

оцінювати об'єм і ехоструктуру шийки матки, можливе проростання новоутвору в суміжні органи, а також дослідити стан регіонарних лімфовузлів. Утім щодо діагностики параметральних інфільтратів можливості УЗД у В-режимі дещо обмежені. Ультразвукова ангіографія в режимах ЕДК та КДК дозволяє оцінювати ступінь васкуляризації пухлини шийки матки в цілому та окремих її зон з диференціально-діагностичною метою. Доповнене методиками доплерівського картування УЗД може бути використане як уточнюючий метод діагностики та оцінки ефективності запровадженого лікування у хворих на РШМ протягом ППТ, а також для подальшого моніторингу з метою вчасного виявлення первинної невиліковності або рецидиву захворювання. Зміни структури та об'єму пухлини, а також її гемодинаміку можна побачити на рисунках 1, 2.

Отримані нами дані щодо динаміки зменшення об'єму пухлини протягом лікування свідчать про необхідність подальших досліджень у цьому напрямку з використанням сучасних діагностичних технологій з метою індивідуалізації оптимального співвідношення компонентів поєднаної ПТ у хворих з поширеними формами раку шийки матки.

Отже, використання комплексного УЗД із застосуванням режимів КДК та ЕДК на різних етапах ППТ дозволяє об'єктивно оцінити відповідь пухлини шийки матки на проведені лікування. Динамічна оцінка ступеня резорбції пухлини протягом ППТ є важливим елементом алгоритму вибору оптимального співвідношення дистанційної та контактної променевої терапії у хворих на поширені форми раку шийки матки. Збереження патологічної васкуляризації, за даними ультразвукової ангіографії під час та після ППТ можуть бути підставою для своєчасної корекції лікування.

Література

1. Ашрафян Л. А., Антонова И. Б., Алешикова О. И. и др. // *Сибир. онкол. журн.* – 2008. – № 5. – С. 16–22.
2. Haie-Meder Ch., Potter R., Van Limbergen E. et al. // *Radiother. and Oncol.* – 2005. – Vol. 74. – P. 235–245.
3. Абдуллаев Р. Я., Поздняков С. А. // *УРЖ.* – 2010. – Т. XVIII, вип. 2. – С. 151–153.
4. Исамухамедова М. А., Атаева С. Х., Фазылова С. А. // *Ультразвук. и функцион. диагност.* – 2009. – № 5. – С. 79–83.
5. Дубиле П. М. Атлас по ультразвуковой диагностике в акушерстве и гинекологии: пер. с англ. / Под общ. ред. В. Е. Гажоновой. – М.: МЕДпресс-информ, 2007. – 328 с.
6. van de Bunt L., Uulke A. van der Heide, Ketelaars M. et al. // *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* – 2006. – Vol. 64. – P. 189–192.

Ю. Я. Федулєнкова, О. А. Датченко

Медичний діагностичний центр
«Експерт-Харків», Харків

Комплексне використання КТ та УЗД у діагностиці вторинного ураження печінки

Complex application of CT and ultrasonography in diagnosis of secondary liver lesions

Summary. Efficacy of complex application of CT and ultrasonography in diagnosis of secondary liver lesions was assessed. It was established that only complex application of computed tomography with contrast enhancement and ultrasonography can give complete information for diagnosis of secondary liver lesions. Diagnostic value of CT without

contrast enhancement is very low while radiation load to the patients is unreasonably high.

Key words: computed tomography, ultrasound investigations, secondary liver lesions.

Резюме. Цель работы — оценить эффективность комплексного применения КТ и УЗИ в диагностике вторичного поражения печени. Установлено, что только комплексное применение компьютерной томографии с контрастным усилением и ультразвукового метода дает наиболее полную информацию в диагностике вторичного поражения печени. Диагностическая ценность КТ без контрастирования очень низка, при этом неоправдано велика лучевая нагрузка на пациентов.

Ключевые слова: компьютерная томография, ультразвуковые исследования, вторичное поражение печени.

Ключові слова: комп'ютерна томографія, ультразвукові дослідження, вторинне ураження печінки.

Своєчасна і точна діагностика осередкових уражень печінки вважається однією з найактуальніших проблем в онкології. В Україні щороку реєструються тисячі випадків печінкових метастазів із пухлин різних органів [1, 2]. Середня тривалість життя збільшується з кожним роком і разом зростає ймовірність виникнення раку, його раннє виявлення та ефективне лікування привели до збільшення виживаності таких хворих, тому виникнення вторинного раку невинно зростає [3, 4]. Наразі найбільш актуальною проблемою є вторинні пухлини печінки. Також важливою є диференціальна діагностика її доброякісних та злоякісних осередкових уражень.

У проблемі своєчасної діагностики осередкових уражень дуже гостро постає питання комплексної променевої діагностики цього стану [5, 6]. Важливим є не тільки висока інформативність і безпечність методу, але й економічна доступність та максимальна зручність проведення дослідження для пацієнта [7].

Нині в променевій діагностиці використовується п'ять найважливіших способів зображення тканин, органів і внутрішніх середовищ тіла людини: традиційний рентгєнівський; комп'ютерна томографія; ультразвуковий; радіонуклідний; магнітнорезонансний; але жоден з них на сучасному етапі не може дати вичерпної діагностичної інформації.

У клінічній практиці досить часто зустрічаються випадки обмежених можливостей УЗД та КТ у виявленні та диференціюванні локальних уражень печінки, що пов'язано з існуванням ізоехогенних або ізоденсивних осередків. Такі осередки за їх фактичної наявності можуть не виявлятися при УЗД або КТ, що створює діагностичні проблеми та призводить до неправильної тактики лікування хворих [8–10]. До того ж за допомогою тільки одного променевого методу дослідження дуже важко диференціювати доброякісні та злоякісні новоутвори. Отже, проблема комплексної поглибленої УЗ та КТ-діагностики осередкових уражень печінки є актуальною.

Клінічно та за допомогою УЗД та КТ нами було обстежено 107 хворих з осередковими ураженнями печінки; КТ-дослідження проводилося з контрастним підсиленням та без нього. Пацієнти за виявленням осередкових уражень за допомогою КТ та УЗД розподілялись таким чином: у 53 осередки були виявлені і при УЗД і при КТ-дослідженні з контрастним підсиленням та без нього, у 35 пацієнтів — тільки при КТ з контрастним підсиленням, а при УЗД та КТ без контрасту не виявлялися, як і в 19 при КТ без контрастування та з контрастуванням, а УЗД показало чітку картину осередкового ураження.

Серед обстежених за допомогою УЗД та КТ з контрастуванням та без нього було 50 чоловіків та 57 жінок, віком

21–75 років. Ультразвукові дослідження виконували на апараті експертного класу Xario «Toshiba» (Японія), комп'ютерну томографію — на 16-зрізовому томографі Aquilion 16 «Toshiba» на базі «МДЦ Експерт-Харків».

Всім 107 хворим було проведено КТ й УЗД черевної порожнини, останнє — мультичастотним датчиком за стандартними зрізами з використанням кольорового, енергетичного та імпульсного доплера. Враховували положення, розміри, контури, ехоструктуру, ехогенність, взаємовідношення внутрішніх структур, розташування магістральних судин, стан регіонарних лімфатичних вузлів. При КТ-дослідженнях враховували положення, розміри, контури, структуру, щільність тканини, взаємовідношення органів, стан регіонарних лімфатичних вузлів.

При болюсному контрастуванні пацієнтам в ліктьову вену за допомогою шприця-інжектора з встановленою швидкістю та часом подачі речовини вводили йодовмісний контрастний препарат «Омніпак-350», потім проводили сканування відповідно до фаз контрастування: артеріальної — через 20–30 с (візуалізуються артерії), венозної — через 40–60 с (візуалізуються контрастовані вени), паренхіматозної — через 180 с після початку введення препарату (виведення контрастної речовини нирками).

При детальному аналізі даних, отриманих після клінічного, морфологічного, КТ та УЗ-досліджень, нами було встановлено метастази в печінку у 20 (18,7%) хворих на рак грудної залози, у 21 (19,6%) — на рак товстої кишки, у 11 хворих (10,4%) — на рак підшлункової залози, 7 (6,5%) — на рак легенів, 20 (18,7%) хворих був встановлений рак яєчників, у 13 (12,1%) — рак шийки матки, у 10 пацієнтів (9,3%) — рак шлунка, у 3 (2,8%) пацієнтів — гепатоцелюлярний рак, у 2 (1,9%) пацієнтів джерело метастазування не встановлене.

Нами також було порівняно, з якої первинної пухлини метастази у печінку частіше є ізоехогенними та ізоденсив-

ними. Зв'язок між первинною пухлиною та їх сонографічною та КТ-картиною наведено у таблиці 1.

Із наведеної таблиці можна побачити, що метастази раку яєчників були виявлені в усіх випадках і при УЗД, і при КТ, метастази із ПНО при КТ не виявлялися, а були встановлені тільки при УЗД, метастази раку грудної залози в третині випадків виявлені обома методами, також діагностовано по 5 випадків ізоехогенних та ізоденсивних осередків. Метастази раку товстої кишки, легенів та підшлункової залози у 90% спостережень були ізоехогенними, а раку шийки матки — ізоденсивними. Метастази раку шлунка розподілилися однаково (5 випадків ізоехогенних та 5 ізоденсивних), а метастази з ГЦРП у 2/3 випадків були ізоехогенними, решта — ізоденсивними.

Паралельно нами було проведено зіставлення ультразвукової та КТ-картини метастазів із локалізацією первинної пухлини. Ехогенність метастазів залежить від клітинної будови, ступеня проростання тканини, наявності або відсутності некрозу, фіброзу та наявності кровоносних судин у пухлині.

Було виділено 7 ехографічних типів метастазів у печінку: гіпоехогенні; гіперехогенні; за типом мішені; за типом бичачого ока; дифузні; кістоподібні; гіпоехогенні з гіперехогенним кільцем.

При КТ-дослідженні метастази були двох типів: гіподенсивні та гіперденсивні, серед яких у 97 пацієнтів (90,7%) виявлені гіподенсивні осередки.

Зв'язок між первинною пухлиною та сонографічним типом метастазів наведено у таблиці 2.

Гіпоехогенні метастази зустрічалися у 30 випадках (28,1%) і характеризувалися наявністю у паренхімі печінки поодиноких чи множинних осередків округлої форми зі зниженням відбиття ехосигналів (рисунок 1). Вони спостерігалися у 15 (75% з 20) випадків раку грудної залози, у 1 (4,8% з 21) випадку раку товстої кишки, у 2 (18,2% з 11) —

Таблиця 1

Зв'язок між сонографічною та КТ-картиною метастазів у печінку та первинною пухлиною

Показник	Локалізація первинної пухлини								
	ГЗ	Т	ПЗ	РЯ	Л	ШМ	ГЦРП	Ш	ПНО
Кількість хворих, n	20	21	11	20	7	13	3	10	2
Ізоденсивні метастази	5	1	1	—	1	10	1	5	2
Ізоехогенні метастази	5	7	5	—	6	3	2	5	—

Примітка. Тут і далі: ГЗ — грудна залоза, ТК — товста кишка, ПЗ — підшлункова залоза, РЯ — рак яєчників, Л — легені, ШМ — шийка матки, ГЦРП — гепатоцелюлярний рак печінки, Ш — шлунок, ПНО — первинне невстановлене джерело.

Таблиця 2

Зв'язок між первинною пухлиною і сонографічним типом метастазів

Тип МП	Кількість хворих n (%)	Локалізація первинної пухлини, кількість хворих								
		ГЗ, 20	Т, 21	ПЗ, 11	РЯ, 20	Л, 7	ШМ, 13	ГЦРП, 3	Ш, 10	ПНО, 2
Гіпоехогенні	30 (28,1)	15	1	2	6	2	—	2	2	—
Гіперехогенні	18 (16,8)	1	10	5	2	—	—	—	—	—
Мішень	23 (21,5)	4	5	2	1	3	6	1	1	—
Бичаче око	17 (15,9)	—	5	—	1	1	4	—	6	—
Дифузні	7 (6,5)	—	—	2	3	1	—	—	—	1
Кістоподібні	9 (8,4)	—	—	—	7	—	1	—	1	—
Гіпоехогенні з гіперех. кільцем	3 (2,8)	—	—	—	—	—	2	—	—	1



Рисунок 1. Гіпоехогенні метастази у печінку з раку грудної залози



Рисунок 2. Гіперехогенний метастаз у печінку з аденокарциноми товстої кишки



Рисунок 3. Метастаз за типом мішені з раку шийки матки

раку підшлункової залози, у 6 (30% з 20) — раку яєчників, у 2 (28,6% з 7) — раку легенів, у 2 (67% з 3) — гепатоцелюлярного раку та у 2 (20% з 10) випадках — раку шлунка відповідно.

Гіперехогенні метастази виявлено у 18 випадках (16,8%), вони характеризувалися наявністю у паренхімі печінки поодиноких чи множинних осередків округлої форми з до-



Рисунок 4. Метастаз за типом бичачого ока з аденокарциноми шлунка

силь чітким, рівним контуром та підвищеним відтворенням ехосигналів (рисунок 2). Вони спостерігалися в 1 (5% з 20) випадку раку грудної залози, у 10 (47,6% з 21) — раку товстої кишки, у 5 (45% з 11) — підшлункової залози, у 2 (10% з 20) випадках — раку яєчників.

Метастази за типом мішені реєструвалися у 23 випадках (21,5%) та характеризувалися наявністю гіперехогенного центру, оточеного гіпоехогенним кільцем (рисунок 3). Вони спостерігалися у 4 (20% з 20) випадках раку грудної залози, у 5 (23,8% з 21) випадках — раку товстої кишки, у 2 (18% з 11) — раку підшлункової залози, у 1 (5% з 20) випадку — раку яєчників, у 3 (42,8% з 7) випадках раку легенів, у 1 (33% з 3) гепатоцелюлярного раку, в 1 (10% з 10) раку шлунка та 6 (46,2% з 13) випадків раку шийки матки відповідно.

Метастази за типом бичачого ока спостерігалися у 17 випадках (15,9%) та характеризувалися наявністю гіпоехогенного центру, оточеного гіперехогенною зоною (рисунок 4). Вони реєструвалися у 5 (23,8% з 21) випадках раку товстої кишки, у 1 (5% з 20) випадку раку яєчників, у 1 (14,3% з 7) — раку легенів, у 6 (60% з 10) — раку шлунка та 4 (30,8% з 13) випадках раку шийки матки відповідно.

Дифузні метастази спостерігалися у 7 випадках (6,5%) і нагадували зміни при цирозі печінки. Вони реєструвалися у 2 (18% з 11) випадках раку підшлункової залози, у 3 (15% з 20) — раку яєчників, 1 (14,3% з 7) — раку легенів та 1 (50%) випадку метастазів з первинно невизначеного джерела.

Кістоподібні метастази мали місце у 9 випадках (8,4%) та становили анехогенні утвори без капсули з неоднорідною внутрішньою структурою та без дорсального псевдопідсилення. Вони реєструвалися у 7 (35% з 20) випадках раку яєчників, у 1 (7,7% з 13) — раку шийки матки та 1 (10% з 10) випадку раку шлунка.

Гіпоехогенні з гіперехогенним кільцем спостерігалися у 3 випадках (2,8%) та характеризувалися наявністю гіпо-ізоехогенного центру, оточеного гіперехогенним кільцем. Вони реєструвалися у 2 (15,4% з 13) випадках раку шийки матки та 1 (50%) випадку метастазів з первинно невизначеного джерела.

Пацієнти відповідно від променевого методу, при якому було виявлено метастази, розподілилися на 3 групи: у 53 пацієнтів (1-ша група) осередки були виявлені і при УЗД і при КТ-дослідженні з контрастним підсиленням та без нього, у 35 (2-га група) — виявлені тільки при КТ з контраст-

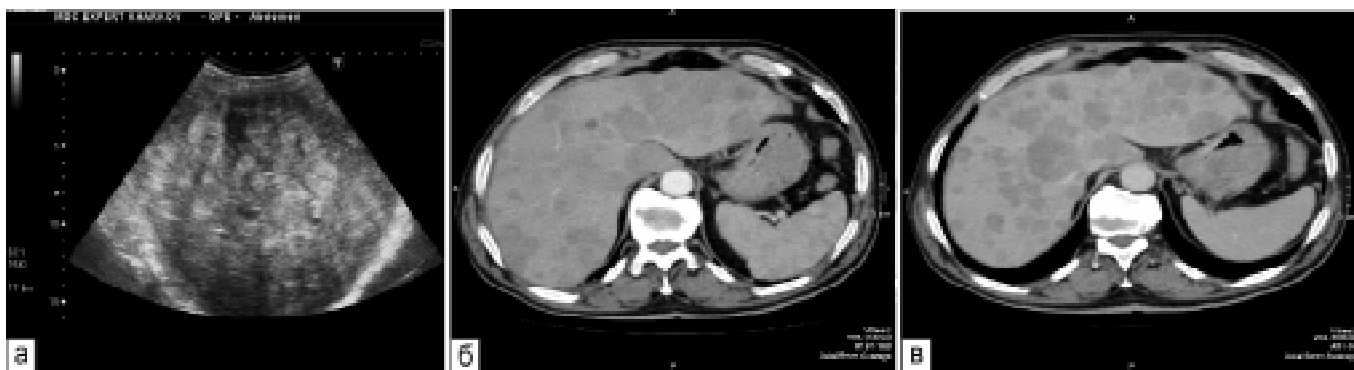


Рисунок 5. Пацієнтка Н., 48 років: а — УЗД. Множинні гіперехогенні метастази у печінку з раку яєчників; б — КТ з контрастним підсиленням, аксіальна проекція, артеріальна фаза. Множинні гіподенсивні метастази у печінку з раку яєчників; в — КТ з контрастним підсиленням, аксіальна проекція, венозна фаза. Множинні метастази у печінку з раку яєчників

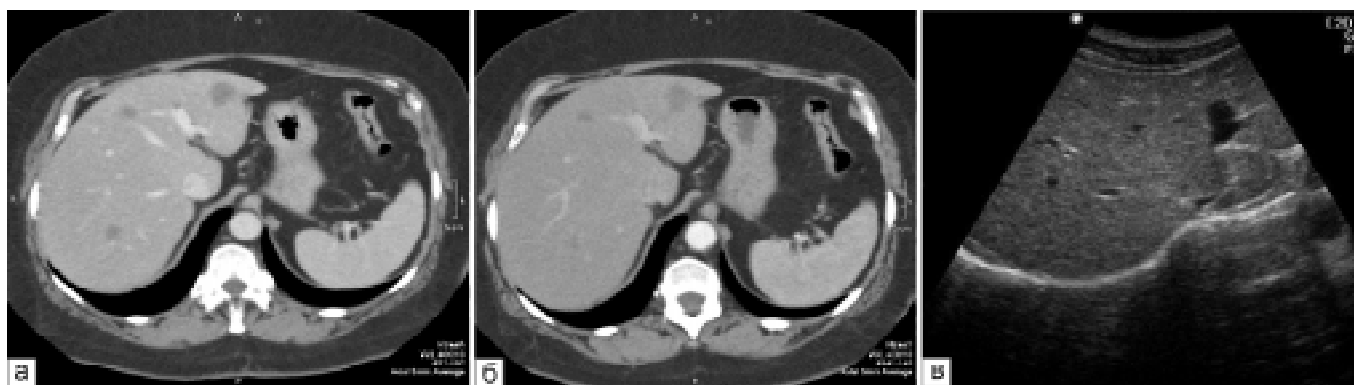


Рисунок 6. Пацієнт Д., 58 років: а — КТ з контрастним підсиленням, аксіальна проекція, артеріальна фаза. Вторинне ураження печінки (первинна пухлина локалізувалася у підшлунковій залозі); б — КТ з контрастним підсиленням, аксіальна проекція, венозна фаза. Вторинне ураження печінки (первинна пухлина локалізувалася у підшлунковій залозі); в — УЗД патологічних осередків не виявлено (ізоехогенні метастази)

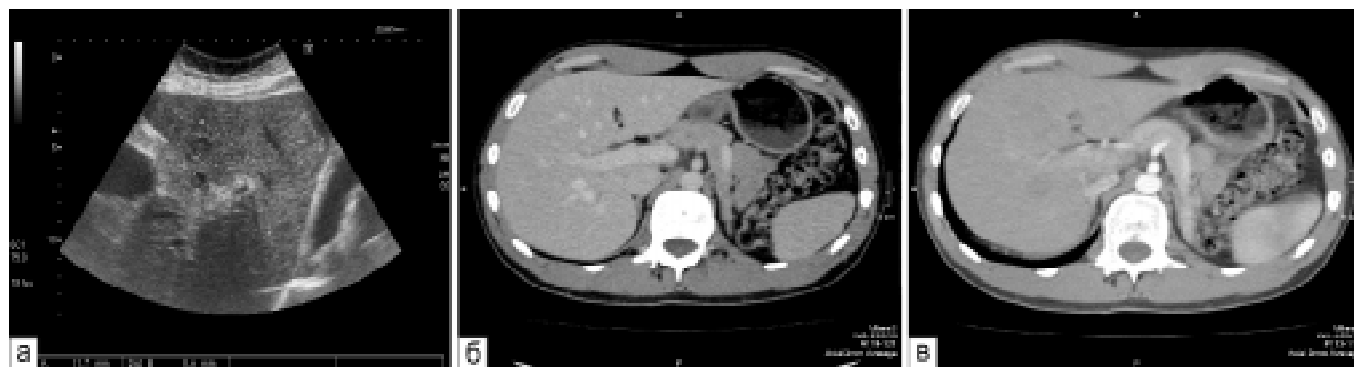


Рисунок 7. Пацієнт К., 62 роки: а — УЗД. Дрібні метастази (курсори) у ліву частку печінки з аденокарциноми товстої кишки; б — КТ з контрастним підсиленням, аксіальна проекція, артеріальна фаза. Патологічні осередки не виявлені (ізо-денсивні метастази); в — КТ з контрастним підсиленням, аксіальна проекція, венозна фаза. Патологічні осередки не виявлені (ізо-денсивні метастази)

ним підсиленням, а при УЗД і КТ без контрасту не виявлялися, у 19 хворих (3 група) — осередки виявлялися тільки при УЗД, а при КТ з контрастуванням та без нього не виявлялися.

Для того, щоб порівняти ефективність КТ та УЗД у діагностиці осередкових уражень печінки нами були проведені ультразвукове та КТ дослідження органів черевної порожнини з контрастуванням та без нього всіх 107 осіб. У 53 пацієнтів 1-ї групи (49,3%), метастази в печінку були виявлені як при УЗД, так і при КТ з контрастуванням та без нього (рисунок 5 а–в).

У 35 пацієнтів 2-ї групи (32,7%) осередки виявлено тільки при КТ з контрастним підсиленням, а при УЗД і КТ без контрасту вони не виявлялися (рисунок 6 а–в).

У 19 пацієнтів 3-ї групи (17,8%) осередки були виявлені тільки при УЗ-дослідженні, а при КТ з контрастуванням та без не виявлялися (рисунок 7 а–в).

Встановлено, що тільки комплексне застосування комп'ютерної томографії з контрастним підсиленням та ультразвукового методу дає найбільш повну інформацію в діагностиці вторинного ураження печінки.

Діагностична цінність КТ без контрастування для виявлення осередкових уражень є дуже низькою та супроводжується не виправданим променевим навантаженням.

Ізоехогенні метастази зустрічаються частіше, ніж ізо-денсивні, але сонографічна картина метастазів печінки більш різноманітна і дозволяє з великим ступенем вірогідності судити про локалізацію первинної пухлини, що є актуаль-

ним, особливо в тих випадках, коли джерело метастазування не встановлене.

Література

1. Конькова М.В. *Диагностическая и интервенционная сонография в неотложной абдоминальной хирургии* — Донецк: Новый мир, 2005. — 300 с.
2. Крель П.Е. *Гепатоцеллюлярная карцинома // Практическая гепатология.* / Под ред. Н.А. Мухина. — М., 2004. — С. 159–161.
3. *Рак в Україні, 2002–2003 // Бюлетень Нац. канцер-реєстру України.* — 2004. — № 5. — 94 с.
4. Тюрин И.Е. // *Практ. онкол.* — 2005. — Т. 6, № 1. — С. 5–9.
5. Абдуллаев Р.Я., Головки Т.С. *Ультрасонография.* — Нове слово. — 2009. — 180 с.
6. Зубарев А.В. // *Радиология-практика.* — 2005. — № 4. — С. 30–33.
7. Харченко В.П., Котляров П.М., Шадури Е.В. // *Мед. визуализ.* — 2003. — № 1. — С. 68–81.
8. Joyce Y. H. Hui, Michael K. W. Yang, Danny H. Y. Cho et al. // *Radiol.* — 2007. — Vol. 242. — P. 769–776.
9. Burns N., Wilson S.R. // *Radiol.* — 2007. — Vol. 242. — P. 162–174.
10. Iannaccone R., Piacentini F., Murakami T. et al. // *Radiol.* — 2009. — Vol. 243. — P. 422–430.

М.І. Хворостенко, І.М. Кіхтенко

ДЗ «Дніпропетровська медична академія
МОЗ України»

Методика розрахунку доз електромагнітного випромінювання наднизької частоти при лікуванні променевих ушкоджень

A technique of calculation of very low-frequency electromagnetic radiation doses at treatment of radiation lesions

Summary. A technique of calculation of effective tissue doses of very-low frequency electromagnetic radiation at treatment of patients with late radiation lesions with increased and decreased functional activity of the tissue in the lesion focus allowing determining irradiation mode was suggested.

Key words: dosimetry, very-low frequency electromagnetic radiation.

Резюме. Предложена методика расчета «Эффективных тканевых доз» электромагнитного излучения сверхнизкой частоты при лечении больных поздними лучевыми повреждениями с повышенной и сниженной функциональной активностью тканей очага повреждения, что позволяет определить количественный режим облучения.

Ключевые слова: дозиметрия, электромагнитное излучение сверхнизкой частоты.

Ключові слова: дозиметрія, електромагнітне випромінювання наднизької частоти.

У науковій літературі за останні десятиріччя накопичено декілька тисяч публікацій з магнітобіології, які вказують на те, що на магнітне поле реагують біологічні системи різного рівня організації, від вірусу до біосфери. Значний емпіричний досвід свідчить про високу біологічну активність електромагнітного випромінювання наднизької частоти (ЕМВ ННЧ) при лікуванні хворих із різними захворюваннями [1].

Водночас залишаються відкритими питання значущої практичної і теоретичної важливості, пов'язані з клінічною дозиметрією ЕМВ ННЧ і визначенням його параметрів, що спричиняють закономірний прогнозований, кількісно оцінюваний біологічний ефект в опромінених тканинах.

Нашою метою було розробити методику розрахунку «Ефективних тканинних доз» ЕМВ ННЧ, які активують або пригнічують функцію тканин при лікуванні хворих із пізніми променевими ушкодженнями (ППУ) із підвищеною і зниженою функціональною активністю таких тканин.

Досліджували вплив ЕМВ ННЧ на перебіг пізніх променевих ушкоджень у 28 онкологічних хворих після комбінованого і комплексного лікування раку грудної залози й інших локалізацій, з них у 21 хворої з променевим фіброзом, ускладненим больовим синдромом, дистальним набряком, зниженням функціональної активності суглоба на боці опромінення, місцевою неврологічною симптоматикою, і у 7 — з пізніми променевими виразками.

Вивчали зміну функціональної активності тканин осередку пізнього променевого ушкодження при прямій дії на нього ЕМВ ННЧ у режимах доз, що активують функцію (ДАФ), і доз, що пригнічують функцію (ДПФ) [2, 3].

Динаміку функціональної активності фіброзно-змінених тканин при дії на них ЕМВ ННЧ визначали до і після лікування за станом мікроциркуляції в них методом радіонуклідної діагностики, з ^{99m}Tc -пертехнетат-активністю 1–2 МБк [4].

Як реєструючий пристрій використовували фотоемісійний томограф ГКС 301-Т («Тамара»).

Опромінення осередку ушкодження ЕМВ ННЧ проводили за допомогою магнітотерапевтичного апарата «Полос-1». Випромінювачі встановлювали співвісно один навпроти одного, таким чином, щоб на розміщену в проміжку між ними ділянку тіла хворого з променевим ушкодженням впливало ЕМВ ННЧ за заданих параметрів.

Вимірювання значень магнітної індукції в робочому об'ємі апарата проводили тесламетром універсальним 43205/1. Величину напруженості поля і час опромінення вибирали залежно від виду пізнього променевого ушкодження, які для «гарячих» розміщувалися в смузі ДАФ, для «холодних» — у смузі ДПФ і за один сеанс складали відповідно: для перших — 12–20 мТл, 2–15 хвилин на поле; для других — 22–30 мТл, 2–15 хвилин; щодня, 5 разів на тиждень, 15–45 процедур за курс. Проводили 3–7 курсів, з перервами між ними — 1,0–1,5 місяця. Кількість полів опромінення визначали так, щоб за один сеанс дозони дії ЕМВ ННЧ заданих параметрів потрапляв весь об'єм осередку ППУ.

Потенціювали дію ЕМВ ННЧ низькоенергетичним напівпровідниковим інфрачервоним лазером «Узор» з частотою імпульсів 1500 Гц, 2–5 хвилин на поле, щодня.

Результати статистично опрацьовували за Стьюдентом.

Для вивчення клінічної ефективності ЕМВ ННЧ було обрано пізні променеві ушкодження оскільки вони, за визначенням, є безповоротними, їх прогресуючий розвиток прямо пов'язаний з дисфункцією системи сполучної тканини, що відповідає за відновлення тканинних ушкоджень.

Режим опромінення ДАФ або ДПФ було визначено і вибрано нами на підставі результатів експериментів на лабораторних тваринах, в яких було виявлено закономірність зміни функції і її ступеня окремої тканинної структури живого цілісного організму ссавця залежно від характеристик ЕМВ ННЧ і часу дії [2, 3]. Це дозволяє ввести нову дозиметричну величину (Де) — ефективну тканинну дозу ЕМВ ННЧ, що описує механізм змін, які відбуваються в тканинах згідно з фізичними законами електродинаміки [4]:

$$De = \frac{H t}{m} = \left(\frac{B}{\mu_0 q V \sin \alpha} \right) : m t,$$

де H — напруженість магнітного поля в осередку;

t — час його дії;

B — вектор магнітної індукції (значення визначаються