

УДК 616 - 073. 756. 8 : 004

**Васько Л.М.**

## **ІНОВАЦІЙНИЙ МЕТОД ЦИФРОВОЇ РЕНТГЕНОЛОГІЧНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ – МАЛОДОЗОВИЙ ТОМОСИНТЕЗ**

ВДНЗУ «Українська медична стоматологічна академія», м. Полтава

*Рентгенодіагностика, внаслідок об'єктивності, високої оперативності, доступності посідає провідне місце серед методів первинної діагностики. Але такий недолік дослідження як сумація зображень усіх шарів тіла пацієнта суттєво знижує ефективність методу. Цього недоліку позбавлена лінійна томографія, але вона дозволяє отримувати лише один зріз потрібного шару. Тому свого часу дана методика поступилася місцем комп'ютерній томографії, яка володіє вищою роздільною здатністю і можливістю багато шарового обстеження. Недоліком методу є висока вартість дослідження і значне променеве навантаження на пацієнта. Сьогодні в клінічній практиці все більшого поширення набуває новий метод рентгенологічної візуалізації, який отримав назву томосинтезу. При обстеженні в режимі томосинтезу використовується рентгенівське випромінювання під різними кутами для отримання великої кількості томографічних зрізів пацієнта. Вся інформація передається в комп'ютер, який і синтезує тривимірне зображення досліджуваного органу. Можливість отримання великої кількості чітких зрізів досліджуваного об'єкта дає томосинтезу значні переваги над традиційною рентгенографією та лінійною томографією. Дозволяє йому конкурувати з комп'ютерною томографією, оскільки при порівнянні інформативності діагностичних зображень об'єкта для томосинтезу дешевше, а променеве навантаження на пацієнта менше, ніж при комп'ютерній томографії. Зрозуміло, що томосинтез не замінює комп'ютерно-томографічного обстеження, але в ряді випадків їх дані практично повністю збігаються. Водночас, режим томосинтезу значно розширює можливості рентгенодіагностики. Таке дослідження володіє високою роздільною здатністю, зменшує час отримання томограм та знижує дозове навантаження на пацієнтів при достатній кількості діагностичної інформації.*

Ключові слова: томосинтез, цифрова рентгенографія, лінійна томографія, комп'ютерна томографія

*Стаття є фрагментом ініціативної академічної науково-дослідної роботи ВДНЗУ «Українська медична стоматологічна академія» «Вивчення патогенетичних механізмів розвитку захворювань органів травлення у поєднанні із іншими захворюваннями внутрішніх органів та розробка методів діагностики і лікування» (№ державної реєстрації 0111 У 004887).*

Радіологічні методи дослідження є невід'ємною частиною сучасної медичної практики. Очевидна користь їх застосування суттєво перевищує незначний радіаційний ризик. В Україні щорічно виконується понад 50 млн радіологічних досліджень, що дозволяє правильно встановлювати до 90% діагнозів. Разом з тим, варто пам'ятати, що навіть невеликі дози опромінення не можуть бути абсолютно безпечними. Невелика частка генетичних мутацій і злоякісних захворювань є наслідком впливу природного радіаційного фону. А діагностичне медичне опромінення, будучи основним джерелом техногенного опромінювання населення, додає близько 1/6 до дози, одержаної через природний радіаційний фон [1;2].

Одним з найбільш ефективних шляхів зменшення ризиків у радіології є перехід рентгенографії, в тому числі маммографії, флюорографії, на цифрові технології. Цей процес почався ще на початку XXI століття і на сьогодні практично всі лікувальні заклади мають цифрові рентгенівські, флюорографічні, маммографічні, дентальні та інші цифрові апарати. А понад 50% скринінгових апаратів для обстеження органів грудної клітки оснащено цифровими приймачами [2;3].

У результаті переведення таких апаратів на цифрову технологію візуалізації рентгенівських зображень у 10-15 разів зменшилося дозове навантаження на пацієнтів, у десятки разів зменшився час отримання діагностичної інформації, а також різко знизилася кількість неякісних рент-

нограм. В першу чергу через можливість заміни запам'ятовуваних касет і касет з рентгенівською плівкою, а також старих рентгенівських електронно-оптичних перетворювачів на високочутливі динамічні цифрові приймачі.

Така модернізація дозволяє в рамках традиційної рентгенодіагностики поліпшити можливості рентгенівських комплексів, спростити їх конструкцію, відмовитися від використання коштовної рентгенівської плівки, створити електронні архіви. До того ж, використання в таких комплексах комп'ютерної постобробки дозволило підняти якість рентгенографічних зображень на рівень, недосяжний для традиційної аналогової плівкової технології [1;2;3].

Слід відмітити, що незважаючи на значний розвиток та впровадження в практику таких нових медичних діагностичних технологій, як комп'ютерна томографія та магнітно-резонансна томографія, рентгенологічний метод дослідження залишається актуальним. Більше того, рентгенодіагностика, внаслідок об'єктивності, високої оперативності, доступності та зручності надання результатів обстеження пацієнтів, посідає провідне місце серед методів первинної діагностики [1].

Тому, актуальним залишається завдання переведення на цифрову технологію рентгенодіагностичних апаратів у закладах 1-го і 2-го рівнів надання медичної допомоги, де має виконуватися діагностика для більш ніж 90% звернень громадян.

Незважаючи на високу детальність зображення, що формується, низьке дозове навантаження на пацієнта, компактність обладнання і малу його ціну, рентгенографія має такі серйозні недоліки, як великі помилки у вимірах розмірів і рентгенівської щільності зображень, що формуються. Основний же недолік рентгенографії, закладений у принципі формування рентгенограм, - сумація зображень усіх шарів тіла пацієнта, розташованих між рентгенівським випромінювачем і приймачем. Це значно ускладнює читання рентгенограм і суттєво знижує ефективність рентгенографії як діагностичного методу. Тому постала необхідність подання діагностичної інформації у вигляді великого числа томографічних зрізів без істотного збільшення дозового навантаження на пацієнтів.

Сьогодні в клінічній практиці все більшого поширення набуває новий метод рентгенологічної візуалізації, який отримав назву томосинтезу.

Враховуючи вищезазначене, метою даної роботи стало вивчення можливостей та перспектив малодозового томосинтезу для діагностики різних органів та систем в порівнянні з іншими променевими методами дослідження.

В режимі томосинтезу використовується рентгенівське низькодозове випромінювання під різними кутами. Вся інформація передається в комп'ютер, який і синтезує тривимірне зображення досліджуваного органу. Томосинтез став розвитком відомої лінійної (конвенційної) томографії з використанням цифрової технології візуалізації рентгенівських зображень. Тому, дане дослідження можна проводити на обладнанні для лінійної томографії, якщо замість плівки використовувати цифровий динамічний приймач [2;3;4].

Але на відміну від лінійної томографії, при якій отримують зображення тільки одного досить товстого зрізу об'єкта дослідження, що знаходиться на певній відстані від касети з плівкою, томосинтез дозволяє отримати декілька чітких зрізових зображень досліджуваного об'єкта.

Разом з тим, незважаючи на значну частину переваг, таких як низька вартість, доступність і простота підготовки пацієнта до дослідження, лінійна томографія свого часу поступилася місцем комп'ютерній томографії. Дане дослідження дозволяє отримати на порядок більше діагностичної інформації про стан органів та систем в нормі та патології, про розміщення суміжних органів, тканин, судини та ін. За даними багатьох дослідників інформативність методу складала 95% і вище. І хоча комп'ютерна томографія значно дорожча за лінійну томографію і променеве навантаження на пацієнта при її проведенні вище, останніми роками лінійна томографія відійшла на задній план і сьогодні використовується дуже мало.

Можливість отримання великої кількості чіт-

ких зрізів досліджуваного об'єкта дає томосинтезу значні переваги над традиційною рентгенографією та лінійною томографією, а також дозволяє йому конкурувати з комп'ютерною томографією, оскільки при порівнянні інформативності діагностичних зображень обладнання для томосинтезу дешевше, а променеве навантаження на пацієнта менше, ніж при комп'ютерній томографії [2;4].

Перевагою комп'ютерної томографії є висока роздільна здатність, що дозволяє візуалізувати і вимірювати розміри патологій навіть дуже низької рентгенівської щільності. Недоліком комп'ютерних томографів є великі габарити, висока вартість апаратури як при закупівлі, так і під час експлуатації та ремонту. До того ж, цьому методу візуалізації притаманне підвищене дозове навантаження на пацієнта. Навіть таку перевагу комп'ютерної томографії, як тривимірна реконструкція об'єкта дослідження, в останні роки вдалося реалізувати при томосинтезі за допомогою методу нелінійного зворотного проектування [3].

Швидке поширення останніми роками обладнання для томосинтезу та обґрунтованого збільшення уваги до нього свідчить про те, що цей метод з'явився вдалим компромісом між рентгенографією та комп'ютерною томографією. Зрозуміло, що томосинтез не замінює комп'ютерно-томографічного обстеження. Водночас, режим томосинтезу значно розширює можливості рентгенодіагностики без істотного збільшення дозового навантаження на пацієнтів.

Застосування томосинтезу в клінічній медицині почалося з обстежень молочної залози, що підтверджується значною частиною проведених в цьому напрямку досліджень [5;6;7;8;9;10;17;18]. Слід відмітити, що рак молочної залози найбільш часто зустрічається серед новоутворень у жінок працездатного віку. А виявлення ранніх стадій раку молочної залози, що значно збільшує шанси на своєчасне і більш ефективне (до 90%) лікування, включно з органозберігаючими операціями [9].

Разом з тим, точність діагнозу на ранніх стадіях захворювання, за різними джерелами, становить близько 85%, що часто призводить до необхідності проведення додаткових досліджень. А це збільшує дозове навантаження на жінок, збільшує вартість дослідження і додаткових стресових чинників у обстежуваних тощо. Дані проблеми успішно долаються з використанням цифрового томосинтезу, який забезпечує можливість отримання тривимірних зображень молочної залози. Дозволяє оцінити отриманий зріз, усуваючи зображення тканин, що знаходяться зверху або знизу, що призводить до ускладнення діагностики під час звичайної рентгенівської маммографії. З'являється можливість

оцінити внутрішню архітектоніку тканин молочної залози, особливо високої щільності, наявність мікрокальцинатів, асиметричних структур у різних анатомічних площинах за допомогою лише одного сканування [9;10;17;18].

За даними багатьох дослідників, при порівнянні томосинтезу зі скринінговою цифровою маммографією у двох проекціях встановлено, що у більш ніж 89% випадків томосинтез точніше визначав розміри новоутворень і порушення архітектоніки, був інформативнішим при виявленні вузлових утворень та кальцинатів на фоні дифузних змін. До того ж, переваги томосинтезу порівняно з цифровою маммографією були більш значимими у обстежуваних жінок з високою щільністю молочних залоз [6;8;18;19;20;21].

Останнім часом за кордоном дослідження молочної залози за допомогою томосинтезу стало дуже розповсюдженим методом. Так, у США дослідження молочної залози за допомогою томосинтезу визнані офіційно і витрати на їх проведення покриваються страховою медициною. Томосинтез дозволяє значно зменшити кількість сумнівних випадків, виявлених при традиційній маммографії, що знижує частоту повторних обстежень.

Нині все більше досліджується застосування томосинтезу в діагностиці інших органів та систем. Зокрема, для обстеження кістково-суглобової системи, органів грудної клітини, в тому числі у фтизіатрії та онкології, а також педіатрії [4;11;12;13;14;15;16;22;23;24;25;26;27].

Так, останнім часом все більше з'являється публікацій щодо застосування цифрового томосинтезу в остеології. Зокрема, були проведені дослідження з оцінки ефективності застосування цифрової рентгенографії і томосинтезу для діагностики хвороби Легга-Кальве-Пертеса (остеохондропатії головки стегнової кістки). Режим томосинтезу дозволив візуалізувати невиявлені за допомогою рентгенографії патологічні зміни кісткової тканини у всіх пацієнтів досліджуваної групи незалежно від стадії захворювання. Дослідники відмічають, що точність, чутливість і специфічність при рентгенографії становили 73,3, 70,3 і 71,2%, а при томосинтезі - 91,8, 92,4 і 93,1% відповідно. Таким чином, томосинтез володіє вищою інформативністю в порівнянні з цифровою рентгенографією і може бути рекомендований як метод вибору при діагностиці остеохондропатії головки стегнової кістки [13;14].

Відомі дані із застосування томосинтезу в діагностиці інших захворювань кістково-суглобової системи: пухлин, туберкульозу, ревматоїдного артрити, в тому числі і в педіатричній практиці. Використання томосинтезу для діагностики захворювань кісток і суглобів у дітей та підлітків має значні перспективи. Jenna M. King зі співавторами провели оцінку діагностичної точності зображень хребта у дітей методом цифрового томосинтезу. За результатами дослідження показано, що режим томосинтезу має таку ж або

значно кращу якість візуалізації, ніж цифрова рентгенографія, зі збереженням більш низького променевого навантаження в порівнянні із комп'ютерною томографією [16;23].

Таким чином, враховуючи мінімальне променеве навантаження на пацієнта томосинтез актуальний в обстеженні дітей та підлітків. А можливість проведення уточнюючої рентгенодіагностики при мінімальному променевому навантаженні на пацієнта актуалізує застосування цифрового томосинтезу в педіатричній радіології, де він знаходить сьогодні все більше застосування [14;15;16].

Згідно досліджень з вивчення можливостей томосинтезу в діагностиці норми та патології хребта встановлено, що томосинтез дає значно більше інформації про хребці порівняно з рентгенографією. Таким чином, цифровий томосинтез може широко застосовуватись для діагностики травм хребта та для виявлення кісткових деструктивних змін, зокрема, при туберкульозному спондиліті [15;22;23;27]. До речі, досліджено, що при практично однакових показниках діагностичної інформативності комп'ютерної томографії та томосинтезу променеве навантаження на пацієнта при томосинтезі в 1,5-2 рази менше, ніж при комп'ютерно-томографічному обстеженні. Хоча останнє має переваги в цьому випадку лише при візуалізації патології у паравертебральних тканинах [22].

Позитивні результати застосування цифрового томосинтезу для діагностики органів грудної клітки відзначені в дослідженнях, де показано, що томосинтез дозволяє отримувати інформативні зображення при значному зниженні променевого навантаження в порівнянні з лінійною та комп'ютерною томографією. Цифровий томосинтез розширює можливості рентгенологічного методу при дослідженні органів грудної клітки і перевершує цифрову рентгенографію у виявленні багатьох рентгено-семіотичних ознак. Він може використовуватись як для діагностики захворювань, так і для виявлення та оцінки пошкоджень при травмах. Хоча томосинтез і поступається багатозрізовій комп'ютерній томографії в якості діагностики захворювань і пошкоджень органів грудної клітки, проте він дозволяє в більшості випадків отримати додаткову інформацію [4;14;16].

Дослідники зазначають, що цифровий томосинтез має кращу діагностичну точність порівняно з рентгенографією у виявленні легневих уражень, а також відносно невелике променеве навантаження. Томосинтез як уточнююча методика дозволив у більшості випадків виключити або підтвердити наявність вогнищевих змін у легенях, виявлених при рентгенографії [4;11]. Крім того, він може бути використаний для динамічної оцінки туберкульозних змін легень на тлі проведеної хіміотерапії. Порівняння ефективності методів променевої діагностики у хворих на туберкульоз органів дихання показало, що метод то-

мосинтезу перевершує традиційну рентгенографію за чутливістю: чутливість томосинтезу у виявленні специфічних патологічних змін легень становила 74,9%, що на 17,7% більше, ніж при рентгенографії, і на 18,6% менше, ніж при комп'ютерній томографії [11].

Нині на радіологічних форумах і сторінках наукових журналів обговорюється можливість заміни комп'ютерної томографії цифровим томосинтезом при скринінгу раку легень, оскільки показники виявлення некальцифікованих новоутворень у легенях у цих методах практично однакові. Щодо рентгенографії, то вона дозволяє виявляти тіні в легенях значних розмірів та високої щільності, а при томосинтезі, завдяки пошаровій візуалізації, вдається діагностувати досить дрібні патологічні зміни малої щільності. Аналіз результатів показав, що при рентгенографії чутливість складала 20%, специфічність – 63%, тоді як при томосинтезі ці показники були 46% та 84% відповідно. Тому чутливість томосинтезу в 2,3 рази, а специфічність – в 1,3 рази вища, ніж аналогічні показники при рентгенографії [24;25;26;27].

Таким чином, можна зробити висновок, що при застосуванні томосинтезу виявляємість раку легень досить висока, а пацієнт отримує значно менше опромінення, що має велике клінічне значення.

Отже, малий кут сканування в системах томосинтезу дозволяє знизити дозове навантаження на пацієнтів в порівнянні з комп'ютерно-томографічним обстеженням.

Томосинтез у цілому не замінює застосування комп'ютерної томографії, але в ряді випадків їх дані практично повністю зіставні.

Водночас, режим томосинтезу дозволяє істотно розширити діагностичні можливості рентгенографії без істотного збільшення променевого навантаження на пацієнтів.

### Література

1. Національне керівництво для лікарів, які направляють пацієнтів на радіологічні дослідження / МОЗ України, АРУ. - К.: Медицина України, 2016. - 78 с.
2. Мірошниченко С.І. Реалізація томосинтезу на рентгенографічному комплексі з лінійною томографією / С.І. Мірошниченко, А.В. Мотолига, А.О. Невгасимий, С.П. Сенчуров // Променева діагностика, променева терапія. - 2013. - № 1-2. - С. 73-77.
3. Баранов В.А. Методи рішення реконструктивних задач радіаційного контролю на основі «нелинейного томосинтезу» / В.А. Баранов, У. Эвэрт, Е.С. Учайкина // Вестник науки Сибири. - 2012. - № 1 (2). - С. 11-14.
4. Никитин М.М. Возможности цифрового томосинтеза в диагностике различных форм туберкулеза легких / М.М. Никитин // REJR. - 2016. - 6 (1). - P. 35-47.
5. Рожкова Н.И. О возможностях маммографического цифрового томосинтеза / Н.И. Рожкова, Г.В. Решетцова, С.Б. Запирова // Радиология - практика. - 2008. - №6. - С. 19-23.
6. Гринберг М.В. Дигитальный томосинтез - новая технология в диагностике непальпируемого рака молочной железы / М.В. Гринберг, Н.В. Харченко, М. А Кунда, М. М. Запиров // Вестник РУДН, серия Медицина. - 2015. - № 3. - С. 46-59.
7. Высоцкая И.В. Современные возможности диагностики патологии молочных желез / И.В. Высоцкая, Н.В. Заболотская, В.П. Летягин [и др.] // Опухоли женской репродуктивной системы. - 2015. - С. 18-26.
8. Жагонова В.Е. Современные методы неинвазивной лучевой диагностики рака молочной железы / В.Е. Жагонова, М.П. Ефремова, Е.А. Дорохова // РМЖ. - 2016. - №5. - С. 321-324.
9. Васько Л.М. Цифровая маммография как метод раннего выявления рака молочных желез / Л.М. Васько, Т.А. Жукова, В.Ф. Почерняева // Здоров'я людини: теоретичні, практичні та методичні аспекти : Всеукраїнська науково-практична конференція : Мат. конф. – Полтава, 2016. - С. 19-20.
10. Дабагов А.Р. Маммографический цифровой томосинтез в современной электронной медицине / А.Р. Дабагов // Журнал радиоэлектроники. - 2012. - №4. - С.11-14.
11. Нечаев В.А. Возможности томосинтеза в диагностике заболеланий и поврежденный органов грудной клетки / В.А. Нечаев, А.Ю. Васильев // Клиническая медицина. - 2016. - Т. 8 (2). - С. 59-65.
12. Никитин М.М. Сравнительная оценка контроля эффективности химиотерапии больных туберкулезом легких при рентгенографии и цифровом томосинтезе / М.М. Никитин, А.С. Пузько, Г.В. Ратобильский // Tuberculosis and Lung Diseases. - Vol. 94. - 2016. - №12. - P. 15-17.
13. Васильев А.Ю. Анализ эффективности применения томосинтеза при диагностике остеохондропатии головки бедренной кости (болезнь Легга - Кальве - Пертеса) / А.Ю. Васильев, С.С. Карпов // Альманах клинической медицины. - 2017. - Январь-февраль. - 45 (1). - С. 14-22.
14. Карпов С.С. Возможности методики томосинтеза в исследовании костей и суставов у детей и подростков (обзор литературы) / С.С. Карпов // Радиология-практика. - 2016. - № 4 (58). - С. 42-49.
15. Цыбульская Ю.А. Туберкулезный спондилит - комплексная клиничко-лучевая диагностика / Ю.А. Цыбульская, Р.В. Ставицкий, И.М. Лебедеенко [и др.] // Медицинский Альянс. - 2015. - №1. - С. 226-227.
16. Боголепова Н.Н. Использование томосинтеза в детском лечебном учреждении [Электронный ресурс] / Н.Н. Боголепова, М.В. Ростовцев - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-tomosinteza-v-detskom-lechebном-uchrezhdenii>
17. Tagliafico G. Characterisation of microcalcification clusters on 2D digital mammography (FFDM) and digital breast tomosynthesis (DTB): does DTB underestimate microcalcification clusters / G. Tagliafico, M. Mariscotti, Durando C. [et al.] // Eur. Radiol. - 2015. - No.25. - P. 9-14.
18. Kazuaki Nakashima Comparison of visibility of circumscribed masses on Digital Breast Tomosynthesis (DBT) and 2D mammography: are circumscribed masses better visualized and assured of being benign on DBT / Nakashima Kazuaki, Uematsu Takayoshi, Ito Takahiro [et al.] / Eur. Radiol. - 2017. - 27. - P. 570-577.
19. Benedict R.A. Concurrent CAD with Digital Breast Tomosynthesis Improves Reading Time and Maintains Performance for Dedicated Breast and General Radiologists / R.A. Benedict, A.Y. Toledo, J. Boatsman [et al.] // ESR. - 2017. - P. 1177.
20. Zuley M.L. Digital breast tomosynthesis versus supplemental diagnostic mammographic views for evaluation of noncalcified breast lesions. / M.L. Zuley, A.I. Bandos, M.A. Ganottetal // Radiology. - 2013. - Vol. 266. - P. 89-95.
21. Jeong M.P. Breast tomosynthesis: Present considerations and future applications / M.P. Jeong, E.A. Franken, M. Garg // Radiographics. - 2007. - Vol. 27 (Suppl. 1). - P. 231-240.
22. Geijer Mats Tomosynthesis of the thoracic spine: added value in diagnosis vertebral fractures in the elderly / Mats Geijer, Eirikur Gunnlaugsson, Simon Gotestrand, Lars Weber, Hakan Geijer // European Society of Radiology. - 2016. - P. 497.
23. King Jenna M. A clinical image preference study comparing digital tomosynthesis with digital radiography for pediatric spinal imaging [Text] / Jenna M. King [et al.] // Proc. SPIE. - 2011. - Vol. 7966. - P.613-620.
24. Низкодозовый томосинтез как эффективный метод скрининга рака легких. [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://himedtech.ru/articles/?SECTION\\_ID=98&ELEMENT\\_ID=312](http://himedtech.ru/articles/?SECTION_ID=98&ELEMENT_ID=312)
25. Yoon Sungwon Analysis of lungnodule detectability and anatomical clutter in tomosynthesis imaging of the chest [Text] / Sungwon Yoon [et al.] // Proc. SPIE. - 2009. - Vol. 7258. - P. 581-592.
26. Cho Min Kook CBCT/CBDT with the equipped x-ray projection system for image-guided proton therapy [Text] / Min Kook Cho [et al.] // Proc. SPIE. - 2009. - Vol. 7258. - P. 582-590.
27. Gislason Amber Dose assessment of digital tomosynthesis in pediatric imaging [Text] / Amber Gislason, Idris A. Elbakri, Martin Reed // Proc. SPIE. - 2009. - Vol. 7258. - P. 585-596.

### Реферат

ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ЦИФРОВОЙ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ - МАЛОДОЗОВЫЙ ТОМОСИНТЕЗ  
Васько Л.М.

Ключевые слова: томосинтез, цифровая рентгенография, линейная томография, компьютерная томография

Рентгенодиагностика, вследствие объективности, высокой оперативности, доступности занимает ведущее место среди методов первичной диагностики. Но такой недостаток исследования как суммирование изображений всех слоев тела пациента существенно снижает эффективность метода. Этому недостатка лишена линейная томография, но она позволяет получать только один срез нужного слоя. Поэтому, в свое время, данная методика уступила место компьютерной томографии, которая обладает высоким разрешением и возможностью многосрезового исследования. Недостатком метода является высокая стоимость обследования и значительная лучевая нагрузка на пациента. Сегодня в клинической практике все большее распространение получает новый метод рентгенологической визуализации, который получил название томосинтеза. При обследовании в режиме томосинтеза используется рентгеновское излучение под разными углами для получения большого количества томографических срезов пациента. Вся информация передается в компьютер, который и синтезирует трехмерное изображение исследуемого органа. Возможность получения большого количества четких срезов исследуемого объекта дает томосинтезу значительные преимущества над традиционной рентгенографией и линейной томографией. Позволяет ему конкурировать с компьютерной томографией, поскольку при сравнимой информативности диагностических изображений оборудования для томосинтеза дешевле, а лучевая нагрузка на пациента меньше, чем при компьютерной томографии. Понятно, что томосинтез не заменяет компьютерно-томографическое обследование, но в ряде случаев их данные практически полностью сопоставимы. В то же время, режим томосинтеза значительно расширяет возможности рентгенодиагностики. Такое исследование уменьшает время получения томограмм и снижает дозовые нагрузки на пациентов при достаточном количестве диагностической информации.

### Summary

INNOVATIVE METHOD OF DIGITAL X-RAY VISUALIZATION: LOW-DOSE TOMOSYNTHESIS

Vasko L. M.

Key words: tomosynthesis, digital radiography, linear tomography, computer tomography

X-ray diagnostics due to its high accuracy and accessibility occupies a leading place among the methods of primary diagnosis. But such a drawback of the investigation as aggregation of images of all the layers of the patient's body significantly reduces the effectiveness of the method. Linear tomography has no this disadvantage, but it allows health care professionals to receive only one section of the layer needed. Therefore, this technique gave way to a computer tomography, which has high resolution and the possibility of multi-layer scanning. The disadvantage of CT examination is its high cost and considerable radiation burden on the patient. Today, in clinical practice, the new method of X-ray imaging, known as tomosynthesis, is becoming increasingly popular. When examining a patient by applying tomosynthesis, X-rays are used at different angles to obtain a large number of patient's tomographic sections. All information is transmitted to a computer, which synthesizes the three-dimensional image of the body researched. The possibility of obtaining a large number of distinct sections of the researched body gives tomosynthesis essential advantages over traditional X-ray and linear tomography. This allows tomosynthesis to compete with computed tomography, since with comparable informaton value of diagnostic images, the equipment for tomosynthesis is cheaper, and the radiation load on a patient is less than that during computer tomography. It is clear that tomosynthesis is not a substitute for computed tomographic examination, but in some cases data obtained by two these techniques are almost completely comparable. At the same time, the mode of tomosynthesis significantly expands the possibilities of X-ray diagnostics. Such examinations reduce the timing of receiving tomograms as well as reduce the dose burden on patients with sufficient amount of diagnostic information provided.