

ОРИГІНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

В. Мамонтовас,
К. Януліс

Інститут онкології
Вільнюського університету,
Литва

Сучасні тенденції контролю якості діагностичного зображення у відділеннях традиційної рентгенології

Contemporary tendencies of diagnostic image
quality assurance in radiology departments

Цель работы: Изучение современных тенденций в области уменьшения радиационной нагрузки на пациентов, контроля качества рентгенограмм в западных странах и сопоставление их с собственными данными, полученными в Институте онкологии Вильнюсского университета (ИОВУ).

Материалы и методы: Применялись рентгеновские пленки «Kodak» и «AGFA», сенситометр «AGFA-383» и денситометр «AGFA-381». Изучены 252 сенситограммы, при которых изменения индекса чувствительности не превышали 0,2 Ед. оптической плотности. Получены данные процентной части рентгенограмм, при проявке которых бывали единичные и частые превышения границ толерантности. Установлена частота повторения рентгенограмм в процентах. С использованием фантома Rex, лучевая поглощаемость которого соответствует человеческому телу среднего телосложения, и дозиметра PTW-Conny сделано 250 дозиметрических измерений доз пациентов, определена часть экспозиционной дозы, используемой для формирования рентгеновского изображения, и радиационная нагрузка на пациентов при разном анодном напряжении. Полученные результаты сравнивались с аналогичными данными западных авторов.

Результаты: По собственным данным ИОВУ, при анодном напряжении 125 кВ, для формирования изображения рентгенограмм используется 14 % экспозиционной дозы, при 90 кВ — 8,2 %, а при 70 кВ — 3,6 %. За счет постоянного контроля качества рентгенограмм часть с повышенной вуалью снизилась с 22 до 13 %; часть рентгенограмм, выявленных при изменении индекса чувствительности без превышения границ толерантности (т.е. $\leq 0,2$ единиц оптической плотности), выросла с 36 до 65 %. Уменьшилось число случаев превышения границ толерантности и число методических ошибок.

Выводы: Применение повышенного до рекомендуемых норм анодного напряжения позволяет уменьшить радиационную нагрузку пациентов до 2,5 раза. Постоянный контроль качества рентгенограмм, использование пленок и экранов с преимущественной чувствительностью к зеленой части цветового спектра позволяет значительно уменьшить радиационную нагрузку на пациентов, что подтверждает и опыт зарубежных авторов.

Ключевые слова: качество изображения, контроль качества рентгенограмм.

Objective: To study modern tendencies in the area of reduction of patient radiation load and image quality assurance in the western countries as well as to compare them with the original findings obtained at Oncology Institute of Vilnius University.

Material and Methods: X-ray films Kodak, AGFA, sensitometer AGFA-383 and densitometer AGFA-381 were used. In 252 studied densitograms the changes in sensitivity index did not exceed 0.2 units of optic density. The percentage of the images with increased tolerance limits was established. The frequency of repeated x-ray studies was determined. Using Rex phantom with radiation absorption similar to human body and PTW-Conny dosimeter, 250 dosimetry measurements of patient doses were performed. The portion of the exposure dose used for forming x-ray images and radiation load of the patients at various anode voltage were determined. The obtained findings were compared with the data of different authors.

Results: According to Oncology Institute of Vilnius University, 14% of expose dose at anode voltage of 125 kV was used to create the images, at 90 kV - 8.2%, at 70 kV - 3.6%. Owing to constant control of the image quality, the number of films with increased veil reduced from 22 to 13%, the number of films revealed at changes of sensitivity index not exceeding tolerance limits (i.e. ≤ 0.2 units of optic density) increased from 36 to 65%. The number of cases of exceeding tolerance limits as well as methodological errors decreased.

Conclusion: The use of increased to the recommended norms anode voltage allows to reduce 2.5 times radiation load of the patients. Constant control of the image quality, the use of films and screens sensitive to green light allows to reduce radiation load of the patients, which is confirmed by the experience of foreign specialists.

Key words: image quality, image quality assurance.

У цій статті ми зробили огляд сучасних тенденцій контролювання якості рентгенограм у деяких західних країнах, зіставивши їх з аналогічними даними в Литві. Ми також наводимо результати експериментальних досліджень, що стосуються повторюваності рентгенограм, використання різного кіловольтажу та експозицій, а також комплексу фільм-касета зеленого спектра.

Ми опрацювали дані зарубіжної літератури щодо проблем контролю якості радіологічного зображення, а також отримали власні дані Інституту онкології як результат застосування сенситоденситометра «Densinorm», фантома «Rex», сенситометра «AGFA-383», денситометра «AGFA-381», дозиметра «PTW-Conny» та рентгенівських плівок «AGFA» та «Kodak».

Метою нашої роботи є вивчення сучасних тенденцій у галузі зменшення радіаційного навантаження на пацієнтів, контролю якості рентгенограм у західних країнах та зіставлення їх із власними даними, отриманими в Інституті онкології Вільнюського університету (ІОВУ).

Методика дослідження

Застосовувалися рентгенівські плівки «Kodak» та «AGFA», сенситометр «AGFA-383» і денситометр «AGFA-381». Нами вивчено 252 сенситограми зі змінами індексу чутливості не більше 0,2 од. оптичної густини (ООГ). Ми встановили відсоток рентгенограм із поодиноким та частим перевищенням допустимих меж розрізнення, а також відсоток повторення рентгенограм. Із застосуванням фантома «Rex» (променево поглинання якого відповідає такому у тіла людини середньої конституції) і дозиметра «PTW-Compu» зроблено 250 дозиметричних вимірювань доз пацієнтів, визначена частина експозиційної дози, використаної для формування ікс-променевого зображення й відповідне навантаження на пацієнтів при різній анодній напрузі. Отримані дані порівнювали з результатами аналогічних вимірювань західних авторів.

Результати та їх обговорення

Повторюваність рентгенограм

Persliden (Швеція, 1997) зазначає, що повторюваність рентгенограм є сумарним показником якості роботи радіологічного відділення. Деякі рентгенограми через недостатню діагностичну інформативність вимагають повторення внаслідок різних причин. Цей показник не завжди точно відбиває реальну ситуацію, оскільки пов'язаний із суб'єктивним ставлен-

ням до нього лаборантів, які не вірять, що такі дані не будуть трактуватися як їх недолік (табл. 1). Тому багато авторів наводять приблизні дані щодо повторюваності рентгенограм.

У літературі зазначається, що в дослідженнях, проведених у США, було отримано 5,9 % повторюваності, в Англії, Японії — 5–15 %. Показник повторюваності менше 5 % свідчить про недостатню якість рентгенограм, а понад 5 % — про технічні помилки лаборантів або надто строге оцінювання рентгенограм з боку лікарів-рентгенологів [1].

Контроль проявлення рентгенограм

Хемікати для проявлення в автоматичних процесорах найефективніші тоді, коли за день проявляють відносно велику кількість рентгенограм. І навпаки — більше дефектів проявлення визначають в тих радіологічних відділеннях, де виконують мало рентгенограм.

Зіставлення показників рентгенограм (сенситограм), отриманих у 1990–1997 рр. в деяких рентгенологічних відділеннях лікарень у Німеччині, показало, що зміна індексу чутливості понад $\pm 0,2$ ООГ знизилася з 57 до 32 %. Незначне поліпшення виявлено в тих відділеннях, де виконували меншу кількість рентгенограм. У табл. 2 наведені дані дослідження Н. Stender та результати, отримані в ІОВУ.

Чутливість комплексу плівка-екран: наскільки її можна збільшувати?

Таблиця 1 — Повторюваність рентгенограм за даними різних досліджень
Table 1 - The number of repeated x-ray images according to different authors

| Дослідження, автор (країна) | Причина погіршення якості рентгенограм, % | | | | | | | | Повторюваність рентгенограм, % |
|-----------------------------|---|--------------|--------------------------------------|------------------------|----------------------|----------------------------|---------------------------------|-------|--------------------------------|
| | надто темні | надто світлі | неправильне положення досліджуваного | неправильна експозиція | динамічна нерізкість | неякісне проявлення плівки | дефекти ікс-променевого апарата | різні | |
| Linkopping (Швеція, 1995) | | | 32 | 21 | 4 | 4 | 6 | 33 | 8,5 |
| NAL (Швеція, 1991) | | | 44 | 13 | 9 | 13 | 3 | 18 | 8,8 |
| Gallini et al. (Італія) | 20,7 | 25,1 | | 24,9 | 12,6 | 6,5 | | 6,0 | 7,3 |
| Rogers et al. (Англія) | 14,4 | 33,1 | | 36,3 | 6,0 | < 1,0 | 1,4 | 8,5 | 10,5 |
| Carmikal | | | 50 | 20 | 9 | 5,7 | 7 | | 15 |
| VUOI (Литва, Вільнюс, 2002) | | | 42 | 14 | 4 | 8 | 3 | 7 | 14,6 |

Рекомендації Комісії ЄС передбачають якнайменше опромінення пацієнта, тому слід використовувати екрани з якнайбільшою чутливістю. Така тенденція спостерігається в Ганноверському дослідженні (табл. 3).

Анодна напруга ікс-променевої трубки

Відомо, що рентгенограми кращої якості одержують при меншому розсіянні ікс-випромінювання, тобто меншому кіловольтажі. Втім, при застосуванні порівняно малої напруги значно зменшується частина вхідної дози, використовуваної для формування ікс-променевого зображення. В такому разі збільшують тривалість експозиції, що підвищує ступінь опромінення пацієнтів. У зв'язку з цим спостерігається тенденція застосовувати максимальну рекомендовану напругу [2–4].

Експериментальні радіометричні дані з фантомами, отримані в ІОВУ, показали, що при режимах грудної клітки із використанням анодної напруги 125 кВ для формування зображення застосовують 14 відсотків усієї вхідної дози, при 90 кВ — 8,2 %, а при 70 кВ — лише 3,6 %. Це означає, що при опромінюванні пацієнтів із застосуванням напруги 125 кВ і більше дози радіації для пацієнтів зменшуються в 2–4 рази [4].

Підсилювальні екрани: синього чи зеленого спектра?

«Зелені» підсилювальні екрани, чутливіші до світла й ікс-проміння, в Литві досі ще застосовуються недостатньо. «Зелені» екрани використовують при мамографічних дослідженнях і в деяких відділеннях радіології для досліджень інших органів.

З метою зменшення радіаційного навантаження слід застосовувати чутливіші зелені екрани, що добре ілюструють характеристики опромінення на знімках залежно від анодного кіловольтажу.

Характеристики залежності показують [3], що застосування «зелених» плівок та екранів гадолінію ($Gd_2O_2: Tb$) (зелений спектр) по відношенню до «синіх» екранів кальцію вольфрамату ($CaWO_2$) дозволяє зменшити опромінювання пацієнтів майже в 2,5 рази.

Починаючи зі 100 кВ і вище, екрани гадолінію дають можливість зменшити радіаційне опромінення по відношенню до «синіх» екранів із оксиду лантану ($LaO_2: Tb$). Це переважно залежить від показників кольорової (фотонної) емісії — 19 % $Td_2O_2S: Tb$ і тільки 4 % $CaWO_4$ екранів.

Таблиця 2 — Зрушення окремих якісних показників у радіологічних відділеннях
Table 2 - Shifts in some parameters of quality in radiology departments

| Зміна показника | Ганновер | | Вільнюс (ІОВУ) | |
|---|----------|---------|----------------|---------|
| | 1990 р. | 1997 р. | 1998 р. | 2000 р. |
| Вуаль > 0,25 ООГ | 30 | 14 | 22 | 13 |
| Зміна індексу чутливості плівки $\leq \pm 0,2$ ООГ | 43 | 68 | 36 | 65 |
| Одиничні перевищення меж толерантності | 36 | 19 | 44 | 25 |
| Часті перевищення меж толерантності | 21 | 13 | 43 | 14 |
| Методичні помилки при контролі вимірювання якісних показників | 20 | 18 | 26 | 21 |

Таблиця 3 — Частина радіологічних досліджень із дотриманням рекомендованої чутливості комплексу знімок — екран
Table 3 - The number of radiological studies with recommended sensitivity of film-screen complex

| Досліджуваний орган | S | 1989 р., % | 1997 р., % |
|--|------------|------------|------------|
| Грудна клітка (передня проекція) | ≥ 200 | 64 | 99 |
| Нижня частина хребта (передня проекція) | ≥ 400 | 31 | 95 |
| Таз | ≥ 400 | 26 | 83 |
| Сечовивідні органи (внутрішні урограми в положенні хворого лежачи) | ≥ 400 | 32 | 92 |
| Шлунок (у положенні пацієнта стоячи) | ≥ 400 | 56 | 94 |
| Товста кишка (іригограми) | ≥ 400 | 32 | 97 |

Таблиця 4 — Частина досліджень із використанням рекомендованої напруги
 Table 4 - The number of studies with the use of recommended voltage

| Досліджуваний орган | Радіологічні відділення в Німеччині | | |
|---|-------------------------------------|------------|------------|
| | Стандарт, кВ | 1989 р., % | 1997 р., % |
| Грудна клітка (передня проекція) | ≥ 100 | 93 | 100 |
| Хребет (поперековий відділ, передня проекція) | ≥ 70/90 | 34 | 91 |
| Таз | ≥ 75 | 39 | 85 |
| Екскреційна урографія | ≥ 75 | 31 | 89 |
| Шлунок (у положенні пацієнта стоячи) | ≥ 90 | 82 | 94 |
| Товста кишка (іриграфи) | ≥ 90 | 68 | 93 |

ВИСНОВКИ

1. Повторюваність рентгенограм — важливий сумарний якісний показник радіологічного відділення, який у західних країнах варіює від 5 до 15 %. Показники понад 15 % свідчать про технічні проблеми при обробці плівок.

2. Найчастіше причина збільшення радіаційного навантаження на пацієнтів через недостатню якість зображення полягає в малому кіловольтажі впродовж експозиції. Збільшення кіловольтажу з 90 до 125 кВ (при радіографії грудної клітки) дозволяє зменшити радіаційне навантаження на пацієнтів у 2,5 рази.

3. Для зменшення опромінення пацієнтів доцільно застосовувати підсилювальні екрани зеленого спектра. При застосуванні Gd_2O_3 : Tб

(гадолінію) радіаційне навантаження зменшується в 2–2,5 рази порівняно з екранами синього кольору кальцію вольфрамату $CaWO_4$ та на 20–30 % порівняно з лантановим оксидом ($LaO_{0.5}B_5$: Tб) при кіловольтажі > 100 кВ.

Література

1. Hiardemaal O. Rational use of radiological imaging techniques / Training Course on Dosimetry and Dose Reduction. — Trakai, 1997.
2. Gray J.E. et al. Quality control in diagnostic imaging. — Baltimore, 1992. — P. 184–197.
3. Stender H.-St., Stive F. Bildqualitaet in der radiologischen diagnostik. — Koeln, 2000. — S. 58–73.
4. Janulis K. Rentgenodiagnostinio vaizdo kokybes kontrole. — Vilnius, 2000. — P. 52–80.

Надходження до редакції 05.02.2004.

Прийнято до друку 05.02.2004.

Адреса для листування:
 Віктор Мамонтовас,
 вул. Антакальньо, 90, кв. 26, Вільнюс, 20401, Литва