



РАДИАЦИЯТА полза или риск

Какво трябва да знаем,
когато насочваме
пациентите към

РЕНТГЕНОВО ИЛИ НУКЛЕАРНО- МЕДИЦИНСКО ИЗСЛЕДВАНЕ?



С финансовото
съдействие на
Европейската комисия



Министерство на
здравеопазването



Национален център
по радиобиология
и радиационна защита

Йонизиращата радиация в медицината - основен източник на надфоново облъчване

Всеки човек се ражда и живее в среда на **природен радиационен фон**. Източници на природната радиация са космическите лъчи, радиоактивните елементи в почвата, строителните материали, въздуха, храната, водата и дори нашето тяло.

Излъчваните от атомните ядра алфа- и бета-частици, гама-лъчи, рентгенови лъчи и неутрони са **вид йонизираща радиация** - те йонизират веществата, през които преминават. Това може да доведе до увреждане на клетките в живата материя и да предизвика вредни ефекти.

Рентгеновите лъчи са вид електромагнитно лъчение като светлината, радиовълните, ултравиолетовите и инфрачервените вълни, но имат йонизиращо действие. Те не въздействат върху човешките сетива - не ги виждаме или чуваме, не предизвикват болка или затопляне.

Изкуствените източници на йонизираща радиация формират **надфоново облъчване**. Това са радиоактивни изотопи, рентгенови тръби, ядрени реактори, ускорители на заредени частици и др. Те се използват в медицината, индустрията, енергетиката, научните изследвания и бита.

Принос на различните източници на радиационния фон в общото облъчване на българското население (без лъчелечението):



Най-голям дял от надфоновото облъчване на българина има рентгеновата диагностика (84%). Приносът ѝ е 270 пъти по-голям от този на ядрената енергетика при нормална работа.

Опитът показва, че лъчевото натоварване в медицинската диагностика може да се намали наполовина.

Как зависи това от общопрактикуващите лекари?

Да си припомним как се получава диагностичната информация...

В рентгеновата диагностика

Съвременната рентгенова диагностика включва три метода, които се различават по начина за получаване на диагностичната информация:

- При **рентгеновата графия** образът върху рентгеновия филм представлява разпределението в една равнина на почерняването на филма, дължащо се на облъчването му от преминалото през тъканите рентгеново лъчение.
- При **рентгеновата скопия** образът се наблюдава върху екрана на монитор чрез рентгенов електроннооптичен преобразувател и телевизионна камера.
- При **компютърната томография** детайлен образ в трансверзален срез на тялото се получава с помощта на компютър, който обработва голям масив от данни за интензитета на преминалото през тъканите рентгеново лъчение.
- При **остеоденситометрията** чрез пролъчване с рентгеново лъчение се определя плътността на костите. Това дава информация за съдържанието на хидроксипатите в костите - мярка за физиологичното им състояние.

В нуклеарномедицинската диагностика

Нуклеарномедицинската диагностика, наричана още **радиоизотопна диагностика**, е диагностичен метод, при който се използват радиофармацевтици - химични съединения, които съдържат изкуствени радионуклиди, излъчващи гама-лъчи. Различните радиофармацевтици се натрупват избирателно в отделни органи и системи или в патологични изменения в тях.

Според начина за получаване на информацията изследванията са:

- **функционални** - изследва се скоростта и степента на натрупване на радиофармацевтика или скоростта на неговото отделяне от организма;
- **томографски** - изследва се разпределението на радиофармацевтика в изследваните органи и системи.

Използват се два метода:

- **in vivo** - радиофармацевтикът се въвежда в тялото интравенозно, перорално или инхалационно;
- **in vitro** - изследват се биологични проби от пациента, например кръвна плазма, серум, урина, стомашен сок и др.

Облъчване на пациента има при всички рентгенови методи и при нуклеарномедицинските изследвания in vivo.

Какъв е рискът за пациента?

- Йонизиращите лъчения предават на тъканите на човешкото тяло енергия. Енергията, предадена от лъчението на единица телесна маса, се нарича **погълната доза**.

- Погълнатата доза, умножена по фактор, отчитащ нееднаквата степен на вредно въздействие на йонизиращи лъчения от различен вид и енергия, се нарича **еквивалентна доза**. Измерва се в Сиверт (Sv).

- При получаване на по-голяма еквивалентна доза, рискът от лъчеви увреждания се увеличава.

- При рентгеновите и нуклеарномедицинските изследвания се използват малки дози, десетки хиляди пъти по-малки от тези, които могат да предизвикат детерминирани тежки здравни ефекти.

- Единични случаи на кожна еритема и епиляция са наблюдавани при продължителни кардиокатетърни процедури.

- Във всички останали случаи, рискът е свързан с възможни късни соматични или генетични радиационни ефекти. Най-важният ефект е лъчевата **канцерогенеза**. Тя има вероятностен характер. Не се предполага съществуването на прагова доза за появата ѝ.

- Вероятността за лъчева канцерогенеза **нараства с увеличаване на дозата и на броя на рентгеновите изследвания**.

- Радиационният риск зависи от възрастта на облъчения индивид. **Деца са два пъти по-чувствителни към облъчването с йонизиращи лъчения от възрастните**.

- Рискът е различен при различните изследвания. В таблицата на следващата страница са дадени примери за типичните стойности на дозата при някои изследвания с йонизиращи лъчения.

- Рискът в медицината има смисъл да се разглежда само като се сравни с ползата от облъчването. Количественото оценяване на съотношението полза спрямо вреда е трудно, затова при облъчването с медицинска цел се прилага основният принцип на радиационната защита.

ALARA = As Low As Reasonably Achievable - облъчването трябва да се доведе до възможния разумен минимум.

Облъчването в медицината може да бъде ограничено при спазване на двата принципа:

Принцип	Въпрос
Обосноваване на всяко облъчване	Не можем ли да постигнем същата полза с метод без облъчване?
Оптимизация на защитата	Как да постигнем максимален резултат при минимално облъчване и минимална цена?

Типични стойности на ефективната доза

при рентгенови и нуклеарномедицински изследвания, сравнени с еквивалентно облъчване от природния радиационен фон:

Изследване	Ефективна доза* mSv	Еквивалентно облъчване от природния фон
РЕНТГЕНОВИ ИЗСЛЕДВАНИЯ		
Рентгенография на кости на крайник	< 0,01	пог 1,5 дни
Рентгенография на зъб	0,01 - 0,04	1,5 - 7 дни
Рентгенография на белите дробове	0,02 - 0,06	3 - 10 дни
Рентгенография на череп и шийни прешлени	0,07 - 0,08	11 - 14 дни
Рентгенография на бедро	0,3	7 седмици
Рентгенография на торакални прешлени	0,7	4 месеца
Рентгенография на таз	0,7	4 месеца
Рентгенография на корем	0,7	4 месеца
Рентгенография на лумбални прешлени	1,3	7 месеца
Венозна урография	2,5	14 месеца
Контрастно изследване на стомаха	3,0	16 месеца
Иригография	7,0	3 години
Компютърна томография на глава	2,3	1 година
Компютърна томография на гръден кош	8,0	3,6 години
Компютърна томография на корем или таз	10,0	4,5 години
Сърдечна катетеризация, коронарна ангиография, коронарна ангиопластика	> 14	над 6 години
НУКЛЕАРНОМЕДИЦИНСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ		
Белодробна вентилация (81m - криптон)	0,09 - 0,12	2 - 3 седмици
Белодробна перфузия (99m - технеций)	1 - 1,4	5,1 - 7,2 месеца
Динамична сцинтиграфия на бъбреци (99m - технеций)	0,5 - 1,2	2,5 - 6,2 месеца
Сцинтиграфия на щитовидна жлеза (99m - технеций)	1 - 2,5	0,5 - 13 месеца
Сцинтиграфия на щитовидна жлеза (131 - йод)	5,5 - 14	2,3 - 6 години
Динамична сцинтиграфия на кости (99m - технеций)	1,9 - 4	1 - 2 години
Изследване на сърце (99m - технеций)	4 - 6,2	2 - 2,7 години
Миокардна перфузия (201 - талий)	13 - 18	5,5 - 8 години

***Ефективна доза** е сума от средните органни дози за всички облъчени органи, умножени по съответен тъканен тегловен фактор за органа, който зависи от чувствителността на органа към йонизиращите лъчения. Тази величина е мярка за риска, свързан с облъчването. Измерва се в единицата Сиверт (Sv).

Внимание! Числените стойности в таблицата са ориентировъчни. Дозата при еднакви изследвания, направени с различни рентгенови уредби и в различни диагностични центрове, може да се различава десетки и дори стотици пъти. Причината е в нееднакво техническо състояние на уредбите и на различия в прилаганите методи.

Какво още трябва да знаем?

- Не може със сигурност да се определи канцерогенния риск за отделен индивид при облъчване с дози от порядъка на диагностичните. Рискът може да се изчисли само за популацията.

- Оценките сочат, че рентгеновата диагностика в България за една година може да доведе до 200-300 случая на фатален рак.

- Изчислено е, че рентгеновите изследвания на белите дробове, черепа или костите на крайниците създават риск за фатално заболяване при един на милион изследвани пациенти. Същият риск за смърт съществува например при изпушване на 1 - 3 цигари на ден.

- Относително по-голям е рискът при нуклеарномедицинските изследвания и при рентгеновите изследвания с контрастно вещество на бъбреците, стомашно-чревния тракт и дебелото черво. Изчислено е, че при тях съществува риск за фатално заболяване при един на 20 000 изследвани пациенти. Същият е рискът за смърт от изпушване на 30 цигари.

- От нуклеарномедицинските методи най-голямо е лъчевото натоварване при изследването на миокардната перфузия с талий-211. Значението му обаче, за облъчването на българското население е пренебрежимо малко поради крайно ограничения брой на изследванията.

- Компютър-томографските изследвания са свързани със сравнително по-голямо облъчване и трябва да се правят само при ясни клинични показания. Въпреки че КТ изследвания представляват едва под 10% от рентген-диагностичните процедури в големите болници, те дават 60 - 70% от лъчевото натоварване от рентгеновата диагностика.

- Рентгеноскопиите са по-евтини, но са свързани с по-голямо облъчване. Например: само половин минутна рентгеноскопия на бял дроб е еквивалентна по ефективна доза на пет-десет белогробни снимки. Ето защо тези изследвания трябва да се използват само в случаи, когато могат да дадат допълнителна диагностична информация. Те не трябва да заменят рентгенографията като първичен метод.

- Особено внимание трябва да обърнем на специалните методи за диагностика с контрастно вещество. Например: при един от най-информативните методи за съдова диагностика - субстракционната ангиография, дозата само при един кадър се равнява на тази при една обикновена рентгенова снимка. При една процедура понякога се правят до 1000 кадъра, т. е. пациентът в един ден получава доза, равняваща се на 1000 рентгенови снимки.

- Най-голямо е лъчевото натоварване при интервентните диагностични и терапевтични процедури, извършвани под рентгенов скопичен контрол.

- Рентгеновата визуализация при тях осигурява необходимата точност и във всички случаи е безалтернативна. Радиационният риск за пациента е малък в сравнение с ползата от визуализацията.

Какъв е рискът при бременност?

- Рискът зависи от дозата на фетуса и от стадия на бременността. Той е относително най-голям по време на органогенезата и ранния фетален период (2 - 12 седмици), след което намалява.
- Доза 10 mSv може да увеличи относителния риск за индуциране на левкимия или карцином с 40% от нормалната честота.
- Еквивалентната доза на фетуса зависи от вида на изследването.
- **Облъчването в нуклеарномедицинската диагностика е вътрешно.** Радионуклидът се натрупва избирателно в определени органи. Това може да доведе до неприемливо високи дози за фетуса и ембриона.
- **Облъчването в рентгеновата диагностика е външно.** Рентгеновите изследвания могат условно да се разделят в три рискови групи според еквивалентната доза на фетуса:

Много малък риск	Малък риск	Повишен риск
$< 0,1 \text{ mSv}$	$0,1 - 4 \text{ mSv}$	$> 4 \text{ mSv}$
Рентгенография на зъб, череп, крайници, торакс, маммография, КТ на глава и торакс	Изследване на храносмилателен тракт, бедро, ангиография, холецистография	Рентгенография на лумбални прешлени, таз, урография, иригография, КТ на таз, катетеризация

- Рентгеновите изследвания от групата на най-малкия риск се назначават на бременни жени само при необходимост.
- Нуклеарномедицинските и рентгеновите изследвания в областта на корема и таза, както и компютър-томографските изследвания трябва да се назначават само при спешност и неотложност.
- Ако заболяването позволява, изследването на бременната жена трябва да се отложи за по-късен период от бременността или след раждането.
- Ако изследването е наложително, пациентката има право да получи пълна информация за потенциалния риск и алтернативите.
- Специалистът-диагностик трябва да бъде предупреден за бременността писмено.
- При насочване към изследване с йонизиращи лъчения на жена в детородна възраст, информирайте се дали е възможна бременност. Документирайте датата на последната менструация.
- Планови рентгенови изследвания в тазовата област и нуклеарномедицински изследвания на жени в детородна възраст се извършват в първите десет дни от началото на последната менструация.
- Ако е възможна бременност или има закъснение в менструалния цикъл, решението за изследване се взема на тази база.

Какъв е рискът при кърмене?

При нуклеарномедицинските изследвания на жени-кърмачки радионуклидът може да проникне в млякото и да предизвика неприемливо голямо облъчване на бебето. В случай, че изследването е наложително, жената спира кърменето за период, зависещ от вида на радионуклида.

Задайте си следните въпроси, преди да насочите пациента към рентгеново или нуклеарномедицинско изследване

1. Наистина ли е необходимо това изследване?

Каква диагностична информация ще даде изследването? Ще промени ли тя терапевтичното поведение. Не назначавайте "рутинно" рентгеново или нуклеарномедицинско изследване без съмнения за заболяване, особено при децата.

2. Необходимо ли е това изследване точно сега?

Изследването е безмислено, ако диагнозата вече е уточнена и е започнато лечение. Не повтаряйте изследването преди да е изтекъл период от време, достатъчен да се отчете развитие.

3. Не е ли правено вече такова изследване?

Направете всичко възможно да получите резултатите от всички предходни рентгенови или нуклеарномедицински изследвания, преди да назначите поредно такова.

4. Това ли е най-доброто изследване?

Преценете възможността да получите същата диагностична информация с по-малко рисков метод. Изчерпани ли са възможностите на ехографията? Консултирайте се при нужда със специалистите по образна диагностика.

5. Добре ли обясних какво точно искам?

Осигурете на специалистите по образна диагностика цялата клинична информация за заболяването. Опишете подробно каква точно информация очаквате да получите от това изследване. Така лекарят-диагностик ще избере най-подходящия метод за получаването на тази информация и ще я интерпретира най-точно.

6. Не са ли правени прекалено много изследвания на този пациент?

Някои пациенти усещат сигурност от факта, че са изследвани. Обяснете им, че множеството изследвания с йонизиращи лъчения са свързани с риск за тяхното здраве.

7. Възможно ли е пациентката да е бременна? Има ли малко дете, което кърми?

Документирайте всички данни, които ще помогнат да се избегне облъчване на фетуса и ембриона или при неотложно изследване да се намали това облъчване.