самото провеждане на изследването.

4.20 При всяко радионуклидно изследване прилаганата активност на радиофармацевтиците трябва да бъде възможно най-малка и едновременно с това да осигурява получаването на необходимата и достатъчна диагностична информация. Основният принцип при избор на подходящ радиофармацевтик е постигане на максимална полза за пациента при минимален радиационен риск и дискомфорт за него. Радиофармацевтиците, като специфични лекарствени средства, трябва да бъдат качествени и безопасни, което се гарантира чрез прилагане на система за контрол на качеството.

4.21 Онкологично болните пациенти могат да бъдат подложени на радикално лъчелечение и на палиативно лечение в хода на заболяването си. Радикалното лъчелечение има за цел да постигне пълно премахване на тумора, да осигури туморен контрол и дългогодишна преживяемост и да допринесе за добро качество на живота на пациента след лъчелечение. Това се постига чрез аплициране на точно определена и измерена, достатъчно висока канцерицидна доза, в точно определен туморен обем. Дозата в нормалните около тумора тъкани се ограничава така, че като страничен ефект на лечението увреждането им да е минимално. Палиативното лъчелечение подобрява качеството на живот на пациенти с напреднало онкологично заболяване.

4.22 Стандартни медицински радиологични процедури, включени в утвърдените медицински стандарти по чл. 6, ал. 1 от Закона за лечебните заведения, се провеждат в съответствие с писмени протоколи, утвърдени от ръководителя на съответното структурно звено.

4.23 В Наредба № 27 за утвърждаване на стандарт „Образна диагностика“, Наредба № 11 от 30 юни 2014 г. за утвърждаване на медицински стандарт „Нуклеарна медицина“ и Наредба № 6 от 29 януари 2010 г. за утвърждаване на медицински стандарт "Лъчелечение" са регламентирани изискванията към структурите по образна диагностика, по нуклеарна медицина и по лъчелечение.

4.24 Всяка проведена медицинска радиологична процедура за диагностика, лечение, здравен скрининг, изследователско проучване, както и медицинска процедура под контрола на образен метод с йонизиращо лъчение, трябва да бъде отбелязвана в медицинската документация на пациента и на лечебното заведение.

#### ***Медицинско облъчване на бременни жени***

4.25 При необходимост от медицинско облъчване на бременни жени провеждащите медицинската радиологична процедура:



- прилагат всички методи за намаляване на дозата на зародиша или плода;
- при всички случаи, когато това е практически осъществимо, осигуряват лъчезащитно техническо средство за областта на корема и таза.

4.26 При провеждане на планирано медицинско облъчване на бременна жена или ако бременността е установена след провеждане на медицинското облъчване, медицинският физик-експерт към лечебното заведение следва да определи дозата на зародиша или плода, съответно да регистрира резултата в медицинската документация на лечебното заведение и на пациента.

## ГРАНИЦИ НА ДОЗАТА И ДИАГНОСТИЧНИ РЕФЕРЕНТНИ НИВА

### *Граници на дозата*

4.27 Установяване на граници на дозите на облъчване е принцип на радиационната защита, прилаган към лицата, подложени на професионално облъчване, както и към населението като цяло. Границите на дозите имат за задача да предотвратят детерминистичните ефекти и да сведат до приемливо за обществото ниво късните стохастични ефекти.

4.28 Индивидуалната ефективна доза на здрави лица, участващи в медицински или биомедицински програми не трябва да надхвърля 20 mSv.

4.29 Индивидуалната ефективна доза на лица, които съзнателно и доброволно оказват помощ на други лица в процеса на медицинско облъчване, без това да е тяхно професионално задължение, не трябва да надвишава 5 mSv за съответната процедура.

4.30 Принципът за ограничаване на дозите не се прилага към облъчването на пациентите.

### *Диагностични референтни нива*

4.31 Националните диагностични референтни нива са нива на доза на пациента при рентгенови диагностични изследвания, или нива на активност на въведения радиофармацевтик при нуклеарномедицински изследвания, за типични изследвания за групи от пациенти със стандартни размери, или за стандартни фантоми, които се отнасят за широко разпространени типове радиологични уредби. Същите са дадени в Наредба № 30 на МЗ и се очаква да не бъдат превишавани при прилагане на добра радиологична практика.

4.32 Диагностичното рентгеново облъчване може да се раздели условно на три групи в зависимост от пациентните дози:

- облъчване при рентгенография, която се характеризира със сравнително малки дози за пациентите;
- облъчване при рентгеноскопия и флуороскопия, които се характеризират със средни по големина дози, съпоставени с дозите при рентгенография и компютърна томография;
- облъчване при компютърна томография, която се характеризира с най-големи дози за пациентите, сравнени с дозите при рентгенови скопии и графии.

4.33 Медицинският физик-експерт към лечебно заведение, което прилага медицинско облъчване с диагностична цел, определя стойности на типичната диагностична доза при стандартни диагностични и интервенционални рентгенови изследвания и на типичната активност на въведените радиофармацевтици при стандартните нуклеарно-медицински диагностични процедури:



- след въвеждане на медицинска радиологична апаратура в клинично използване;
- периодически - веднъж на две години;
- допълнително след ремонти и подмяна на елементи на апаратурата, включително на софтуер, които пряко влияят на работния режим или на радиационната защита;
- след промяна в протокола за провеждане на процедурата.

4.34 Типична диагностична доза е стойност на дозата на пациента за определен вид рентгеново изследване, проведено с конкретна рентгенова уредба, определена за пациенти със стандартни размери или за стандартен фантом по методика, позволяваща сравняване с националните референтни диагностични нива.

## 5. МЕТОДИ ЗА РАДИАЦИОННА ЗАЩИТА НА ЛИЦА ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕ НА ИЙЛ ЗА МЕДИЦИНСКИ ЦЕЛИ (С ИЗКЛЮЧЕНИЕ НА ПАЦИЕНТИ)

### ПЕРСОНАЛ

5.1 Медицинският персонал носи отговорността за осигуряване на радиационната защита на пациентите, както и за своята лична безопасност. Липсата на необходимите и достатъчни знания и умения относно прилаганите процедури при медицинско облъчване, подценяването на риска за здравето от въздействието на йонизиращи лъчения и в някои случаи недостигът на персонал водят до проблеми свързани с радиационната защита на пациентите и до ненужно и неоправдано високо облъчване на някои професионални групи от медицинския персонал.

5.2 Съгласно Наредбата за основни норми за радиационна защита, радиационната защита при дейности с ИЙЛ се осигурява чрез:

- предварителна оценка за определяне на естеството и степента на радиационния риск за облъчвания персонал и прилагане оптимизация на радиационната защита при всички условия на работа;
- класификация на работните места в различни зони, където е подходящо, определени въз основа на очакваните годишни дози и вероятността и нивото на възможните облъчвания;
- класификация на професионално облъчваните лица в различни категории;
- осъществяване на контрол и радиационен мониторинг в различните зони и в зависимост от условията на работа, включително при необходимост, и индивидуален мониторинг;
- медицинско наблюдение.

### *Контролирана и надзиравана зона*

5.3 При използване на ИЙЛ за медицински цели, където има вероятност облъчването да надхвърли 1 mSv годишно или еквивалентната доза да достигне една десета от дозовата граница за очната леща (съответно 2 mSv), кожата и крайниците (съответно 50 mSv), се обособяват контролирана и/или надзиравана зона в обекта (мястото заедно с комплекса от защитни средства, предназначено за използване на източник или за произвеждане на източник, или за извършване на някаква работа с източник с цел техническо обслужване, монтаж, демонтаж, измервания, ремонтни дейности или други услуги за потребители на източници, включително за съхраняване на източниците).



5.4 Контролирана зона е всяка зона, за която се изискват мерки за радиационна защита на персонала, мониторинг на професионалното облъчване и радиоактивните замърсявания при нормални условия на работа, както и мерки за предотвратяване и ограничаване на потенциалното облъчване. Контролираната зона се обозначава по подходящ начин – знаци, надписи за предназначение и други.

5.5 Надзираваната зона е всяка зона извън границите на контролираната зона, където се извършва радиационен контрол на работната среда, но не се изискват мерки за радиационна защита на персонала.

5.6 В контролираната и надзираваната зона следва да се осъществяват защитни мероприятия и мониторинг, като техният вид, качество и обхват се определят в съответствие с вида на ИЙЛ и естеството, и размера на риска.

5.7 По въпросите, свързани с радиационната защита в контролираната и/или надзираваната зона лечебните заведения се консултират с квалифициран експерт по радиационна защита в областта на ИЙЛ за медицински цели.

#### ***Контрол на радиационната обстановка***

5.8 При използване на ИЙЛ се провежда мониторинг на основните радиационните характеристики на работната среда за определяне на оценка за облъчването на персонала. Мониторингът се извършва по програма за радиационен мониторинг, в която се определя контролираните радиационни параметри, типа, диапазоните и точността на използваните радиометрични и дозиметрични уреди, контролните точки и периодичността на провежданите измервания.

#### ***Индивидуален мониторинг***

5.9 При използване на ИЙЛ за медицински цели лечебните заведения осигуряват индивидуален мониторинг на всички професионално облъчвани лица. Индивидуалният мониторинг се осъществява при спазване на изискванията на Наредба № 32 на Министерство на здравеопазването за условията и реда за извършване на индивидуален дозиметричен контрол на лицата, работещи с източници на йонизиращи лъчения.

5.10 Индивидуалният мониторинг може да се осъществява от организация, която е акредитирана от Българска служба по акредитация.

#### ***Инструменти за намаляване на облъчването на персонала***

5.11 Основните инструменти за защита при използване на ИЙЛ са:

- намаляване на времето на облъчване;
- увеличаване на разстоянието до източника;
- използване на защитни средства (стационарни, подвижни и индивидуални средства за радиационна защита).

#### ***Примери:***

1. При рентгенова графия с подвижен рентгенов апарат в болнични стаи без стационарна защитна преграда, извършващия изследването може да използва следните методи за защита:

- подвижен лъчезащитен параван с осигурен прозорец за наблюдение на пациента;
- индивидуални лъчезащитни средства - лъчезащитна престилка и лъчезащитна яка с оловен еквивалент най-малко 0,25 mm - при уредби с максимално анодно напрежение до 100 kV и 0,35 mm - при уредби с максимално анодно напрежение над 100 kV;
- отдалечаване най-малко на 2 m от рентгенографирания обект, встрани от работния сноп.

2. Ръчно компресиране при скопия се извършва само от страната на тялото на пациента, разположена към преобразувателя на образа, като ръцете се защитават с ръкавици с оловен еквивалент най-малко 0,25 mm и се държат извън чувствителната зона на детектора на системата за автоматичен контрол на яркостта.



### *Изисквания при жени, подложени на професионално облъчване*

5.12 Всяка жена, подложена на професионално облъчване следва да уведоми ръководителя на лечебното заведение, в което работи, за установена бременност, като представи съответното медицинско заключение.

5.13 Работодателят е длъжен да осигури такива условия за работа на жената, при които зародишът или плодът ще бъде защитен като лице от населението, и еквивалентната доза няма да надвиши 1 mSv за оставащия период от бременността.

5.14 Работодателят е длъжен да осигури такива условия на работа, при които не съществува вероятност от радиоактивно замърсяване на тялото на майката кърмачка.

## **НАСЕЛЕНИЕ**

5.15 Защитата от облъчване на лица от населението в лечебните заведения се осъществява посредством използването на технически и организационни мерки (прегради, блокировки, маркировки, сигнализации, вътрешни правила и други).

5.16 Влизането на лица от населението в контролираната зона е забранено.

## **ЛИЦА, ДОБРОВОЛНО УЧАСТВАЩИ В МЕДИЦИНСКИ, БИОМЕДИЦИНСКИ, ДИАГНОСТИЧНИ ИЛИ ТЕРАПЕВТИЧНИ ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ ПРОГРАМИ**

5.17 Излагането на облъчване на лица, доброволно участващи в изследователски програми, се причислява към медицинското облъчване. Комисията по медицинска етика на всяко лечебно заведение трябва да разглежда и да оцени научните, медицинските и етичните аспекти на проучването (програмата) и да даде писмено мотивирано решение за провеждането му.

## **ЛИЦА, КОИТО СЪЗНАТЕЛНО И ДОБРОВОЛНО ПОДПОМАГАТ И ОСИГУРЯВАТ УДОБСТВО НА ПАЦИЕНТИТЕ ПО ВРЕМЕ НА ДИАГНОСТИКАТА ИЛИ ЛЕЧЕНИЕТО ИМ С ИЗТОЧНИЦИ НА ЙОНИЗИРАЩИ ЛЪЧЕНИЯ**

5.18 За намаляване на облъчването на лица, които съзнателно и доброволно оказват помощ на пациент при рентгенови диагностични процедури, без това да е тяхно професионално задължение, извършващият съответната процедура е необходимо да прилага следните мерки:

- предварителен инструктаж за поведение по време на процедурата;
- недопускане попадането им в прекия сноп на лъчението;
- използване на индивидуални лъчезащитни средства.

## **6. СЪБИТИЯ, ИНЦИДЕНТИ И АВАРИИ**

6.1 При използване на ИЙЛ за медицински цели инцидент е всяко непредвидено събитие, включително отказ на апаратура, човешка грешка или комбинация от тях, която може да е систематична или инцидентна, и да е причинила (фактическо събитие) или би могла да причини (предотвратено събитие) опасност за здравето на пациента



и/или друго лице.

6.2 Всяко лечебно заведение създава и актуализира вътрешни правила и процедури за избягване на нежелани събития и инциденти, които биха довели до необосновано облъчване на лица от персонала, лица от населението и/или лица, подложени на медицинско облъчване. Вътрешният аварийен план се разработва в съответствие с типово съдържание, посочено в Наредбата за радиационна защита при дейности с ИЙЛ.

6.3 В случаи на събития, инциденти и аварии се:

- уведомява председателя на Агенция за ядрено регулиране по ред, определен в Наредбата за условията и реда за уведомяване на Агенцията за ядрено регулиране за събития в ядрени съоръжения и обекти с източници на йонизиращи лъчения;
- оценяват дозите, получени от облъчените лица;
- проследява състоянието на облъчените лица и при необходимост организира специализиран медицински преглед в Националния център по радиобиология и радиационна защита за установяване на неблагоприятни ефекти върху здравето.

6.4 За всеки обект с ИЙЛ се разработват и изпълняват коригиращи мерки, предотвратяващи повтарянето на събития, инциденти и аварии, възникнали по едни и същи причини.