

Програм осигурања квалитета и контроле квалитета индивидуалног мониторинга лица
професионално изложених јонизујућем зрачењу

Припремила: Биљана Петровић

Правилником о нотификацији и ауторизацији дјелатности са изворима јонизујућег зрачења (Сл. Гл. БиХ 66/10), правна лица која користе изворе зрачења морају осигурати личну дозиметријску контролу (индивидуални мониторинг) професионално изложених лица у прописаним периодима. Да би се обезбиједили тачни, јасни, недвосмислени и објективни резултати, примјењује се програм осигурања квалитета (QA) и контроле квалитета (QC). Програм је базиран на препорукама међународних тијела као што су Међународна организација за стандардизацију (ISO), Међународна електротехничка комисија (IEC), Европска комисија (EC) и Међународна агенција за атомску енергију (IAEA).

У данашње вријеме изложени смо широком спектру зрачења. Зависно од ефекта који оно има на живу материју, класификујемо их у двије категорије: јонизујуће и нејонизујуће зрачење. Јонизујуће зрачење је она врста зрачења која има довољну енергију да јонизује материју, а самим тим и ћелије и ткива у људском организму. Извори јонизујућег зрачења дијеле се на природне и вјештачке. Космичко зрачење и радон само су дио извора природне радиоактивности. Посљедњих година, међутим, много више се прича о вјештачкој радиоактивности, чије изворе можемо подијелити у три групе: медицинске (дијагностика и терапија), индустријске (нпр нуклеарни мјерачи) и производња струје (нуклеарне електране). Комплетно становништво изложено је природном позадинском зрачењу, међутим лица професионално изложена јонизујућем зрачењу представљају појединце који раде са изворима (природним или вјештачким) или се у процесу рада налазе у пољу зрачења при чему могу бити изложени дозама вишим од граничних доза дозвољених за становништво.

УВОД

Мјерење и процјена степена изложености лица које у својој професији користе изворе јонизујућег зрачења, назива се индивидуални мониторинг и један је од најважнијих аспеката заштите од зрачења. Међународна комисија за заштиту од зрачења (ICRP) истиче три основна циља индивидуалног мониторинга:

1. обезбиједити усаглашеност са управљачким и регулаторним захтјевима;
2. допринос контроли рада и пројектовања објеката у којима се користе извори зрачења и
3. у случају прекомјерног излагања, пружити драгоћене информације за покретање и подршку здравственог надзора и лијечења.

Центар за заштиту од зрачења у ЈЗУ Институт за јавно здравство Републике Српске (Институт) основан је 2009. године и једна од активности у оквиру Лабораторије за личну дозиметрију је индивидуални мониторинг професионално изложених лица у Босни и Херцеговини. Тренутно у нашој земљи обезбјеђујемо индивидуални мониторинг за око 1200 лица помоћу термолуминисцентних дозиметара (ТЛД). Иако нисмо земља са нуклеарним програмом, Босна и Херцеговина у задњих пет година биљежи велики пораст професионално изложених лица. Разлог за то је све чешћа употреба нових генерација радиолошке опреме и уређаја који су неизоставан дијагностички алат у здравственим установама.

Заштита од јонизујућег зрачања професионално изложених лица је примарни циљ индивидуалног мониторинга, посебно ако се има у виду чињеница да у великој мјери биолошки ефекти зрачења

зависе од примљене дозе. Због тога је од суштинског значаја да су мјерења поуздана и тачна, што је омогућено кроз израду програма осигурања квалитета и контроле квалитета у индивидуалном мониторингу.

Да би успоставили квалитет и усагласили се са државном регулативом и међународним препорукама, прво смо развили захтјеве за квалитет, а затим те захтјеве имплементирали у дневне активности. Програм за осигурање и контролу квалитета (QA/QC програм) у овој области је на тај начин добио своју структуру. Базиран је на ISO критеријима, IEC, EC и IAEA препорукама. Неопходно је напоменути да су сви процеси у Институту сертифицирани према BAS EN ISO 9001 стандарду, а велики дио метода, укључујући и индивидуални мониторинг акредитовани су према стандарду BAS EN ISO/IEC 17025 стандарду. Овај податак исказује да Институт, а и Лабораторија за личну дозиметрију, има развијен систем управљања: документоване политике, пословнике, системе, програме, процедуре и упутства у мјери која обезбјеђују повјерење у квалитет и потврђују нашу компетентност.

QA/QC програм

Опрема

Лабораторија за личну дозиметрију користи MTS-N детекторе (кристале), пољског произвиђача (пречника 4,5 mm и дебљине 0,9 mm) за рутинску контролу професионалне изложености фотонском зрачењу цијелог тијела. Сваки ТЛ дозиметар садржи два кристала чије позиције дефинишу величину која се мјери. Кристал на позицији један, смјештен испод алуминијумског филтера дебљине 10 mm, представља лични дозни еквивалент Hp(10) који служи за проћену ефективне дозе професионално изложених лица, и величина је која се извјештава клијенту, док кристал на позицији четири је постављен без филтрације и представља лични дозни еквивалент Hp(0,07). Процес мјерења, тзв. „очитавања“ личних ТЛ дозиметара врши се полуаутоматским читачем личних дозиметара, модел RADOS RE-2000. За термалну стимулацију кристала употребљава се гас азот, чистоће 99,9999%. Поступак мјерења контролише се софтверским пакетом WinTLD. Одабрани профил температура – вријеме очитавања је 300°C у трајању од 12s. Сваком мјерењу претходи анилирање на 150°C у трајању од 15 s.

За потребе тестова дефинисаних стандардом IEC 62387-1, препорукама произвођача и техничким препорукама RP160, озрачивања су вршена у величини лични дозни еквивалент Hp(10) у пољу гама зрачења изотопа Cs-137 у SSDL, а према стандарду ISO 4037. Тестови код којих се испитују карактеристике материјала и не захтјевају сљедивост до примарних и секундарних стандарда, озрачивања дозиметара су вршена локалним ирадијатором са уграђеним Sr-90/Y-90 извором.

Граница детекције

Правилником о заштити од зрачења код професионалне експозиције и експозиције становништва [8] је дефинисан ниво регистрације за индивидуални мониторинг и износи 0,08 mSv за период од мјесец дана. Одређивањем границе детекције обезбјеђује се усаглашеност са државном регулативом. За ову сврху кориштен је сет од 50 ТЛ дозиметара. Циклус од 5 очитавања је поновљен са истом групом дозиметара. Из овог теста, било је могуће одредити границу детекције која

представља 3,3 стандардне девијације нулте дозе и износи 0,03 mSv за период од мјесец дана, односно 0,08 mSv за период од три мјесеца.

Нулта доза

Сигнал који се мјери на неозраченом кристалу је нулта доза тог кристала. Приликом процеса калибрације, сваком кристалу се одређује нулта доза посебно. Према препорукама произвођача, само дозиметри чија нулта доза не одступа више од 30% од средње нулте дозе могу да се шаљу клијентима. Рутинска провјера нулте дозе се врши једном годишње на начин да се насумичним одабиром одреди по 20 дозиметара из сваке групе и изврши мјерење неозраченог кристала. Уколико постоје кристали са одступањем већим од 30%, одстрањују се из употребе. Други критеријум осигурања квалитета нулте дозе је доказан тестовима, а односи се на кристале који су примили дозу од 50 mSv и већу. Овакви дозиметри се изузимају из рутинског мониторинга и подлијежу даљим провјерама.

Осјетљивост кристала (Element Calibration Coefficient, ECC)

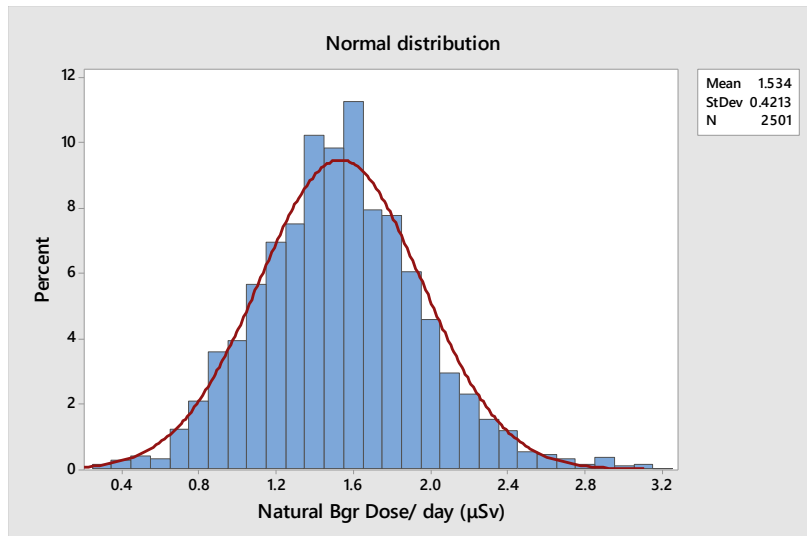
Осјетљивост кристала (ECC) је однос средње вриједности читавања популације дозиметара и читавања једног одређеног дозиметра. Сврха калибрације осјетљивости сваког кристала посебно је да обезбиједи да сваки кристал, без обзира на серију или групу којој припада, даје исти одзив за задата озрачивања. Дозвољена одступања су $\pm 30\%$. Према препорукама RP160 [5], једном у двије године потребно је извршити провјеру ECC. У лабораторији контрола квалитета ECC једном у двије године постиже се специјално израђеном апликацијом која указује на дозиметре чији су ECC старији од двије године.

Калибрација система

Калибрација система врши се једном у двије године. Одабрани дозиметри од стране одговорног лица се озрачују у SSDL-у која има слједивост до PSDL-а у пољу зрачења изотопа Cs-137. Исказани резултати се приказују у калибрационом сертификату у величини лични дозни еквивалент Hp(10)

Природно позадинско зрачење

Индивидуални мониторинг професионално изложених лица се бави само професионалном експозицијом те је неопходно занемарити допринос природног позадинског зрачења који детектор акумулира током периода ношења дозиметра. Природно позадинско зрачење варира зависно од географских карактеристика мјеста у који се шаље дозиметар. За корекцију природног позадинског зрачења користи се 1,5 $\mu\text{Sv}/\text{дан}$ који је добијен статистичком обрадом података.



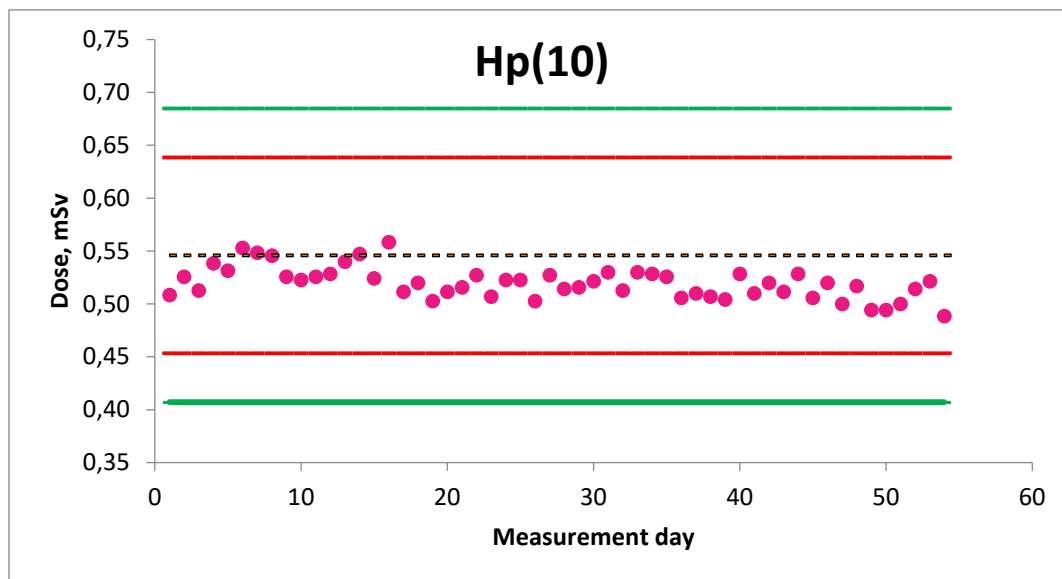
Расподјела доза природног позадинског зрачења

Вишекратна употреба

Након читавања ТЛ дозиметра, он се испоручује другом кориснику. Захтјев за квалитет у овом случају је осигурати да други корисник добије дозиметар без остатка дозе претходног корисника, односно да је доза на кристалу једнака нултој дози кристала. Озрачивањем дозиметара у распону доза од 1 mSv – 100 mSv и њиховим поновљеним мјерењем (другим читавањем) доказано је да на дозама до 50 mSv остатак дозе је занемарив, тачније прихватљив (<5%). Кристали са дозама већим од 50 mSv предмет су даљег третирања и тестирања.

Контрола квалитета

Најједноставнији, али и основни облик контроле квалитета је стабилност читача који се спроводи сваки дан прије почетка мјерења. Сет дозиметара се озрачи у локалном ирадијатору са одређеним бројем обртаја и пореди се са предефинисаним критеријима за квалитет.



Стабилност уређаја

Међулабораторијска поређења

Осигуравање квалитета резултата испитивања врши се међулабораторијским поређењима и испитивањима оспособљености (*proficiency testings*). Лабораторија за личну дозиметрију учествује у организованим поређењима EURADOS групе сваке двије године и анализе резултата показују да су сва мјерења на различитим радијационим квалитетима и различитим инцидентним угловима у границама критерија прихватљивости задатим стандардом ISO 14146.

ЗАКЉУЧАК

Овде је представљен само дио QA/QC програма Лабораторије за личну дозиметрију која се бави индивидуалним мониторингом лица професионално изложених јонизујућем зрачењу. Комплетан документ је много обимнији и сложенији и захтјева огромну посвећеност особља. Тестови који су спроведени у оквиру овог програма представљају доказе предефинисаних захтјева за квалитет. Њихови резултати дају драгоцене информације о недостацима мјерног система и омогућавају формирање корекционих фактора који смањују мјерну несигурност и повећавају тачност и поузданост у резултате мјерења. На тај начин, у случају акцидентне ситуације можемо пружити битне информације које су неопходне за здравствену подршку и надзор професионално изложених лица.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] International Commission on Radiological Protection, 1997. General Principles for the Radiation Protection of Workers. ICRP Publication 75. Ann. ICRP 27 (1)
- [2] Босанскихерцеговачки стандард BAS EN ISO 9001:2015, „Системи управљања квалитетом – Захтјеви“, 2015
- [3] Босанскохерцеговачки стандард BAS EN ISO IEC 17025:2018, „Општи захтјеви за компетентност испитних и калибрационих лабораторија“, 2018

- [4] Босанскохерцеговачки стандард BAS EN 62387:2019, „Инструменти за заштиту од зрачења – Пасивни интегрисани дозиметријски системи за индивидуални, радни и еколошки надзор фотона и бета радијације“, 2019
- [5] European Commission, “Technical Recommendations for Monitoring Individuals Occupationally Exposed to External Radiation, RP 160, Directorate-General for Energy and Transport,” Luxembourg, 2009.
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, “General Safety Requirements Part 3, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards,” Vienna, 2014.
- [7] “Radiological protection - X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy - Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and the measurement of their response as a function of energy and angle of incidence”, (ISO 4037-3:2019, IDT)
- [8] Pravilnik o zaštiti od zračenja kod profesionalne ekspozicije i ekspozicije stanovništva, Sl. Gl BiH 102/11)
- [9] ISO 14146:2018 „Radiological protection — Criteria and performance limits for the periodic evaluation of dosimetry services“
- [10] Mirion Technologies, RE-2000 TLD Reader User Manual, version 1.41, Turku, Finland