

I. Списък на публикации в периодични научни издания, които са свързани с докторската дисертация:

Публикации в чужди научни списания:

1. **Kostova-Lefterova D.**, D. Taseva, K. Ingilizova, J. Hristova, J. Vassileva. Potential for optimization of paediatric chest X-ray examination. Radiation Protection Dosimetry, 2011, 147: 1-2, 168-170. **IF 0.822**

The purpose of this study was to compare the important aspects of paediatric radiological practice and the patient doses from chest X-ray examinations performed in three hospitals in Bulgaria. Data from 163 paediatric patients were recorded using a standardised form. Entrance surface air kerma (ESAK) to patient was calculated from the air-kerma air product (KAP) and field size measurements. Large variations were found for KAP and ESAK. Inappropriate film size and insufficient collimation were often used. Inappropriate use of automatic exposure control and antiscatter grid was found. In most cases, no attention was paid to reduce dose to sensitive organs by means of shielding or proper collimation. Recommendations were given to the hospitals on how to reduce patient doses in paediatric chest radiography.

2. Vassileva J, Rehani M, ..., **Kostova-Lefterova D.** et al. IAEA survey of pediatric CT practice in 40 countries in Asia, Europe, Latin America and Africa: Part 1. Frequency and Appropriateness. Am J Roentgenol AJR, May 2012, vol. 198:1021-1031. **IF 2.897**

The purpose of this study was to assess the frequency of pediatric CT in 40 less-resourced countries and to determine the level of appropriateness in CT use. Data on the increase in the number of CT examinations during 2007 and 2009 and appropriate use of CT examinations were collected, using standard forms, from 146 CT facilities at 126 hospitals. The lowest frequency of pediatric CT examinations in 2009 was in European facilities (4.3 %), and frequencies in Asia (12.2 %) and Africa (7.8 %) were twice as high. Head CT is the most common CT examination in children, amounting to nearly 75% of all pediatric CT examinations. Although regulations in many countries assign radiologists with the main responsibility of deciding whether a radiologic examination should be performed, in fact, radiologists alone were responsible for only 6.3 % of situations. Written referral guidelines for imaging were not available in almost one half of the CT facilities. Appropriateness criteria for CT examinations in children did not always follow guidelines set by agencies, in particular, for patients with accidental head trauma, infants with congenital torticollis, children with possible ventriculoperitoneal shunt malfunction, and young children (< 5 years old) with acute sinusitis. In about one third of situations, nonavailability of previous images and records on previously received patient doses have the potential to lead to unnecessary examinations and radiation

doses. With increasing use of CT in children and a lack of use of appropriateness criteria, there is a strong need to implement guidelines to avoid unnecessary radiation doses to children.

Публикации в научни списания в България:

3. **Костова-Лефтерова Д.**, Василева Ж. Проучване на практиката при компютър-томографските изследвания на деца и възможности за намаляване на лъчевото натоварване на пациентите. Рентгенология и радиология, 2010,49(4), 271-276.

Целта на настоящата работа е да се проучи практиката в компютърната томография при изследвания на деца в няколко лечебни заведения в България и да се изследват възможностите за оптимизиране на изследванията и намаляване на лъчевото натоварване при тях. Проучването е проведено за 12 компютър-томографски уредби от различен вид чрез стандартизирани анкети и формуляри за записване на данни за пациентите, експонационните параметри на изследването и дозата на пациента. Анкетирани са 13 рентгенолози и 12 рентгенови лаборанти. При повечето компютър-томографски уредби са налице протоколи, адаптирани към възрастта на пациента, но те често не са оптимизирани, поради което експонационните параметри се променят субективно. Използването при деца на протокол за възрастни с еднакви експонационни параметри води до неколкостранно по-висока доза. Недостатъчно е използването на средства за обездвижване, което налага седирание в над 50 % от случаите при деца под 5 годишна възраст или помощ на родител. Анкетата сред рентгенолозите показва липсата на стандартизиран подход при избора на подходящо образно изследване. Предложени са възможности за оптимизиране на изследванията и намаляване на лъчевото натоварване при тях.

II. Списък на публикации в периодични издания, които не са свързани с докторската дисертация:

Публикации в чужди научни списания:

4. **Kostova-Lefterova D.**, Vassileva J. Survey of practice in paediatric computed tomography. Radiation Protection Dosimetry 2011; 147: 1-2, 156-159. **IF: 0.822**

The purpose of this study was to explore the frequency of paediatric computed tomography (CT) examinations in several hospitals in Bulgaria and to assess the current practice. The standard forms provided by the International Atomic Emergency

Agency for survey of the paediatric CT practice were used. Six hospitals provided data on frequency of paediatric CT examinations performed in 2009. Large variations in dose, up to a factor of 4, were found among the centres within the same age group for a given procedure, and in one of the hospitals the paediatric dose was twice higher than the adult dose. Seven departments use dedicated CT protocols for children. Only 4 in 12 departments keep records of patient dose. Dose information for previous examinations is not required by the radiologists. The collected detailed data provided preliminary information how the patient doses in paediatric CT can be reduced. Recommendations were given based on the findings.

5. Vassileva J, Rehani MM, ..., **Kostova-Lefterova D.** et al.. IAEA Survey of Paediatric Computed Tomography Practice in 40 Countries in Asia, Europe, Latin America and Africa: Procedures and Protocols. Eur Radiol, 2013 Mar, 23(3):623-31. DOI: 10.1007/S00330-012-2639-3. **IF: 3.548**

The objective is to survey procedures and protocols in paediatric computed tomography (CT) in 40 less resourced countries. Under a project of the International Atomic Energy Agency, 146 CT facilities in 40 countries of Africa, Asia, Europe and Latin America responded to an electronic survey of CT technology, exposure parameters, CT protocols and doses. Modern MDCT systems are available in 77 % of the facilities surveyed with dedicated paediatric CT protocols available in 94 %. However, protocols for some age groups were unavailable in around 50 % of the facilities surveyed. Indication-based protocols were used in 57 % of facilities. Estimates of radiation dose using CTDI or DLP from standard CT protocols demonstrated wide variation up to a factor of 100. CTDIvol values for the head and chest were between two and five times those for an adult at some sites. Sedation and use of shielding were frequently reported; immobilisation was not. Records of exposure factors were kept at 49 % of sites. There is significant potential for improvement in CT practice and protocol use for children in less resourced countries. Dose estimates for young children varied widely. This survey provides critical baseline data for ongoing quality improvement efforts by the IAEA.

6. Vassileva J., Rehani M., **Kostova-Lefterova D.** et al. A Study to Establish International Diagnostic Reference Levels for Paediatric Computed Tomography. Radiat Prot Dosimetry. 2015 Jul;165(1-4):70-80 DOI:10.1093/RPD/NCV116. **IF: 0.913**

The article reports results from the largest international dose survey in paediatric computed tomography (CT) in 32 countries and proposes international diagnostic reference levels (DRLs) in terms of computed tomography dose index (CTDIvol) and dose length product (DLP). It also assesses whether mean or median values of individual facilities should be used. A total of 6115 individual patient data were

recorded among four age groups: <1 y, >1–5 y, >5–10 y and >10–15 y. CTDI_w, CTDI_{vol} and DLP from the CT console were recorded in dedicated forms together with patient data and technical parameters. Statistical analysis was performed, and international DRLs were established at rounded 75th percentile values of distribution of median values from all CT facilities. The study presents evidence in favour of using median rather than mean of patient dose indices as the representative of typical local dose in a facility, and for establishing DRLs as third quartile of median values. International DRLs were established for paediatric CT examinations for routine head, chest and abdomen in the four age groups. DRLs for CTDI_{vol} are similar to the reference values from other published reports, with some differences for chest and abdomen CT. Higher variations were observed between DLP values, based on a survey of whole multi-phase exams. It may be noted that other studies in literature were based on single phase only. DRLs reported in this article can be used in countries without sufficient medical physics support to identify non-optimised practice. Recommendations to improve the accuracy and importance of future surveys are provided.

7. **Kostova-Lefterova D.**, Taseva D., Hristova-Popova J. and Vassileva J. Optimisation of Paediatric Chest Radiography. Radiat Prot Dosimetry. 2015 Jul, 165(1-4):231-4 DOI: 10.1093/RPD/NCV119. **IF: 0.913**

The purpose of this work is to present the algorithm for the optimisation of paediatric chest radiography aimed to reduce patient doses at keeping adequate image quality. Optimal tube voltage, tube current and exposure time, use of automatic or manual exposure control and use of antiscatter grid were recommended for different age groups and depending on the patient size. The optimised protocols and radiography technique resulted in decrease in Entrance surface air kerma and effective dose values in a factor of between 1.5 and over 5 for different age groups. Image quality was assessed to be of sufficient diagnostic quality.

Публикации в научни списания в България:

8. Василева Ж., Борисова Р., ..., **Костова-Лефтерова Д.** и др. Национално проучване в рентгеновата диагностика в България 2007-2009. Рентгенология и радиология, 2010, 49(4), 251-264.

Представен е анализ на текущото състояние на рентгеновата диагностика в страната. Общият брой на рентгеновите уредби през 2009 година е 2490, сред които конвенционалните графични и скопични уредби съставят 55,8 %, денталните 25,5 %, компютъртомографските – 7,8 %, а мамографите – 6,9 %. Все още е голям делът на старата рентгенова апаратура, включително сред

компютъртомографските и ангиографските уредби. Анализирани са резултатите от мащабното национално проучване за дозите на пациентите при рентгенови изследвания, проведено в периода 2007-2009 г. и обхванало конвенционалната графия, мамографията, конвенционалната скопия, интервенционалната рентгенология и компютърната томография. Установени са вариации до 18 % в дозата на пациента при еднотипни изследвания между рентгеновите отделения. Представени са новите национални референтни нива на дозата за 17 рентгенови изследвания. Колективната доза на българското население е оценена на 3191 man.Sv. Най-голям е приносът в колективната доза на компютърната томография (30,1 %), следвана от рентгеновата графия (27,3 %), конвенционалната скопия (20 %) и интервенционалните процедури (9 %). Следващото национално проучване трябва да се планира и проведе най-късно в периода 2013-2014 г. Осигуряването на качествена диагностика при минимално облъчване на пациентите и медицинския персонал трябва да е непрекъсната грижа на радиологичната общност.

9. **Костова-Лефтерова Д.**, Два случая в България на лъчево изгаряне на кожата след перкутанна коронарна интервенция. Наука Кардиология, 2015, 6:326-328.

През последното десетилетие се заговори за възможната поява на радиационно-индуцирани кожни изгаряния в интервенционалната рентгенология. В нашата страна е много малка осведомеността относно вероятността за възникването им, вследствие на интервенционална процедура. Броят на интервенционалните процедури, проведени в България през 2014 г., е около 127 305 или 3 % от всички рентгенови изследвания. Проследявайки тенденциите за бързо нарастване на броя интервенционални процедури през последните години, има голяма вероятност вече да са индуцирани детерминирани радиационни ефекти, но пациентите да не са диагностицирани. Причината за липсата на поставена диагноза е в недобрата информираност на дерматолозите относно опасността за радиационен дерматит и липсата на практика в България за проследяване на пациентите за евентуални радиационно-индуцирани кожни ефекти.

В статията за първи път в България официално се съобщават два случая на пациенти с кожни изгаряния, появили се през 2014 г. При двата представени случая на радиационен дерматит е превишено всяко от показаните нива за проследяване след интервенционална процедура, като при втория случай стойността на DAP е превишена 4 пъти. Пациентите не са уведомени и проследени за евентуални кожни изгаряния, при което не са предприети адекватни и навременни мерки за лечение. Това доказва необходимостта от подобряване на знанията относно мерките за радиационна защита при интервенционалните процедури с по-голяма сложност (PCI при СТО) и дълго време на скопия.

10. **Костова-Лефтерова Д.** Проучване на дозите на пациентите при рентгенография на бял дроб. Част 2. Рентгенология и радиология, 2016, LV (1): 24-30.

Целта на настоящата работа бе да се проучи практиката и дозите при най-често прилаганото рентгеново изследване на деца – рентгенография на бял дроб и да се проучат факторите, определящи дозата. Включени бяха 269 рентгенографии на бял дроб (АР и РА проекция) за деца на възраст от 0 до 15 години, групирани за анализа в четири възрастови групи: < 1 м., 1 – 12 м., 1 – 4 г., 5 – 9 г. и 10 – 15 г. Дозата на пациента беше измервана или пресмятана във величините произведение керма площ, R_{KA} , и входяща въздушна керма, K_e . Дозиметричните величини за оценка на радиационния риск органа (тъканна) доза, DT , и ефективна доза бяха определяни с помощта на софтуерен продукт РСХМС. Не се установи корелация между стойностите на K_e и експонационните параметри, поради емпиричния избор на работни данни, несъобразен с телесните размери на пациента. Получените стойности за K_e , R_{KA} , органните и ефективните дози при конвенционална рентгенография на бял дроб при три от рентгеновите уредби са по-високи от тези от други подобни проучвания в други страни, като най-голяма, до 5 пъти е разликата в стойностите на E от тези, получени в други проучвания, при децата на възраст между 1 и 4 години.

11. **Костова-Лефтерова Д.** Проучване на практиката при рентгенография на бял дроб на деца. Част 1. Рентгенология и радиология, 2015, LIV (4): 227-236.

Целта на настоящата работа е да се проведе проучване на практиката в конвенционалната рентгенография на деца в избран брой рентгенови отделения, на базата на стандартизирани формуляри за регистриране и анализ на данните. Сравнени са получените резултати със съществуващата добра практика при рентгенографски изследвания на деца и са посочени възможностите за оптимизиране на изследванията, с цел намаляване на лъчевото натоварване. Проучването на практиката и дозите при рентгенови изследвания на деца е проведено в четири рентгенови кабинета в четири различни болници на територията на гр. София. Включени са 269 рентгенографии на бял дроб (АР и РА проекция) за деца на възраст от 0 до 15 години. Установи се липса на стандартизираност в практиката и прилаганите протоколи за конвенционална рентгенография на деца от една и съща възрастова група, както между лечебните заведения, така и между рентгеновите лаборанти, работещи с една и съща рентгенова уредба. Не се установи корелация между стойностите на експонационните параметри за рентгенография и възрастта или телесната маса на пациента. Установените най-чести грешки са: необосновано използване на АР проекция; ненужно използване на противодифузионна решетка дори при деца под 5 г.; използване

на неподходящ размер на преобразувателя и недостатъчно блендиране на полето; използване на по-ниски стойности на анодното напрежение и по-дълго време на експонация от препоръчаните; неизползване на оловни защиты за намаляване на облъчването на лъчечувствителните органи;едновременно използване на трите доминанти на експоната при голяма част от пациентите, а при останалата част – на двете странични доминанти, независимо от възрастта на изследваните деца.

12. **Костова-Лефтерова Д.**, Георгиев Д. Радиационно индуцирани ефекти вследствие на медицинско облъчване – проследяване на пациентите, разпознаване, класификация, превенция и лечение. Наука Кардиология, 2016, 4:188-193.

Радиационно индуцираните ефекти са широко познати и разпространени сред специалистите, работещи в областта на лъчелечението, но не и сред специалистите, работещи в областта на диагностиката. С навлизането на лъчелечението те стават много чести, но през последното десетилетие започнаха да се дискутират радиационно-индуцираните реакции и в областта на образната диагностика, вследствие на интервенционална рентгенология и компютърна томография. Наблюдава се голямо разнообразие от кожни реакции, свързани с болка, дискомфорт, дразнене, сърбеж или изгаряне. В настоящият труд се разглеждат видовете радиационно-индуцирани ефекти според времето на проява и дълбочината на пораженията. Разгледани са различни подходи за лечение – на международно и национално ниво.

От основно значение за разпознаването и предприемането на адекватни и навременни мерки за лечение на радиационно индуцираните ефекти са информирането и проследяването на пациента в срок до три месеца за евентуални радиационно индуцирани ефекти. Международната агенция за атомна енергия периодично публикува актуални нива за проследяване на пациенти, подложени на интервенционални процедури с по-голяма сложност и дълго време на скопия. Стойностите на посочените в нивата за проследяване параметри статистически се избират така, че извън границите им да не попада твърде голям брой пациенти. В случай на превишаване на някои от стойностите на различните параметри, на пациента трябва да бъде предоставена инструкция за проследяване за евентуални кожни реакции. Примерна инструкция, озаглавена: „Инструкция за пациента след проведена интервенционална процедура с по-голяма степен на сложност и дълго време на скопия“, е предложена в статията.

13. Симеонов Ф., Василева Ж., Иванова Д, **Костова-Лефтерова Д.** Намаляване на дозата на пациентите в рентгеновата диагностика с помощта на диагностични референти нива. Научни трудове на Съюза на учените в

През 1996 г. ICRP представя концепцията за „диагностични референтни нива“ (ДРН), които са важен инструмент за целите на оптимизацията на дозата на пациента. Следвайки и прилагайки концепцията за ДРН, в кратък срок се наблюдава намаляване на дозата при диагностичните и интервенционални процедури под рентгенов контрол. ДРН се изготвят на базата на национални проучвания на дозите на пациента. Скоро след текущата публикация стартира третото национално проучване за дозите на пациента. Събирането на данните се извършва чрез онлайн базирана платформа, с интернет достъп през браузър. Достъпът до системата е напълно безплатен. Данни се събират от маммографски изследвания, конвенционални рентгенови изследвания, компютъртомографски изследвания, скопични изследвания и интервенционални процедури под рентгенов контрол. Всеки потребител регистриращ данни чрез онлайн платформата автоматично получава оценка на типичните дози на пациента на местно ниво и сравняване спрямо настоящото ДРН. Очаква се онлайн платформата да подобри процеса на събиране на данни за пациентите и изготвянето на ДРН.

14. Иванова Д., Загорска А., Василева Ж., **Костова-Лефтерова Д.**, Симеонов Ф. История и развитие на границите на дозата за професионално облъчване на населението. Научни трудове на Съюза на учените в България – Пловдив. Серия Г. Медицина, фармация и дентална медицина, юни 2016, том XIX: 143-146. ISSN 1311-9427.

Ограничаването на дозата на облъчване е един от трите основни принципа на радиационната защита, заедно с обосноваването на практическата дейност и оптимизацията на защитата. Именно този принцип се прилага за защита при професионално облъчване и облъчване на населението. Установяването на границите на дозата за перонал, работещ в среда на йонизиращи лъчения, както и за населението, се базира на знанията за радиобиологичните ефекти и тяхната зависимост от дозата. В ранните години на радиационната защита са отчитани най-вече детерминирания радиационни ефекти. С натрупването на знания за стохастичните ефекти предизвикани от облъчване с ниски дози и вследствие на интензивни епидемиологични и радиобиологични изследвания, за период от 72 години границите на дозата са променяни неколккратно.

През 1924 г. се установява стойност на годишна граница на ефективната доза при професионално облъчване с големина 700 mSv. Десет години по-късно стойността ѝ е намалена до 300 mSv. През 1953 г., след серия от проучвания, свързани с вредата от използване на йонизиращи лъчения, се установява нова годишна граница на ефективната доза 150 mSv. През 1957 г. Международната комисия по радиационна защита (МКРЗ) приема 50 mSv за годишна граница на

ефективната доза, като до края на 90-те години тя остава непроменена. През 2000 г. допустимата ефективна доза е 100 mSv за период от 5 последователни години, средно - 20 mSv на година, но не повече от 50 mSv за всяка отделна година. Съгласно актуалните към момента Международни норми за радиационна защита и съответните български нормативни документи, границата за ефективна доза при професионалното облъчване е 20 mSv годишно.

Едва през 1960 г. МКРЗ въвежда граница на ефективната доза за населението от 5 mSv годишно. 30 години по-късно тя е намалена до 1 mSv годишно. Границите на дозата се използват при планирането и изпълнението на мерките за лъчезащита в обектите с йонизиращи лъчения. Всяко намаляване на годишната граница на дозата е свързано с увеличаване на финансовите разходи. Затова е актуален въпросът за бъдещето развитие на стандартите за радиационна защита.

Радиобиологичният ефект при облъчване с малки дози е предмет на интензивно изследване, но все още няма научен консенсус за зависимостта на вероятността за стохастичните ефекти от ефективната доза. При сегашното ниво на знания се приема консервативния подход, заложен в основата на стандартите за радиационна защита.

15. **Костова-Лефтерова Д.**, Георгиев Д. Радиационно-индуцирани ефекти вследствие на медицинско облъчване – причини, разпознаване, класификация, проследяване на пациентите и превенция. Научни трудове на Съюза на учените в България – Пловдив. Серия Г. Медицина, фармация и дентална медицина, юни 2016, том XIX: 173-176. ISSN 1311-9427.

Радиационно-индуцираните ефекти са широко познати и разпространени сред специалистите работещи в областта на лъчелечението, но не и сред специалистите работещи в областта на диагностиката. С навлизането на лъчелечението честотата им се увеличава, но през последното десетилетие активно се дискутира възникването им и в областта на образната диагностика, вследствие на интервенционална рентгенология и компютърна томография (КТ). Съществуват ясно разписани принципи и методи за радиационна защита, чрез които се предотвратява и намалява възникването на радиационно-индуцирани ефекти.

Причината за липсата на поставена диагноза „радиационен дерматит“ е в недобрата информираност на различните медицински специалисти относно опасността от радиационно-индуцирани ефекти и липсата на добра практика в България за проследяване на пациентите за евентуалното им възникване. Различни автори описват множество случаи на радиационен дерматит вследствие на интервенционални процедури с по-голяма сложност и дълго време на скопия. В България до момента официално са описани само два случая на пациенти с радиационен дерматит. И двамата не са уведомени и

проследени за евентуални кожни изгаряния в срок до три месеца, въпреки явното превишаване на всеки един от параметрите от публикуваните нива за проследяване за възникнали радиационно-индуцирани кожни изгаряния.

Радиационно-индуцираните ефекти на кожата са детерминиран ефект. Появата им може да се избегне чрез поддържане на дозата под прага на поява на ефекта чрез правилно използване на рентгеновите апарати, оптимизация на радиологичната практика, периодична сервизна поддръжка, осъществяването на рутинен контрол на качеството, периодично изготвяне на типични дози по вид изследвания и процедури за всеки отделен апарат и спазване на правилата за радиационна защита. Важно е за всеки отделен пациент да се регистрира дозата на пациента: КТ индекс на дозата (CTDI) и произведение доза-дължина на скенираната област (DLP) при КТ изследвания, както и време на скопия, произведение доза-площ (DAP), кумулативна доза и брой записани серии/кадри при интервенционалните изследвания и процедури.

16. **Костова-Лефтерова Д.** Инструкция за разработване на компютъртомографски протоколи за изследване на деца. Рентгенология и радиология, 2010, 49(4), 277-281.

Представени са препоръките на Алианса за радиационна защита в педиатричната радиология относно разработването на специализирани протоколи за изследване на деца от различни възрастови групи с каквато и да е по вид и производител компютъртомографска апаратура. Инструкцията служи като ръководство при създаването на протоколи за КТ изследвания на деца или за верифициране на използваните на място протоколи. Описаната процедура води до по-ниско лъчево натоварване при КТ изследвания на деца в сравнение с възрастните, независимо от анатомичните им размери.

17. **Костова-Лефтерова Д.** Фактори, определящи дозата на пациента и качеството на образа при компютъртомографски изследвания на деца. Рентгенология и радиология, 2016, LV (2): 96-104.

Успешното използването на КТ при децата е задача с много предизвикателства. Децата се различават от възрастните, както в анатомично, така и във физиологично отношение, затова и изискванията за качество на образа са различни. Това поставя различни изисквания и за избор на правилната комбинация от КТ техника и експонационни параметри (kV, mA, дебелина на среза и стъпка), които да са адаптирани и съобразени с особеностите на детската анатомия и физиология. Разликите в размерите на тялото при децата са много големи и физико-техническите параметри на КТ изследване влияят силно върху дозата. Не съществуват универсални експонационни параметри, които да са приложими за всички видове КТ, поради

разликите в конструкцията и техническите характеристики на различните КТ уредби. Затова първата стъпка при оптимизацията трябва да е опознаването на техническата спецификация на уредбата, алгоритъма за избор на експонационни параметри и влиянието им върху дозата. В настоящата статия ще разгледаме най-важните параметри от значение за оптимизацията, като: топограма (скенограма) и дължина на скенираната област; режим на скениране; аноден ток (mA) и количество електричество (mAs); автоматично модулиране на анодния ток; анодно напрежение; стъпка (pitch); дебелина на среза и ширина на колимирания сноп; обездвижване на пациента; седиране и средства за индивидуална лъчезащита на пациента.

18. Генова К., Костова-Лефтерова Д., Попески П. Роля на кардио МРТ при диагностиката на миокардитите. Наука Кардиология, 2016, 6:279-284.

Оплакванията, причинени от миокардит, са честа причина за хоспитализация, особено при пациенти в млада и средна възраст. Миокардитът е и най-честата причина за поява на симптоми, наподобяващи остър коронарен синдром, при пациенти с нормални коронарни артерии. Сред достъпните образни методи КМРТ позволява най-изчерпателна и точна информация при пациенти, суспектни за миокардит. С метода се потвърждава или изключва наличието на възпаление в миокарда, определят се типът и тежестта на увредата и се оценяват шансовете за възстановяване. Особено важна е ролята му в клиничната практика за установяване на миокардит при пациенти с клиника на остър коронарен синдром и нормални коронарни артерии, при пациенти с атипични симптоми, както и за селектиране и насочване на ендомиокардната биопсия при пациенти с персистиращи симптоми и сърдечна недостатъчност. Очаква се в близко бъдеще развитието на метода да даде възможност за получаване на количествена информация за промените в миокарда и да позволи масовото използване на полуавтоматичен алгоритъм при провеждането на КМРТ изследванията и анализа на получените данни.

19. Костова-Лефтерова Д. Алгоритъм за оптимизиране на рентгеновите изследвания на бял дроб при деца. Рентгенология и радиология, 2016, LV (3):175-183.

Целта на настоящата работа бе в голяма университетска болница, с рентгенов кабинет в детската клиника за белодробни заболявания, да се проучи практиката и дозите при най-често прилаганото рентгеново изследване на деца, рентгенография на бял дроб, и да се препоръчат и предложат оптимизирани протоколи за намаляване на лъчевото натоварване при осигуряване на качествена диагностична информативност на рентгеновите образи. Беше проучена практиката на двама рентгенови лаборанта. Получените резултати

бяха сравнени със съществуващата добра практика при рентгенографски изследвания на деца и бяха посочени възможностите за оптимизиране на изследванията, с цел намаляване на лъчевото натоварване. Бе разработена и приложена методика за оптимизиране на изследванията, чрез групиране на децата по възрастови групи или друг подходящ признак, и създаване на алгоритъм за избор на експонационни параметри за всяка група. Чрез използвания алгоритъм за оптимизация бе постигнато намаляване на дозата (РКА, органна доза, ефективната доза) между 1,5 и над 6 пъти при различните възрастови групи, на средната доза в млечната жлеза до 10 пъти, на дозата в белите дробове между 2 и 5 пъти. Получените рентгенови образи бяха с добро диагностично качество. Бе намален субективизмът и бе постигната стандартизация в работата на рентгеновите лаборанти. Бе показана ролята в процеса на оптимизация на рентгенолога, медицинския физик и рентгеновия лаборант. Бе доказан ефекта от работата в екип за намаляване на дозите при осигуряване на диагностично качество на рентгеновите образи.

20. Генова К., **Костова-Лефтерова Д.**, Кънева А., Богданова Б, Спасова П. Прекъсната аортна дъга тип В при новородено – диагностика с мултидетекторна компютърна томография. Клиничен случай и обзор на литературата. Рентгенология и радиология, 2016, LV (3):175-183.

Прекъсната аортна дъга представлява вродено състояние, при което липсва анатомична и луменна връзка между асцендентната и десцендентната аорта. Аномалията е рядка, с честота от 3 на 1 000 000 новородени (1 % от вродените сърдечни аномалии), като за първи път е описана през 1778 г. от Steidele. Най-често аномалията се диагностицира и коригира в неонаталния период. Диагностицирането на аномалията е предизвикателство. През последното десетилетие мултидетекторната компютърна томография (МДКТ) се налага като водещ метод, поради високата пространствена разделителна способност, възможността за изобразяване на тъкани с разлика във физическата си плътност под 1 % и краткото време на изследване, намаляващо нуждата от седация. Основен недостатък на метода е използването на йонизиращо лъчение и лъчевото натоварване за пациента. Представен е случай на новородено с прекъсване на аортната дъга тип В. Аномалията е изобразена и описана детайлно чрез МДКТ изследване, с използване на модифициран протокол, водещ доприблизително два пъти по-кратко време на изследване и два пъти по-ниска доза за пациента, при запазено диагностично качество на образа.

21. **Костова-Лефтерова Д.** Критерии за групиране на пациентите при създаването на протоколи, дозиметрията и изготвянето на диагностичните референтни нива при педиатрични рентгенови изследвания. Рентгенология и радиология, В ПЕЧАТ

В настоящото проучване е предложен критерий за групиране на децата за целите на дозиметрията, разработването и сравняването с диагностичните референтни нива, както и за оптимизацията на протоколите за провеждане на изследванията. С цел избор на критерий за групиране при по-нататъшни проучвания относно рентгенологичната практика при деца, бяха регистрирани основни антропометрични данни за 255 пациенти в 3 рентгенови отделения. От регистрираните лични данни за пациента (телесна маса и височина) бе пресмятан еквивалентният диаметър на пациента (EPD).

За целите на дозиметрията и сравняване с диагностичните референтни нива се препоръчва групиране на пациентите в пет групи по възраст: (0 - 1 месец); (1 - 12 месеца); (1 - 4 години); (5 - 9 години) и (10 - 15 години). За целите на оптимизацията на торакалните и абдоминалните конвенционални и КТ изследвания, децата бяха разделени на групи по възраст и телесна маса. При изследвания в областта на главата бе направен избор за групи по възрастов критерий, т.к. отслабването на рентгеновото лъчение при преминаването му през черепа в голяма степен зависи от дебелината и плътността на костта, която се променя с възрастта.

22. Михайлова Н., Костова-Лефтерова Д. Съвременни технологични решения при обучението на рентгеновите лаборанти в България. Рентгенология и радиология, В ПЕЧАТ

Настоящият труд разглежда различни продуктови иновации, чието внедряване в практическото обучение не само на рентгеновите лаборанти, но и на други групи специалисти, обучаващи се или работещи в областта на медицината, значително би повишило качеството на практическото им обучение и подготовка. Разгледан е международния опит и практика в областта, както и текущата ситуация в България. Използването на високо технологични съвременни методи за практическо обучение дава възможност на студентите да изпълняват конкретни задачи в нереална, но близка до реалната обстановка, без това да застрашава здравето или живота на пациента при евентуално погрешно взето решение или действие.

Внедряването и използването им изцяло завършва процеса на получаване на диагностичен образ при минимално облъчване за пациента, осигурява обратна връзка за обучаващия се относно предприетите действия, като по този начин се изгражда по-голяма отговорност и основателна увереност. Чрез тях се ускорява преодоляването на първоначалните трудности при изпълнението на професионалните задължения в съответствие с добрата медицинска практика.

Публикации (разписани в пълен текст с книгопис и резюме) в рецензирани сборници на научни звена или в сборници от проведени научни форуми:

23. Vassileva J., Avramova-Cholakova S.,..., Kostova-Lefterova D., et al. National Survey in Diagnostic Radiology and Diagnostic Reference Levels – Methodology and Recent Update. European Congress of Radiology, Vienna, March 2012, EPOS. 10.1594/ECR2012/C-1582.

The concept of "diagnostic reference levels" (DRLs) was introduced by the International Commission of Radiological Protection (ICRP) as a "form of investigation level, applied to an easily measured quantity, usually the absorbed dose in air, or tissue-equivalent material at the surface of a simple standard phantom or a representative patient". The International Atomic Energy Agency (IAEA) also has issued advice on the use of DRLs in radiology, which refers to as "guidance levels" in the International Basic Safety Standards. The Council of the European Union has adopted the concept of DRLs in the Medical Exposure Directive (MED) 97/43/EURATOM, defining DRLs for diagnostic radiology as "dose levels for typical examinations for groups of standard-sized patients or standard phantoms for broadly defined types of equipment. These levels are expected not to be exceeded for standard procedures when good and normal practice regarding diagnostic and technical performance is applied." The Member States of the EU are obliged to adopt the DRLs into national legislation and regulations concerning radiation protection. Requirements of the MED were adopted into Bulgarian legislation with the Ordinance 30 from June 31 October 2005 for the protection of individuals at medical exposure. Article 29 of this Ordinance demands that the national DRLs to be established by means of national patient dose surveys organized by the National Centre of Radiobiology and Radiation Protection, and also that they to be re-examined in every five years. First national patient dose survey in diagnostic radiology in Bulgaria was performed in the period 2002 - 2004. The survey included most frequently performed plain radiography examinations of chest, lumbar spine, pelvis, head, as well as mammography.

In the period 2007 - 2009 the National Centre of Radiobiology and Radiation Protection (NCRRP) at the Ministry of Health of Republic of Bulgaria performed second and larger national survey of practice in diagnostic and interventional radiology, with the following purposes:

1. To perform representative survey of patient doses in most common X-ray procedures
2. To update the existing national DRLs and to establish new DRLs
3. To estimate the population dose from diagnostic radiology

The paper presents methodology and results of the large scale national survey of patient doses in diagnostic radiology, and newly updated national diagnostic reference doses (DRLs) in Bulgaria.

24. Ingilizova K., **Kostova-Lefterova D.** Assessment of the exposure of the Bulgarian Population from Diagnostic Radiology During 2000/2005, Proceedings of IRPA Regional Congress for Central and Eastern Europe, Brasov, Romania, P:178-182.

Each Member State of the European Union is currently committed to produce national legislation, demonstrating conformity with the European Directive on medical exposures. According to the Directive, each country shall estimate the medical exposure of its population. For this purpose it is necessary to calculate the individual effective dose from each type of diagnostic radiology examination and the frequency of the examinations. The collective effective dose (CED) is disputable indicator for the medical exposures but it is a criterion for the level of the country on the radiation protection of persons undergoing medical exposure.

The individual effective doses from each type of diagnostic radiology examination will depend on the patient's age, sex, weight, the number and type of images, the screening time and also the equipment used. Some mean values can be obtained through surveys of patient dose and compared with the national or European reference doses for 'standard sized' patients.

The purpose of this investigation is to assess the exposure of Bulgarian population undergoing diagnostic radiology examinations during the period 2000/2005 y.

25. Ingilizova K.T., **Kostova-Lefterova D.Z.** Exposure of the Bulgarian Population from Diagnostic Radiology During 2001/2006 y. 2008; 5 P; 10. National Conference on Biomedical Physics and Engineering, Sofia (Bulgaria), 16-18 OCT 2008; INIS-BG—1554.

According to the European Directive, each country has to estimate the medical exposure of its population. For the purpose it is necessary to calculate the individual effective dose from each type of diagnostic radiology examination and the frequency of the examinations. The collective effective dose (CED) is disputable indicator for the medical exposures but it is a criterion for the level of the country in the field of radiation protection of patients undergoing medical exposure. The individual effective doses from each type of diagnostic radiology examination depends on the patient's age, sex, weight, the number and type of images, the screening time and also the equipment used. Some average values can be obtained through surveys of patient dose and compared with the national or European reference doses for 'standard sized' patients.

The purpose of this investigation is to assess the exposure of Bulgarian population from diagnostic radiology examinations.

The diagnostic radiology procedures are distributed in 3 different age groups: 0 – 17 y., 17 – 45 y. and over 45 y. The individual effective doses have been established on the basis of standard tablegrams for the radiographic diagnostic examinations and the results from the national research project “Phare” in 2002. Results: average number of examinations 3848.92×10^3 , frequency in thousands 500, annual effective individual dose 0,89 mSv/y and average annual collective effective dose - 3314,59 man.Sv/y. The dynamics and tendencies of the most frequent examinations and the received dose over the last 5 years are studied and discussed.

26. **Kostova-Lefterova D.**, Hadzhiyska V., Masso Sh., Vasileva. F. Survey of Practice and Dose Optimisation Strategies in Paediatric PET/CT Procedures. Proceedings of XII-th National Medical Physics and Biomedical Engineering Conference – NMPEC, Sofia, Bulgaria, 3- 5 November 2016, 135-144.

The use of new hybrid imaging technologies as PET/CT systems is significantly expanding. The radiation doses delivered to patients undergoing multimodal examinations as PET/CT are relatively low, but repeated procedures may lead to significant cumulative doses. This is of a particular concern for pediatric patients, because of their higher tissue radiosensitivity and longer life expectancy.

The purpose of this survey was to estimate paediatric patient doses from PET-CT procedures and to explore potential for optimisation. Data were retrospectively collected for 123 paediatric patients examined with the system GE Discovery 600 for the period 2014-2016 y. The following parameters were recorded for all PET/CT examinations: indication and type of examination; patient's age, weight, height and gender; tube voltage (kV); tube current (mA); pitch; rotation time; slice width and number of frames; CTDI_{vol}; administered activity. The data for the DLP values was not available.

Whole-body or head examinations with radiopharmaceutical ^{18}F -2-fluoro-2-deoxy-D-glucose (FDG) were performed on all paediatric patients. Large variations in CTDI_{vol}, up to 5, were found within one of the age groups. For head examinations the average CTDI_{vol} varies between 1.8 and 2.2 mGy for the different age groups. The average administered activity for the same type of examination varies between 123 and 187 MBq (the lowest value is observed in age group (5-9 y)). Pure correlation was found between administered activity and patient weight.

The average CTDI_{vol} for whole body PET/CT varies between 1.2 and 3.8 mGy. The average administered activity varies between 90 and 279 MBq. For this type of examination strong correlation was found between administered activity and patient weight for all age groups except (1-4 y). Effective doses have been also estimated. Automatic exposure control was used for all the patients, types of examinations and body regions. A good practice for patient dose registration and records has been observed.

A potential for optimisation process was found. Recommendation for proper selection and registration of the routine protocol and exposure parameters of CT equipment according to patient age and weight was given. Low dose paediatric head CT protocols should be developed. An optimized protocol for appropriate manipulation and administration of the radiopharmaceuticals in the nuclear medicine department according to patient's weight should be implemented and reduction of exposure time.

27. **Kostova-Lefterova D.**, Simeonov F., Ivanova D. Tracking the Effect of Optimisation in a Paediatric Radiology Department. Proceedings of XII-th National Medical Physics and Biomedical Engineering Conference – NMPEC, Sofia, Bulgaria, 3- 5 November 2016, 71-76.

The purpose of this work is to evaluate the effect of optimisation of paediatric chest radiography applied in a paediatric radiology department. Optimised protocols including optimal exposure parameters and radiography technique were developed and recommended in 2011, based on patient size for different age groups. Data were analysed in four age groups: 1–12 months, 1–4, 5–9 and 10–15 y. The first survey performed immediately after the implementation of the optimised protocols showed decrease in KAP values in a factor of between 2 (from 8.06 to 3.65 $\mu\text{Gy.m}^2$) and 5 (from 3.59 to 0.70 $\mu\text{Gy.m}^2$) for different age groups. A new survey implemented 5 years after the utilisation of the optimised protocols showed 100 % utilization of the proposed optimized protocols. Additional decrease in KAP values was found by a factor of between 1.4 (from 0.7 to 0.5 $\mu\text{Gy.m}^2$) and 3.6 (from 5.53 to 1.53 $\mu\text{Gy.m}^2$) for different age groups. Image quality was assessed to be of sufficient diagnostic quality.

The survey demonstrated that the implementation of the proposed optimized protocols and radiography technique in the routine radiography practice lead to sustainable low doses to paediatric patients at good diagnostic quality.

28. Avramova-Cholakova S., **Kostova-Lefterova D.** Pilot Study of Patient Doses from Digital Breast Tomosynthesis in Bulgaria. Proceedings of XII-th National Medical Physics and Biomedical Engineering Conference – NMPEC, Sofia, Bulgaria, 3- 5 November 2016.

The first systems for Digital Breast Tomosynthesis (DBT) were installed in Bulgaria in 2015. This study aims to perform pilot estimation of patient doses from examinations on two DBT systems – GE Senograph Essential and IMS Giotto Tomo.

Incident air kerma (IAK) and mean glandular dose (MGD) were determined applying the method proposed in the Protocol for the Quality Control of the Physical and Technical Aspects of Digital Breast Tomosynthesis Systems (PQCDBT). Patient data for 76 patients on the first system and 92 patients on the second system were

retrospectively collected from the picture archiving and communication systems (PACS) of the hospitals. The total number of exposures considered of both breasts and all projections on the first system was 300, and the respective number on the second system was 259, in both planar and DBT modes of operation. IAK and MGD were also estimated for standard PMMA phantom with thicknesses from 20 to 60 mm.

The mean compressed breast thickness (CBT) for patients' samples for both modes of operation on the first system was 51 mm, mean IAK and MGD per exposure for the planar mode were 6.3 mGy and 1.5 mGy respectively. For the DBT mode these data were 7.5 mGy and 1.8 mGy. For the second system mean CBT, IAK and MGD for planar and DBT modes were, as follows: 62 mm, 3.6 mGy and 1 mGy; 52 mm, 6.5 mGy and 2 mGy.

Patient doses in the planar mode were about 43 % higher on the first system in comparison to the second one, but in the DBT mode MGD was almost equal for both systems, within the uncertainty of the estimations. IAK and MGD were very similar for both modes of operation on the first system and about two times higher in the DBT mode compared to the planar mode on the second system. For both systems MGD for PMMA were below the published in the PQCDBT reference values. Comparison with previous studies for film-screen mammography in the country showed decrease in the dose levels with the introduction of the new digital technology. Our results are similar to published in literature.

29. Дуков Н., Костова-Лефтерова Д., Булиев И., Близнаков Ж., Близнакова К. Сегментация на туморни образувания от томосинтеза на гърда. Научен форум „Иновации и бизнес“, Технически Университет – Варна 2016 г. Сборник от Доклади на Научен Форум „Иновации и Бизнес“, Технически Университет - Варна, 14-15 Октомври 2016 г., стр. 67-70.

Представен е алгоритъм за полуавтоматична сегментация на лезии в изображения от томосинтеза на млечна жлеза. Използваният подход включва откриване на характерни уникални стойности в област от интерес, съдържащи туморно образувание, прилагане на морфологични операции за отстраняване на възможни артефакти и автоматично окрупняване и отделяне на региона на туморното образувание в изображението. Алгоритъмът е успешно приложен върху десет групи от изображения от томосинтеза на млечна жлеза при пациенти.

III.Списък на монографии, научни книги, глави от книги или монографии:

30. Василева Ж., ..., Костова-Лефтерова Д. и др., Национални проучвания на дозите на пациентите в рентгенологията и нуклеарната медицина. НЦРРЗ, 2013.

Настоящият сборник представя в синтезиран вид резултатите от проведените от секция “Радиационна защита при медицинско облъчване” към НЦРРЗ национални проучвания в периода от 2002 до 2013 г. Направен е анализ на тенденциите и състоянието на облъчването на българското население от двата диагностични метода с използване на йонизиращи лъчения – рентгеновата диагностика и нуклеарно-медицинската диагностика. Представени са националните диагностични референтни нива на дозите при рентгенови изследвания и на въведения радиофармацевтик в нуклеарната медицина. Понастоящем медицинската диагностика с йонизиращи лъчения е основният техногенен източник на облъчване, с годишна колективна ефективна доза 3735 man Sv/a и средногодишна индивидуална ефективна доза 0,51 mSv/a.

Изготвил:

Д. Костова-Лефтерова