

ОГЛЯДИ ЛІТЕРАТУРИ

УДК 616-073.756.8:681.3:613.648

Гарматіна О.Ю.^{1,2},
Ткаченко М.М.¹,
Робак О.П.²

КОМП'ЮТЕРНА ТОМОГРАФІЯ: РИЗИК ОПРОМІНЕННЯ І ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ В КЛІНІЦІ

¹ Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ, Україна

² ДУ "Інститут нейрохірургії імені акад. А.П. Ромоданова" НАМН України, Київ, Україна

Резюме: Комп'ютерна томографія (КТ) один з найпоширеніших методів променевої діагностики, що широко застосовується в медицині, в зв'язку з чим її використання безумовно супроводжується радіаційним опроміненням. Слід визнати, що впровадження КТ-методу в клінічну практику, як скринінгового, призводить до збільшення кількості досліджень та підвищення доз опромінення при медичному обстеженні. В статті розглядаються питання про ризик і дози опромінення та шляхи їх зниження при КТ-обстеженнях.

Ключові слова: комп'ютерна томографія, рентгенівське випромінювання, доза опромінення, ризик опромінення.

Останні десятиріччя характеризуються стрімкими темпами розвитку медичної апаратури. Переваги радіологічної візуалізації фундаментально змінили діагностичну оцінку багатьох захворювань. Кількість обстежень із застосуванням різних методів променевої діагностики, зокрема за рахунок комп'ютерної томографії, значно збільшилась. Починаючи з моменту появи першого комерційного КТ-сканеру (1972), КТ стала основним джерелом іонізуючого випромінювання [8]. Так, за даними Міжнародного агентства ООН з атомної енергії (МАГАТЕ), в період 1991–1996 р.р. частка КТ-досліджень в рентгенодіагностиці склала 0,4–6%. Іонізуюче випромінювання, яке застосовується з діагностичною метою, є складовою частиною колективної (популяційної) дози опромінення населення. Внесок КТ в цей показник в середньому складає 34% [6, 28]. Кожний рік в США виконують близько 62 млн КТ-досліджень, що складає 50–70% від всього медичного радіаційного опромінення. КТ займає друге місце після природного фону опромінення населення [10, 15]. У Великобританії, за даними Королівського Коледжу Радіологів Об'єднаного Королівства, КТ розглядається як єдине джерело, яке робить істотний внесок в колективну дозу від рентгенівського опромінення при медичному обстеженні [23, 30].

КТ отримала широку популярність як високоінформативний метод діагностичної медичної візуалізації. Традиційно саме лікар вирішує питання про необхідність КТ-діагностики, але сьогодні будь-який пацієнт може пройти цю процедуру без консультації фахівця. Зростання кількості КТ-обстежень обумовлено доступністю технології, швидкістю проведення процедури, високою діагностичною точністю, можливістю неінвазивної візуалізації і проведенням диференційної діагностики.

Добре відомо, що КТ є діагностичною процедурою, яка супроводжується використанням відносно високих доз радіації [7, 22, 27]. Незважаючи на розробку методів з відсутністю променевого навантаження (ультразвукова діагностика (УЗД), магніто-резонансна томографія (МРТ)), КТ залишається однією з найінформативніших процедур діагностичної радіології. При цьому МРТ не завжди може замінити КТ. В світі щорічно проводиться більше 100 млн КТ-досліджень. Збільшення кількості використання КТ в США стало наслідком широкого розповсюдження скринінгових процедур. Крім того, компанії, які розробляють апаратуру, базуються на концепції сканування всього тіла. Збільшення променевого навантаження на населення підіймає ряд питань, які сприяють вдосконален-

венційних процедур, пошкодження шкіри, природжені вади розвитку при внутрішньоутробному опроміненні. Проте, застосування встановлених доз опромінення при різних методиках медичної візуалізації, включаючи більшість процедур КТ, не повинно викликати такі наслідки [26].

Дози при рентгенологічних дослідженнях. В таблиці 1 наведені найбільш поширені дози при стандартних діагностичних рентгеновських обстеженнях, які варіюють в залежності від обраної методики, та їх співставлення з природним фоном.

Заходи, направлені на зменшення променевого навантаження при КТ-дослідженні:

- чітке обґрунтування необхідності застосування даного методу обстеження у кожному конкретному випадку;
- заміна КТ альтернативними радіаційно безпечними методами (УЗД та МРТ), які в деяких випадках більш інформативні ніж КТ. Так, МРТ візуалізація не завжди може замінити КТ, але надає більшу інформацію при обстеженні голови, ший, хребта. Також, МРТ може використовуватися при дослідженні захворювань печінки [25]. Застосування КТ в гінекології необхідно обмежувати, оскільки яєчники відносяться до радіочутливої тканини. УЗД широко застосовується в педіатрії для дослідження патології головного мозку (нейросонографія) і кульшового суглобу, а також при діагностиці апендициту [16].
- зміна протоколу сканування для кожного конкретного випадку. Для цього необхідно обрати параметри опромінення (особливо для дітей): врахувати індивідуальні показники (вага, вік, стать); зменшити до мінімальної зони область тіла, яку сканують; забезпечити корекцію технічних параметрів КТ-процедури, застосовувати протоколи з низькими дозами при скануванні органів і при КТ-ангіографічних дослідженнях [7]. З метою виключення рухливих артефактів (при наявності яких потрібна повторна процедура КТ-сканування) рекомендується проводити медикаментозну премедикацію пацієнтів (для дітей і неспокійних хворих). Бар'єр на КТ-зображенні створює артефакти, які складно інтерпретувати. Тому, КТ органів черевної порожнини рекомендується проводити не раніше ніж через 2 тижні після іригоскопії;
- використання найнижчої дози радіації, необхідної для отримання діагностичного

зображення, оскільки для встановлення правильного діагнозу не завжди потрібне зображення з високою якістю (отримання останнього вимагає найбільшого випромінювання) [3];

- необхідно мінімізувати кількість КТ-оглядів при застосуванні контрастних методик, оскільки ці дослідження проводяться протягом різних фаз накопичення контрастної речовини (КР) (багатофазні дослідження — до введення КР, в період його накопичення і після елімінації). Багатофазні огляди не завжди потрібні, особливо при обстеженні тіла (органів грудної і черевної порожнини), і можуть призвести до значного необґрунтованого підвищення поглинутої дози;
- захист радіочутливих тканин при КТ-обстеженні, зокрема статевих органів при дослідженні органів малого таза і молочних залоз при дослідженні органів грудної порожнини. Захисту також потребують органи зору і щитоподібна залоза [11].
- зменшити кількість КТ-досліджень взагалі. В даному випадку переваги набуває цінність отриманої при КТ діагностичної інформації, а також, запобігання проведення необґрунтованих КТ-досліджень (повторення і дублювання обстежень, які виконувались раніше).

Дуже швидко КТ почали застосовувати в педіатричній практиці, в якій дози при виконанні одного дослідження варіюють від 5 мЗв до 60 мЗв. Для зниження дози опромінення дітей і підлітків Національним Інститутом Раку, Товариством Дитячої Радіології і FDA були розроблені відповідні рекомендації — Radiation Risks and Pediatric Computed Tomography: A Guide for Health Care Providers, Reducing Radiation Risk from Computed Tomography for Pediatric and Small Adult Patients [21, 29].

Обстеження всього тіла як скринінгової процедури знаходиться у стадії дискусії. Воно включає одночасне сканування грудної порожнини, черевної порожнини і таза. Хоча доза опромінення мозку при отриманні одного зображення (скана) відносно низька, обстеження голови не включено до повного сканування тіла. Виявлення захворювань серця і пухлин при цій процедурі є важливим аргументом на користь скринінгового методу. Рання діагностика забезпечує більш ефективне лікування і кращі прогнози для пацієнта. Променеве навантаження і вартість обстеження — основні моменти даного питання. Поза сумнівом, сканування всього тіла — коштовна процедура

середне промене в навантаження при рентгенологічних дослідженнях

Діагностичне дослідження	Доза (мЗв)	Еквівалент по відношенню до рентгєнського дослідження грудної порожнини	Термін часу для еквівалентної ефективної дози від природного радіаційного фону *
Кінцівка та суглоби	<0.01	<0.5	<1.5 доби
Грудна порожнина (пряма проекція)	0.02	1	3 доби
Голова	0.06-2.0	3	9 дїб
Грудний вїдїлн хребта	0.7-1.4	35	4 місяця
Поперековий вїдїлн хребта	1-1.8	50	5 місяців
Стєрно	0.4-0.8	20	2 місяця
Таз	0.7	35	4 місяця
Черевна порожнина	0.7-1.2	35	4 місяця
Внутрішньовєнна урографїя	2.4-2.5	120	14 місяців
Кованна бари	1.5	75	8 місяців
Гастроскопїя	3	150	16 місяців
Іригоскопїя	7.2	360	3.2 роки
Мамограма	0.13-0.7		
КТ голови	2	100	10 місяців
КТ грудної порожнини	20-40	400	3.6 роки
КТ черевної порожнини та таза	10	500	4.5 роки
Антіопластика	7.5 - 57.0		
Коронарографїя	4.6 - 15.8		

* Грунтується на припущенні, що в СІА середня "ефективна доза" від природного радіаційного фону складає 3 мЗв на рік.

НАУКОВИЙ БІСНІС НАЦІОНАЛЬНОГО МЕДИЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ О.О. БОГОМОЛЦЯ

мають системи для зменшення дози опромінення рентгеночутливих зон, наприклад, молочних залоз. Рентгенівські трубки відключають на фазі оберту при максимальному прямому випромінюванні на цю частину тіла, що зменшує променеве навантаження майже на 40%. Рентгенозахисний екран блокує зайве опромінення ділянок тіла, розташованих вище і нижче зони сканування, що дозволяє знизити променеве навантаження ще на 25%. В цьому випадку пацієнт одержує мінімальну дозу опромінення, яке достатнє для отримання якісного діагностичного зображення. Зниженню променевого навантаження також сприяє застосування пакету програм, який аналізує анатомічне зображення по окремих зрізах в масштабі реального часу з відповідною адаптацією дози рентгенівського випромінювання без втрати якості зображення [12].

Різні організації, такі як Міжнародне Атомне енергетичне Агентство (International Atomic Energy Agency), Всесвітня організація охорони здоров'я (World Health Organization), Міжнародна Комісія з радіологічного захисту (International Commission on radiological Protection) забезпечують керівництво і складають рекомендації з питань радіаційного захисту. Крім цього, в світі

існують асоціації (зокрема, в США функціонує Американська Асоціація фізиків в області медицини (AAPM)), які займаються контролем якості медичних послуг для пацієнтів. Вони приймають участь в забезпеченні якості і безпеки КТ-сканування у вигляді розроблення стандартів КТ-доз при різних КТ-процедурах і нових технічних розробок, які здатні автоматично налаштовувати рівень рентгенівського випромінювання відповідно до особливостей кожного пацієнта [1].

Таким чином, КТ — це діагностична процедура, яка впевнено зайняла своє місце в медичній радіології, але променеве навантаження на пацієнта є суттєвим недоліком цього методу візуалізації, що пов'язано з принципами отримання КТ-зображення. Тому необхідно вдосконалювати заходи для зниження дії іонізуючого випромінювання. В першу чергу, основні шляхи зниження променевого навантаження при КТ-діагностиці будуть спрямовані на забезпечення достовірної і повної інформації про метод дослідження та дози опромінення. Захист радіочутливих тканин, оптимізація параметрів сканування, а також створення нових типів систем КТ-сканерів забезпечать зниження отриманої пацієнтом дози при цьому сучасному методі променевої діагностики.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ: РИСК ОБЛУЧЕНИЯ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В КЛИНИКЕ

Гарматина О.Ю.^{1,2}, Ткаченко М.Н.¹, Робак О.П.²

¹ Національний медичний університет імені А.А. Богомольця, Київ, Україна

² ГП "Інститут нейрохірургії імені акад. А.П. Ромоданова" НАМН України, Київ

Резюме: Компьютерная томография — один из наиболее распространенных методов лучевой диагностики, который широко применяется в медицине, в связи с чем его применение безусловно сопровождается радиационным облучением. Следует признать, что внедрение КТ-метода в клиническую практику как скринингового, приводит к увеличению количества исследований и повышению доз облучения при медицинском обследовании. В статье обсуждаются вопросы о риске и дозах облучения, пути их снижения при КТ-обследованиях.

Ключевые слова: компьютерная томография, рентгеновское излучение, доза облучения, риск облучения.

COMPUTED TOMOGRAPHY: RADIATION EXPOSURE RISK AND FEATURES OF CLINIC APPLICATION

Harmatina O.Yu.^{1,2}, Tkachenko M.N.¹, Robak O.P.²

O.O. Bohomolets National Medical University, Kiev, Ukraine

The State institution "Institution of neurosurgery" named after acad. A.P. Romodanov of AMS of Ukraine, Kiev

Summary: Computed tomography is a popular diagnostic tool in medicine. The widespread use of CT involves considerable radiation exposure to scan subjects. It should be recognized that the introduction of CT in clinical practice as a screening leads to an increase in research and awareness of radiation doses during medical examinations. The risks and exposure doses in CT examinations are discussed, as well as ways to reduce them.

Key words: computed tomography, X-ray radiation, radiation dose, radiation exposure risk.

Список літератури (30 джерел) в редакції.