

ЛЪЧЕЛЕЧЕНИЕТО В БЪЛГАРИЯ И МЕДИЦИНСКИТЕ ФИЗИЦИ В НЕГО

*Венцеслав Тодоров, Борислав Константинов,
Здравко Бучаклиев, Роберт Попиц, Татяна Хаджиева*

Злокачествени новообразувания.

Злокачествените новообразувания (ракът) са социално заболяване, което засяга все по-голям брой хора в света. Ракът и сърдечно-съдовите заболявания са най-честите причини за смърт на българското население. *Онкология* е медицинската специалност за диагностика и лечение на злокачествените новообразувания, които затова се наричат и *онкологични*.

Раковите клетки имат следните характерни свойства:

- незрели и бързо размножаващи се;
- усвояват агресивно “храната”, постъпваща в организма, оставяйки “гладни” нормалните клетки;
- прорастват в съседни нормални тъкани (инфилтрация);
- разпространяват се по кръвен и лимфен път в несъседни органи и тъкани (метастазиране);

Клетките на доброкачествените новообразувания (доброкачествените тумори) не инфилтрират и не метастазират, но могат да се превърнат в ракови (малигнизация), или да нарушат функциите на засегнатия или на съседни органи.

Йонизиращите лъчения в лечението на рака

Лъчелечението (радиотерапията), т.е. лечението с йонизиращи лъчения, е един от трите основни лечебни метода в онкологията. То се прилага самостоятелно или в комбинация с другите два метода – оперативният (хирургичният) и лекарственият (химиотерапията). Във втория случай лечението се нарича *комплексно*. Такова е например лечението на болестта на Хочкин (лимфогрануломатозата), което по една от прилаганите схеми започва с оперативно отстраняване на далака (слезката) и продължава с лъчелечение и химиотерапия. *Съчетано лъчелечение* е използването при един и същ болен на два и повече метода за лечение с йонизиращи лъчения. Съчетано е лъчелечението например на рака на шийката на матката, при което се прилагат последователно вътрекухинната брахитерапия и дистанционното облъчване. Лъчелечението обхваща около 50 % от онкологично болните.

Радиобиологична основа на лъчелечението е *повишената чувствителност на раковите клетки* към йонизиращите лъчения (*лъчечувствителността*). Тези клетки са незрели и затова са по-чувствителни към въздействието на различни физични фактори в сравнение с нормалните. Някои хистологични видове ракови клетки са нечувствителни към йонизиращи лъчения (т.е. са лъчерезистентни) и не подлежат на лъчелечение. Най-общо, облъчването с йонизиращи лъчения е неблагоприятно за всички биологични тъкани. Тези лъчения предизвикват забавяне на клетъчното делене, а при по-голяма *погълната доза* (или само *доза*) – загуба на способността за делене, т.е. смърт на клетките. Затова лъчелечението е нож с две остриета – заедно със злокачественото новообра-

зувание неизбежно се облъчват и здрави тъкани и нормалните клетки в тях също се увреждат. За ограничаване на това увреждане до приемлива степен са въведени опитно установени ограничения на облъчването за различните органи, наричани *толерантни дози*. Стойностите на толерантните дози са по-малки от т.нар. *терапевтична доза*, която е в границите 40-70 Gy. Толерантната доза е най-малка за очите, а най-голяма за костите. Не трябва да се забравя, че облъчването е локално в определен обем тъкани. То се прави фракционирано (на порции), което улеснява възстановяването в определена степен на облъчените здрави тъкани.

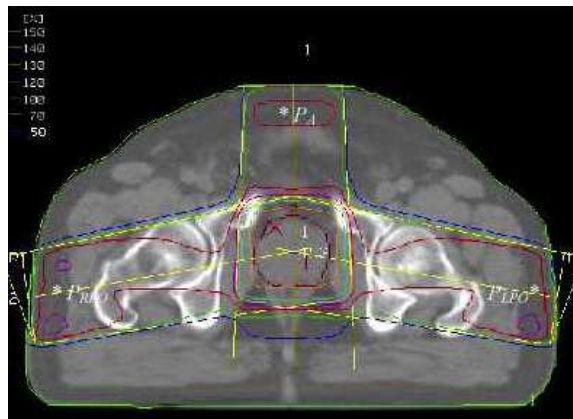
Задачата на лъчелечението е постигането на *контрол върху новообразуването*, което означава:

- намаляване на обема на новообразуването в резултат на унищожаване на най-лъчечувствителните клетки;
- образуване на тъкани, които капсулират раковите;
- влошаване на кръвоснабдяването (“храненето”) на раковите клетки;
- унищожаване на новообразуването и заместването му със съединителна тъкан;

Идеалната цел на контрола върху новообразуването е неговото пълно унищожаване. Решаването на останалите три компоненти на задачата е частичен успех на лъчелечението, който също има своето голямо значение за пациента. То може да доведе до удължаване на живота или на “светлата част” от него, до спиране на кръвотечение и намаляване на болките и пр. Приема се, че пациентът е излекуван радикално, ако преживее без рецидив на заболяването пет, а напоследък – десет години, след края на лъчелечението. Процентът на радикално излекуваните онкологично болни варира в широки граници за различните локализации на рака. Той зависи от стадия и хистологичния вид на новообразуването, от общото състояние на организма и възрастта на пациента, от приложените методи за лечение и от редица други фактори. Много силна е зависимостта от стадия на заболяването, който се определя от размера на тумора, ангажираността от болестния процес на лимфните възли и от метастазите. Процентът на радикално излекуваните болни е най-висок за рака на кожата – близо 100 % за базоцелуларните карциноми при всички локализации.

Лъчелечението се провежда по *индивидуален план* за всеки болен. Дозиметричното планиране, т.е. изработването на индивидуалните планове за лъчелечение, се прави от медицинските физици по задание на радиотерапевтите. Задача на планирането е да се осигури облъчване на целия тумор с терапевтичната доза, като облъчването на здравите тъкани бъде минимално и задължително по-малко от толерантните дози. Лъчелечебните планове съдържат цялата информация, необходима за изпълнение на лъчелечението и за контрол на облъчването на здравите тъкани. “Ръчното” дозиметрично планиране е двумерно, т.е. в една равнина, и се прави с помощта на изодозни карти, представящи разпределението на дозата в облъчвания обем от единично лъчево поле. От края на 60-те години на миналия век в тази област навлязоха компютрите със специфични периферни устройства и програмни пакети за дозиметрично планиране. Използването на тези системи увеличава обема и точността на дозиметричната информация, планирането е тримерно, осигурява се възпроизводимост на положението на пациента при подготовката и провеждането на лъчелечението. Положителна е ролята в това отношение на модерната рентгенова и магнитно-резонансна диагностика, използвана за получаване на входни данни за пациента. При новите компютърни системи тези данни постъпват автоматично в модула за дозиметрично планиране. Компютрите в лъчелечението улесняват въвеждането на важни корекции за отчитане влиянието върху разпределението на дозата в облъчваното тяло на различни фактори, което е трудно при ръчното планиране. Всичко това е предпоставка за подобряване на терапевтичните резултати и за намаляване на риска от лъчеви усложнения и увреждания на пациентите.

В лъчелечението днес се използват две основни групи йонизиращи лъчения – фотони и заредени частици. Представители на първата група са рентгеновите, гама- и високоенергийното спирачно лъчение (X-лъчите), а на втората – бета-лъчите, ускорените електрони, протоните, пи-мезоните и тежките йони. Бета- и гама-лъчите се получават от радиоактивни източници, а X-лъчите и електроните с висока енергия – от медицинските ускорители. Източници на протоните, пи-мезоните и тежките йони са ускорителите. Рентгеновите лъчи са основният вид йонизиращо лъчение, използвано в онкологията до средата на миналия век. Сега най-широко е приложението на гама-и X-лъчите и на ускорените електрони. Рентгеновите лъчи остават предпочитани за лъчелечение на кожни лезии с малки размери. Поради различни причини протоните, пи-мезоните и тежките йони не са навлезли значимо в лъчелечението.



Фигура 1.

*Индивидуален план за лъчелечение при рак на простатата:
3 лъчеви полета, при страничните се използва клиновиден филтър;
разстояние източник на йонизиращото лъчение-кожа $SSD = 100$ cm;
6 MV X-лъчение от медицински ускорител.*

Основният вид лъчелечение е дистанционното (перкутанното). При него източникът на йонизиращо лъчение се намира на значително разстояние от кожата на пациента. Дистанционното облъчване обхваща приблизително 90 % от болните, подлежащи на лъчелечение.

Вторият вид лъчелечение е *брахитерапията*, което има своето място като самостоятелно, или като компонента на съчетаното лъчелечение. Брахитерапията е лъчелечение със закрити и с открити радиоактивни източници от малко разстояние, при което източниците се разполагат в или непосредствено до лекуваните тъкани. Тя е няколко вида:

- *контактна* – прави се със закрити радиоактивни източници, които се разполагат непосредствено или на малко разстояние от кожата; пример за приложение – рак на кожата;
- *вътрекухинна (интракавитарна)* – използват се също закрити радиоактивни източници, които се въвеждат в телесни кухини; пример – лъчелечение на рака на шийката на матката;
- *вътретъканна (интерстициална)* – безалтернативен метод за лъчелечение на рака на езика и на голямата слюнчена жлеза, при който закритите радиоактивни източници се въвеждат в лекуваните тъкани;
- *метаболитна (кюритератия)* – лъчелечение с открити радиоактивни източници, които се въвеждат в тялото на пациента инжекционно или през устата;

примери: радикално лъчелечение при рака на щитовидната жлеза и палиативно лечение при костни метастази.

Радиоактивното вещество в *закрития радиоактивен източник* е опаковано по начин, който при нормална работа с източника изключва възможността за неговото разпространяване в околната среда, вкл. в лекуваните тъкани. Капсулата, в която е опаковано радиоактивното вещество, придава на източника желаната форма, размери и механична здравина. Тя поглъща и нискоенергийното гама- и характеристичното рентгеново лъчение и бета-частиците, излъчвани от радиоактивното вещество. Затова източниците, съдържащи β , γ – радионуклиди (например кобалт-60), са практически чисти γ -излъчватели..

Въведените в тялото *открити радиоактивни източници (радиофармацевтици)* участват в метаболизма и се натрупват избирателно в определени органи или тъкани. Например радиофармацевтикът натриев йодид (Na^{131}I), като всички съединения на йода, се натрупва в щитовидната жлеза (т.е. е тиреотропен). *Точточникът*.

Лъчелечението се прилага главно за лечение на рака. Облъчване с йонизиращи лъчения на доброкачествените тумори и при други неонкологични заболявания се прави рядко и по правило с ниски дози.

История на лъчелечението.

Използването на рентгеновите лъчи за лечение започва през януари 1896 година, само няколко месеца след тяхното откриване през ноември 1895. Първите опити са при болни от nelечимите дотогава рак и туберкулоза. Ето някои исторически дати в развитието на лъчелечението и на пряко свързаната с него дозиметрия на йонизиращите лъчения:

- Януари 1896 – начало на перкутанното лъчелечение, проведено при болна с рак на млечната жлеза (Германия); следваща локализация на заболяването – рак на кожата; междуременно възникват първите лъчеви усложнения и увреждания на съседните здрави тъкани, което ражда идеята за фракциониране на облъчването;
- 1898 – Пиер и Мария Кюри откриват радия (^{226}Ra);
- 1900 – Вилард открива гама-лъчите;
- 1908 – Вилард предлага първата величина за количествена оценка на йонизиращите лъчения, основана на йонизацията на въздуха при облъчването с гама-лъчи (днешната величина експозиция);
- 1908 – начало на втрекухинната брахитерапия при рака на шийката на матката; използват се закрити радиоактивни източници с радий-226 (Франция, Австрия);
- 1911 – определяне от М. Кюри на масата и активността на радиоактивни източници с радий-226 и изготвяне на първия еталон за източник с този радионуклид; въвеждане на филтрирането на гама-лъчението от тези източници – поглъщане на гама-лъчите с ниска енергия чрез опаковане на източника с платинов филтър с дебелина 0,5 mm;
- 1914 – изолиран е радиоактивният газ радон-222 (^{222}Rn) от радиевите радиоактивни източници;
- 1921 – Сиверт изчислява разпределението на интензитета на гама-лъчението около прав линеен радиоактивен източник с радий-226, затворен в платинова капсула; по-късно той прави това и за източници с друга форма;
- 1928 – Видеръе създава първия цикличен ускорител на електрони (бетатрона);

- 1928 – основана Международната комисия по радиологична защита (ICRP) и въведена единицата за “количество рентгеново лъчение” рентген (R); впоследствие е дефинирана величината експозиция, чиято единица е рентген;
- 1929 – по идея на Браг, Грей разработва теорията за определяне на погълнатата доза чрез измерване на йонизацията с въздушна йонизационна камера; теорията е известна като “принцип на Браг и Грей”;
- 1934 – Ирен и Жолио Кюри откриват изкуствената радиоактивност;
- 1937 – въведена е величината погълната доза (доза) и нейната единица рад (rd); това има изключително значение за радиобиологията и лъчелечението, защото експозицията е мярка за лъчевото поле във фотонен сноп, а погълнатата доза – за предадената енергия от лъчението на единица маса от облъчваното вещество, от която зависят всички радиационни ефекти; по думите на Х. Джонс експозицията са думите на преподавателя, които влизат през ушите на учащите се, а погълнатата доза – това, което “остава в техните глави”;
- 1939 – начало на лъчелечението с неутрони;
- 1940 – Керст създава бетатрона, който 12 години по-късно става първият медицински ускорител за лъчелечение (Англия);
- 1950 – начало на метаболитната брахитерапия (кюритерапията), станало възможно след построяването на ядрени реактори и произвеждането на радиофармацевтици с изкуствени радионуклиди;
- 1960 – Международната комисия по радиационни единици и измервания (ICRU) публикува първата стройна система измерителни единици в областта на дозиметрията и радиометрията (Доклад 10a на ICRU)
- 1960 – първо дозиметрично планиране за лъчелечение, направено с компютър.

Историята на лъчелечението може да се раздели на два периода: до и след Втората световна война. През първия период единствените радиоактивни източници, използвани при дистанционното облъчване и брахитерапията, са с радионуклида радий-226. В перкутанното лъчелечение се използват най-много рентгеновите терапевтични уредби и малък брой телегаматерапевтични уредби (ТГТУ) с малка активност на радиоактивния източник ($370 \text{ GBq} = 10 \text{ Ci}$). С рентгеновите уредби е невъзможно получаването на благоприятно разпределение на дозата в дълбочина и затова лечебните резултати при дистанционното облъчване на дълбоко разположени болестни огнища (лезии) са лоши.

Качествен скок в успеха на перкутанното лъчелечение настъпва през втория период. Това се дължи на въвеждането в лъчелечението на първите ТГТУ с гама-радиоактивен източник с кобалт-60 (^{60}Co) с много голяма активност, както и на медицинските ускорители. Сравнително високата енергия на гама-лъчението на ^{60}Co (1,25 MeV) и особено на X-лъчите, получавани от ускорителите (до 40 MeV), дава възможност за лъчелечение и на дълбоко разположени болестни огнища. Характерният за фотоните с такива енергии *ефект на изграждане на дозата в дълбочина* осигурява реализирането на терапевтичната доза в болестното огнище без превишаване на толерантната доза на кожата. Типичното разпределение на дозата в дълбочина при облъчване с ускорени електрони с висока енергия осигурява възможност за адекватно облъчване на лезии, прораствали от кожата до различна дълбочина. Произвеждането на източниците за ТГТУ е възможно през този период благодарение на пускането в експлоатация на мощни ядрени реактори, в които те се активират. Днес радиоактивните източници за ТГТУ имат огромна активност – приблизително 220, 300 и дори 450 и 550 TBq (6, 8, 12 и 15 kCi).

Това са най-компактните радиоактивни източници в света, използвани за полезни цели във всички области на науката и практиката.

Лъчелечението в България.

Историята на лъчелечението в България следва с определено закъснение неговото развитие в света. Първата рентгенова терапия у нас е направена през 1908 година в частната клиника на д-р И. Кожухаров. През 1959 година са внесени от Съветския съюз първите за страната ТГТУ ГУТ-400 с радиоактивен източник с кобалт-60, но с малка активност ($\approx 15 \text{ ТВq} = 400 \text{ Ci}$). България е най-близо до модерното перкутанно лъчелечение през втората половина на 60-те години. Тогава в Научно-изследователския онкологичен институт (НИОИ, сега НСБАЛО) започват работа ТГТУ “Гаматрон 3” и рентгенов симулатор (1966), както и медицински ускорител “Бетатрон 42 MeV” (1969), всички на фирмата “Сименс”. През следващите години в страната са монтирани още 10 ТГТУ “РОКУС” от Съветския съюз. Сериозното изоставане в модернизиранието на облъчвателната техника настъпва в края на 70-те години, когато ускорителите започват да изместват ТГТУ, а в България това не се случва. Първите два модерни ускорителя, в комплект с нужната диагностична и компютърна техника за дозиметрично планиране, влизат в експлоатация в НСБАЛО и в Университетската болница “Св. Георги” в Пловдив едва през 2001 и 2003 година. Но и тези лечебни центрове се нуждаят от още облъчвателна техника, за да отговарят на съвременните изисквания. В някои от останалите лъчелечебни центрове в страната, за съжаление, продължава “ръчното” дозиметрично планиране. За преодоляване на изоставането в модернизиранието на перкутанното лъчелечение на България са нужни още два мощни лъчелечебни центрове.

Техническото изоставане във вътрекухинната и вътретъканната брахитерапия в страната е още по-голямо. Единствената уредба да вътретъканна и вътрекухинна брахитерапия с дистанционно посленатоварване работи в НСБАЛО от 1991 година. Освен това през последните години не се осигуряват средства за редовната смяна на нейния радиоактивен източник. Оригиналната система за вътрекухинна брахитерапия с ръчно посленатоварване при рака на шийката на матката, разработена в НСБАЛО в края на 70-години от Венцеслав Тодоров, д-р Павел Пенчев и д-р Марин Мушмов и разпространена в онкологичната мрежа в страната, се нуждае от нови радиоактивни източници, за което също липсват средства. Такава е и съдбата на модификацията на системата, тема на докторска разработка, предназначена за вътрекухинна брахитерапия при рака на тялото на матката. И пак по финансови причини, в няколкото центрове, където се прави вътретъканна брахитерапия, не се доставят ритмично нужните радиоактивни източници с иридий-192. Между другото, подобни източници (с тантал-182) се произвеждаха у нас в ядрения реактор към Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика на БАН преди неговото спиране. Накратко, вътрекухинната и вътретъканната брахитерапия в България са в тежка криза.

Не по-различно е състоянието и на метабилитната брахитерапия. Лечебните центрове в страната внасят незначително количество радиофармацевтици за брахитерапия и лекарите са принудени да насочват пациентите сами да си ги купуват.

Изоставането в модернизиранието на облъчвателната техника и хроничният дефицит на средства за радиоактивни източници (да не забравяме, че те не са вечни, а се използват ефективно за време, приблизително равно на периода на полуразпадане на радионуклида в тях) влияят неблагоприятно на терапевтичните резултати от лъчелечението. И тук се проявява синдромът на бедния: развихря се химиотерапията, за която се изразходват огромни средства, срещу по-малка ефективност. Ако част тези средства се инвестират в лъчелечението, онкологичната помощ в страната ще се придвижи значително напред. Остарялата и амортизирана техника ограничава въвеждането на много

по-ефективни методи за лъчелечение, демотивира лекарите и медицинските физици за активна работа и усъвършенстване, тласка ги към миграцията.

Сега онкологичната мрежа в страната разполага с 2 линейни ускорителя, 11 ТГТУ и около 30 рентгенови терапевтични уредби. С изключение на ускорителите, останалите уредби за дистанционно облъчване са амортизирани.

Медицинските физици в лъчелечението.

Медицинските физици са *важна част от основния екип специалисти в лъчелечението*. Те споделят отговорността на медиците в многообразния процес на подготовка, планирането, провеждането и контрола в лечебния процес. Справянето с техните задачи изисква от медицинските физици висока квалификация, специфични знания и умения, концентрация и отговорност. Ето най-важните от тези задачи:

- дозиметрично калибриране на уредбите за дистанционно облъчване;
- дозиметрично калибриране на уредбите за брахитерапия с дистанционно посленатоварване;
- периодични дозиметрични и други проверки на уредбите за дистанционно облъчване (компоненти на осигуряване на качеството в лъчелечението);
- изготвяне на индивидуалните планове за лъчелечение;
- верификация на плановете за лъчелечение чрез *in vivo* дозиметрия (измерване на дозата върху кожата или в телесни кухини през време на облъчването на пациентите);
- усъвършенстване на методите и средствата за измерване в областта на йонизиращите лъчения;
- адаптиране и усъвършенстване на методите за изчисляване на дозата при перкутанното лъчелечение и при брахитерапията;
- организиране и контрол на радиационната защита на персонала и на пациентите;
- контрол на целостта и херметичността на закритите радиоактивни източници;
- участие в планирането, доставката и пускането в експлоатация на уредбите за лъчелечение и техните принадлежности;
- обучение на медицинския персонал по радиационна физика, медицинска радиология и радиационна защита;
- участие в научни разработки на нови и модификации на стари методи за лъчелечение;

Осигуряването на качеството в лъчелечението е многообразна дейност с голям обем и значение. То обхваща всички източници на йонизиращи лъчения, уредбите за лъчелечение, компютърните системи за планиране на лъчелечението и включва периодични проверки и изпитвания с различна честота. Отговорността и изпълнението на по-голяма част от задачите по осигуряване на качеството са в задълженията и компетентността на медицинските физици.

Първата лаборатория по дозиметрия и лъчезащита в лъчелечението у нас е създадена през 1952 година в Института за специализация и усъвършенстване на лекарите (ИСУЛ, сега МБАЛ “Царица Йоанна”). Основател на лабораторията е Иван Узунов, а трайни следи с дейността си в нея оставят Владимир Пенчев, Михаил Ганчев, Роберт Попиц, Борислав Константинов, Здравко Бучаклиев, Катя Иванова. Тяхната работа е насочена главно в две направления. Първото е преподаването по дозиметрия и лъчезащита в курсовете за следдипломно обучение (СДО) по медицинска радиология на лекарите – в онези години хорариумът на това обучение е несравнимо по-голям от сегашния. Второто направление в дейността на лабораторията е метрологичното осигуряване на лъчелечението, рентгеновата и радионуклидната диагностика, както и радиационна-

та защита в ИСУЛ. По това време сътрудниците на лабораторията правят и периодичното дозиметрично калибриране на рентгеновите терапевтични уредби в цялата страна, което те продължават да извършват и сега за ТГТУ в провинцията. Лабораторията в МБАЛ “Царица Йоанна” е един от двата методични центъра за радиологичните отделения в страната. На тези колеги, вкл. на Иван Узунов, се дължат първите успехи в утвърждаването на медицинските физици в радиологията в страната.

Следващото силно звено по дозиметрия и лъчезащита се формира в периода 1963-1968 година в Научно-изследователския онкологичен институт (НИОИ, сега НСБАЛО). Голямата заслуга за това е на д-р Андрей Сахатчиев, който веднага след преместването му от ИСУЛ привлича в НСБАЛО първите четири медицински физици – Михаил Ганчев, Венцеслав Тодоров, Ханс Йорданов и Цветана Наумова. Освен доверието за решаването на важни задачи, д-р Сахатчиев култивира у всички стремеж към висок професионализъм, всеотдайност в работата и чувство за отговорност. А за ролята на медицинските физици той често употребява една хипербола: “Радиологията може по-скоро без лекари, отколкото без физици”. Д-р Сахатчиев е двигателят за модернизирани на облъчвателната техника в НСБАЛО, за въвеждането на най-новите методи за лъчелечение, за превръщането на болницата в мощен научен и методичен център за лъчелечение. Особено внимание през неговия период в НСБАЛО се отделя на научно-изследователската работа. Резултатът е голяма научна продуктивност и бърз просперитет на лекарите и физиците в Радиологична секция, успешна защита за кратък период на седем дисертации на теми, свързани пряко и въвеждани в хода на разработването им в практиката. Д-р Сахатчиев постави началото на въвеждането в лъчелечението на Европейските стандарти.

Точността при определянето на погълнатата доза е в основата на “пирамидата лъчелечение”. Затова допустимата неопределеност при дозиметричното калибриране на уредбите за перкутанно лъчелечение е $\pm 3\%$. Това поставя строги изисквания към средствата за измерване, използвани при определянето на дозата. Затова Министерството на здравеопазването създава през 1976 на територията на ИСУЛ ведомствена дозиметрична лаборатория за контрол на средствата за измерване на йонизиращите лъчения в медицината. Въз основа на високото професионално равнище на медицинските физици в лабораторията Владимир Пенчев, Здравко Бучаклиев, Борислав Константинов, Роберт Попиц и Катя Иванова, тогавашният Комитет по качеството, стандартизацията и метрологията през следващата година им възлага държавната проверка на всички дозиметрични уреди в страната. През 1978 година лабораторията е избрана за представител на България в международната мрежа от Вторични стандартни дозиметрични лаборатории (SSDL), организирана от Световната здравна организация (WHO) и Международната агенция по атомна енергия (IAEA). През следващите години в SSDL -Sofia са създадени три национални еталона в областта на йонизиращите лъчения, единият от които (за рентгеново лъчение) е все още единствен в страната, въпреки съществуването на Секция за йонизиращи лъчения към Националния център по метрология.

SSDL–Sofia участва активно в международни изследователски проекти на IAEA, в проекти по хармонизация на нормативната база, както и в организираните от IAEA ежегодни международни сравнявания при определяне на дозата с термолуминесцентни дозиметрични детектори (TLD). Резултатите от тези сравнявания осигуряват проследимостта на измерванията до международните стандарти. Малките отклонения спрямо резултатите на IAEA са доказателство за високото професионално равнище в работата на лабораторията (таблица 1.). От същия порядък са отклоненията при пощенското сравняване с IAEA при определяне на дозата от X-лъчи в НСБАЛО.

Таблица 1.

Резултати от TLD-сравнявания през последните години между SSDL –Sofia и IAEA в лъчев сноп от кобалт-60 гама-лъчи

Година	Средна доза във вода D_w , определена в SSDL-Sofia, Gy	Средна доза във вода D_w , определена в IAEA, Gy	Относително отклонение спрямо IAEA, %
2000	2,00	2,01	- 0,5
2001	2,00	2,01	- 0,5
2002	2,00	2,02	- 1,2
2003	2,02	2,04	- 1,2
2004	2,00	2,03	+ 0,5
2005	1,99	1,99	- 0,2

SSDL –Sofia е една от първите в света, която въвежда пощенското сравняване при определянето на дозата от кобалт-60 гама-лъчи между всички лъчелечебни центрове в страната. Това осигурява нужната точност при калибрирането на ТГТУ – основни уредби за дистанционно облъчване в онкологичната мрежа, важна предпоставка за оптимизиране на лъчелечението.

В лъчелечението в България работят около 35 медицински физици, половината от които имат магистърска диплома по медицинска физика. Приблизително $\frac{1}{4}$ са придобили или се обучават по системата на СДО по медицинска радиологична физика. Квалификацията на повече от медицинските физици в лъчелечението съответства на изискванията. Спирачка за нейното повишаване е демодиранията облъчвателна техника. Въпреки всичко медицинските физици защитават ежедневно своето място в лъчелечебните центрове.

Между физиците в лъчелечението в страната има атмосфера на колегиалност и взаимна помощ, има чувство за общност. С уважение се ползват и медицинските физици от малките центрове, между които Евдокия (Ева) Костова.от МБАЛ – Стара Загора е най-добрият пример за тяхната важна роля в медицинската радиология. Всички медицински физици участват активно в ежегодната тридневна делова среща на Гилдията на лъчетерапевтите в България.