

УДК 616.18-006-091.8

DOI <https://doi.org/10.32782/health-2025.3.6>

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РАДІОЛОГІЧНИХ ТА ПАТОГІСТОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОБРОЯКІСНИХ ТА ЗЛОЯКІСНИХ ПУХЛИН ГРУДНОЇ ЗАЛОЗИ

Лахтарина Руслана Юріївна,
аспірант кафедри патологічної анатомії
Сумського державного університету
ORCID: 0009-0001-8017-788X

Москаленко Роман Андрійович,
доктор медичних наук, професор,
завідувач кафедри патологічної анатомії
Сумського державного університету
ORCID: 0000-0002-2342-0337

Пухлини грудної залози є актуальною проблемою сучасної медицини, що зумовлено їх значною поширеністю та клінічною гетерогенністю. Точна диференціація доброякісних та злоякісних новоутворень є критично важливою для своєчасного та ефективного лікування. Незважаючи на прогрес у візуалізаційних та морфологічних методах, інтеграція даних цих досліджень залишається основою високоточної діагностики.

Мета. Порівняти радіологічні (на основі цифрової маммографії з використанням класифікацій BI-RADS та ACR) та патогістологічні критерії доброякісних і злоякісних пухлин грудної залози з метою визначення діагностичних маркерів, що підвищують точність їх диференціації та оцінки діагностичних можливостей.

Матеріали та методи. Дослідження включало ретроспективний аналіз 145 цифрових мамограм (115 доброякісних, 30 злоякісних) та відповідних гістологічних зразків, отриманих після біопсії або оперативного втручання. Маммографічні зображення оцінювали згідно з класифікаціями BI-RADS та ACR. Патогістологічне дослідження проводили за стандартною методикою з верифікацією гістологічного типу та ступеня інвазивності відповідно до WHO Classification of Breast Tumours, 5th ed.

Результати. Аналіз розподілу за BI-RADS показав, що найбільшу частку становили категорії BI-RADS 2 (24,1%) та BI-RADS 6 (20,7%). За класифікацією ACR переважали типи B (53,7%) та A (28,9%). Виявлено кореляцію між підвищеною щільністю за ACR (особливо C та D) та зростанням частоти виявлення BI-RADS 4–6, що свідчить про ускладнення візуалізації патологій у щільній тканині. Радіологічно доброякісні пухлини часто характеризувалися чіткими, рівними контурами та правильною формою з макрокальцифікатами (типу «попкорн»), тоді як злоякісні – нечіткими, нерівними, спікулоподібними контурами, неправильною формою, високою щільністю та аморфними мікрокальцифікатами.

Висновки. Комплексне використання цифрової маммографії та патогістологічного дослідження значно підвищує точність диференційної діагностики злоякісних пухлин грудної залози. Визначені радіологічні та гістологічні маркери, такі як характер контурів, форма, щільність та тип кальцифікатів, є ключовими для їх розрізнення. Система BI-RADS у поєднанні з оцінкою щільності за ACR відіграє вирішальну роль у стратифікації ризику та виборі подальшої тактики ведення пацієнтів.

Ключові слова: пухлини грудної залози, маммографія, патогістологічне дослідження, BI-RADS, ACR, диференційна діагностика.

Ruslana Lakhtaryna, Roman Moskalenko. Correlation analysis of radiological and pathohistological characteristics of benign and malignant breast tumors

Breast tumors represent a significant challenge in modern medicine due to their high prevalence and clinical heterogeneity. Accurate differentiation between benign and malignant neoplasms is critically important for timely and effective treatment. Despite advances in imaging and morphological techniques, the integration of data from these modalities remains the cornerstone of high-precision diagnostics.

Objective. To compare the radiological (based on digital mammography using the BI-RADS and ACR classifications) and pathohistological criteria of benign and malignant breast tumors in order to identify diagnostic markers that improve the accuracy of their differentiation and assess the diagnostic capabilities.

Materials and Methods. This study involved a retrospective analysis of 145 digital mammograms (115 benign and 30 malignant) along with corresponding histological samples obtained through biopsy or surgical intervention. Mammographic images were evaluated according to the BI-RADS and ACR classifications. Pathohistological examination was conducted using standard methodology, with verification of histological type and degree of invasiveness in accordance with the WHO Classification of Breast Tumours, 5th Edition.

Results. The BI-RADS distribution analysis showed that the largest proportions were BI-RADS category 2 (24.1%) and category 6 (20.7%). According to the ACR classification, types B (53.7%) and A (28.9%) were predominant. A correlation was identified between increased breast density according to ACR (particularly types C and D) and a higher frequency of BI-RADS categories 4–6, indicating challenges in visualizing pathologies in dense breast tissue.

Radiologically, benign tumors were often characterized by well-defined, smooth margins and regular shapes with macrocalcifications (such as «popcorn» type), whereas malignant tumors typically exhibited irregular, spiculated margins, irregular shapes, high density, and amorphous microcalcifications.

Pathohistologically, invasive carcinoma of no special type accounted for 73% of malignant lesions, correlating with spiculated margins and desmoplastic stromal reaction.

Conclusions. The combined use of digital mammography and pathohistological examination significantly improves the accuracy of differential diagnosis of malignant breast tumors. Identified radiological and histological markers – such as margin characteristics, shape, density, and type of calcifications – are key to distinguishing between benign and malignant lesions. The BI-RADS system, together with ACR-based breast density assessment, plays a critical role in risk stratification and in guiding further patient management strategies.

Key words: breast tumors, digital mammography, pathohistological examination, BI-RADS, ACR, differential diagnosis.

Вступ. Злоякісні пухлини грудної залози є найпоширенішими новоутвореннями серед жінок, характеризуючись значною морфологічною та клінічною гетерогенністю. Протокові та лобулярні карциноми становлять близько 90% випадків злоякісних пухлин. Рак грудної залози посідає друге місце у структурі онкологічної захворюваності (11,6%) та четверте – у структурі смертності (6,9%) серед усіх онкологічних патологій. Загалом кожен четвертий випадок раку та кожна шоста смерть від раку у жінок пов'язані з ураженням грудної залози. Найвищий рівень захворюваності спостерігається в Австралії, Північній Америці та Північній Європі [1–3].

Доброякісні пухлини грудної залози також широко поширені серед жінок та включають різноманітні морфологічні форми, такі як фіброаденоми, кісти, внутрішньопротокові папіломи, ліпоми тощо. Незважаючи на доброякісний характер, ці новоутворення можуть імітувати злоякісні за клінічними або рентгенологічними ознаками, а в окремих випадках мати потенціал до малігнізації. Це зумовлює необхідність ретельної диференційної діагностики та раннього виявлення [4–6].

«Золотим стандартом» діагностики пухлин грудної залози є поєднання променевих методів візуалізації (мамографія, томосинтез, УЗД, МРТ) із патогістологічною верифікацією. Променеві методи дають змогу виявити будь-які порушення нормальної анатомії грудних залоз, зокрема вузлові ущільнення, асиметричні вогнища та дисторсії. Натомість патогістологічне дослідження є ключовим для підтвердження або спростування рентгенологічного висновку «suspicious», а також для встановлення гістологічного типу пухлини, ступеня диференціації та наявності молекулярних маркерів [7–9].

Комплексне використання променевих методів візуалізації у поєднанні з патогістологічною діагностикою є критично важливим для точної та своєчасної діагностики пухлин грудної залози [10; 11]. Жоден із методів окремо не дає повної картини патологічного процесу: візуалізація дає змогу виявити морфологічні зміни, оцінити розмір, форму, контури, наявність кальцинатів та ознак інвазії, тоді як патогістологічне дослідження підтверджує або виключає злоякісну етіологію новоутворення [12; 13]. Таким чином, лише синергія променевої діагностики та патогістології забезпечує найвищу точність установлення діагнозу та дає змогу сформувати ефективну індивідуальну стратегію лікування [14; 15].

У роботі вперше проведено комплексне порівняння рентгенологічних характеристик пухлин грудної залози з їхніми патогістологічними відповідниками з метою визначення діагностичних маркерів, які підвищують точність диференціації між доброякісними та злоякісними утвореннями.

Мета дослідження – порівняти патогістологічні та рентгенологічні критерії доброякісних і злоякісних пухлин грудної залози та оцінити діагностичні можливості різних методів виявлення пухлин.

Матеріали і методи. У дослідження включено 145 цифрових мамограм: 115 випадків доброякісних уражень та 30 випадків злоякісних пухлин, підтверджених гістологічно. Додатково ми аналізували гістологічні зображення, отримані після біопсії або оперативного втручання, з метою кореляції морфологічних ознак із результатами променевої візуалізації.

Цифрову мамографію проводили на базі променевого відділення Сумського обласного клінічного онкологічного центру (СОКОЦ) із використанням мамографічної системи VIOLA

у комплекті з комп'ютерним радіографом CR30Xm у стандартних проєкціях (краніокаудальній та медіолатерально-косій). Ми оцінювали рентгенологічні ознаки згідно з класифікацією BI-RADS for Mammography: щільність залози, протокова система, судинні зміни, стан шкіри, ділянки ареоли та аксилярних лімфовузлів, форма, контури, розміри новоутворення, інтенсивність та однорідність, наявність мікрокальцинатів, архітектурна дисторсія, асиметрія тканин, парафокальні зміни.

Гістологічні зразки тканин отримано на базі патологоанатомічного відділення СОКОЦ шляхом тонкогальної аспіраційної біопсії та хірургічного втручання (лампектомія та мастектомія). Патогістологічне дослідження виконано за стандартною методикою (забарвлення гематоксиліном та еозином) із подальшим підтвердженням типу пухлини, ступеня злоякісності, інвазивності згідно з WHO Classification of Breast Tumours, 5th ed [16].

Ми проводили статистичну обробку результатів із використанням стандартних програм Microsoft Excel 365. Результати зіставляли між собою для виявлення кореляції між мамографічними та гістологічними ознаками пухлин.

Результати та обговорення.

Оцінка щільності грудних залоз за класифікацією BI-RADS

У дослідженні ми ретроспективно проаналізували 145 цифрових мамограм, які класифікували відповідно до шкали BI-RADS (Breast Imaging Reporting and Data System). Дефініції категорій BI-RADS були такими: BI-RADS 0 – недостатньо даних для оцінки; BI-RADS 1 – норма, рекомендується стандартне профілактичне обстеження; BI-RADS 2 – доброякісні зміни, рекомендовано планове спостереження; BI-RADS 3 – імовірно доброякісне утворення (ризик злоякісності менше 2%), потребує динамічного спостереження (зазвичай контрольного обстеження через 6 місяців); BI-RADS 4 – підозра на злоякісне утворення (ризик злоякісності від 2% до 95%), рекомендовано проведення біопсії; BI-RADS 5 –

висока ймовірність раку (ризик перевищує 95%), потрібне термінове гістологічне підтвердження та початок лікування; BI-RADS 6 – верифікований рак грудної залози (діагноз уже підтверджено гістологічно) [17]. Розподіл випадків за категоріями BI-RADS наведено в табл. 1.

Найбільшу частку становили категорії BI-RADS 2 (24,1%) та BI-RADS 6 (20,7%). Категорії, що потребують подальшого спостереження (BI-RADS-3), становили 18,6%, а ті, що вимагають біопсії (BI-RADS 4–5), сумарно становили 26,1% від усіх випадків. Це підкреслює важливість ретельного аналізу та точного визначення BI-RADS для подальшої діагностики і тактики ведення пацієнток.

Оцінка щільності грудних залоз за класифікацією ACR

Визначення щільності залозистої тканини за класифікацією American College of Radiology (ACR) є важливим складником оцінки змін у грудних залозах та прогнозування ризику розвитку злоякісних новоутворень [18; 19]. Висока щільність тканини може ускладнювати візуалізацію патологічних утворень на мамограмах, оскільки як нормальна, так і патологічна тканини мають подібну рентгенівську щільність зображення. Система BI-RADS включає класифікацію грудних залоз за рівнем щільності, поділяючи їх на чотири категорії, наведені в табл. 2 та проілюстровані на рис. 1.

Розподіл цифрових мамограм за категоріями ACR наведено в табл. 3.

Згідно з отриманими результатами, найчастіше у досліджуваній вибірці зустрічався тип В – у 53,7% випадків. Тип А зафіксовано у 28,9%, тип С – у 15,8%, тоді як тип D, який вважається найменш сприятливим для раннього виявлення патологій через значне маскування новоутворень, спостерігався лише у 1,3% випадків. Отримані дані свідчать про переважання менш щільних типів тканин (А і В), що сприяє ефективному виявленню патологічних змін при мамографії та дає змогу прогнозувати відносно нижчий рівень

Таблиця 1

Розподіл цифрових мамограм за категоріями BI-RADS

Категорія BI-RADS	Кількість випадків (n)	Відсоток (%)
BI-RADS 1	15	10,3%
BI-RADS 2	35	24,1%
BI-RADS 3	27	18,6%
BI-RADS 4	20	13,7%
BI-RADS 5	18	12,4%
BI-RADS 6	30	20,7%

Таблиця 2

Класифікація щільності грудних залоз (ACR)

Категорія ACR	Опис
A	Майже повністю жирова тканина
B	Розсіяна фіброгландулярна тканина
C	Неоднорідно щільна тканина, яка може маскувати новоутворення
D	Щільна залозиста тканина, яка значно знижує чутливість мамографії

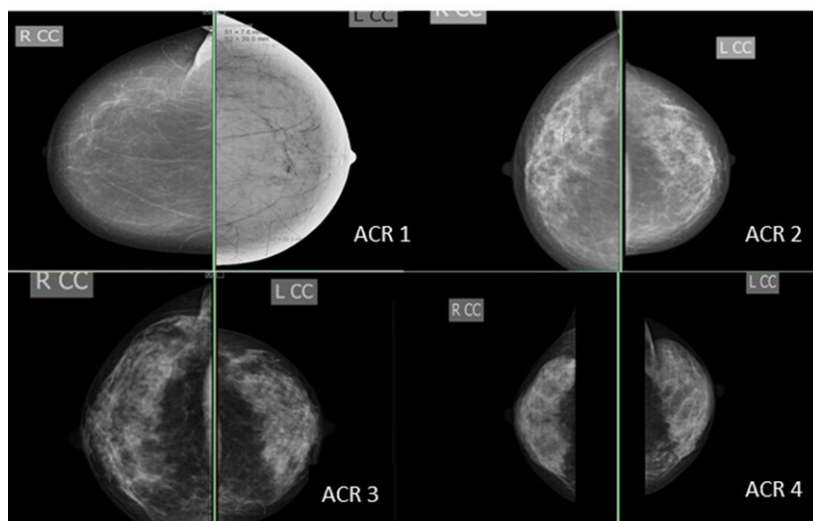


Рис. 1. Типи щільності тканини грудних залоз (ACR 1, 2, 3, 4, СС-проекція)

Таблиця 3

Розподіл цифрових мамограм за категоріями ACR

Категорія щільності за ACR	Кількість (n)	Відсоток (%)
A	42	28,9%
B	78	53,7%
C	23	15,8%
D	2	1,3%

ризик, пов'язаний із високою щільністю молочних залоз у даній популяції. Оцінка щільності тканин грудних залоз є важливим елементом у цифровій мамографії, оскільки вона не лише впливає на якість зображення, а й є незалежним чинником ризику розвитку раку [20].

Кореляція категорій BI-RADS та ACR

Кореляція між категоріями BI-RADS та ACR є важливим аспектом для розуміння впливу щільності грудних залоз на діагностику. Нами було визначено, що найвища частка пацієнток із категоріями BI-RADS 4–6 часто припадала на щільність типу B (ACR-B) та C (ACR-C). Це свідчить про те, що навіть за помірної щільності може бути виявлена значна кількість підозрілих або злоякісних змін. Також ми дослідили, що наявність випадків BI-RADS 5 і 6 за вищої щільності (ACR-C та D) підкреслює зростання частоти сум-

нівних або злоякісних змін у щільнішій паренхімі, що ускладнює їх візуалізацію. У категорії ACR-A переважали BI-RADS 1–2, що є типовим для нещільної, легше візуалізованої тканини.

Отримані результати демонструють умовну позитивну асоціацію між щільністю грудних залоз за шкалою ACR та категорією BI-RADS: зі збільшенням щільності зростає частота виявлення BI-RADS 4–6. Це узгоджується з даними літератури про складність візуалізації патологій у щільній тканині та потенційно вищий ризик неопластичних процесів [21; 22].

Порівняння рентгенологічних доброякісних та злоякісних змін пухлин грудної залози

У ході дослідження ми визначили, що на цифровій мамограмі доброякісні пухлини зазвичай візуалізуються як вузлові утворення з чітко окресленими, рівними краями. Характерними для них

є точкові кальцифікати по периферії ураження або кальцифікати типу «попкорн», розподілені по всьому ураженню. Натомість ми виявили, що злоякісні ураження грудної залози, мають нерівні, нечіткі, часто спікулоподібні контури та характеризуються неправильною формою, різною інтенсивністю та дифузними мікрокальцифікатами. Верхній зовнішній квадрант був найчастішим місцем локалізації раку грудної залози.

Проаналізувавши 145 цифрових мамограм, ми з'ясували, що рентгенологічно рак грудної залози найчастіше візуалізується у вигляді вузла. Він може мати як чіткі, так і нечіткі контури, що свідчить про наявність або відсутність інфільтративного росту. Нечіткі контури, як правило, характерні для інфільтративного протокового або лобулярного раку, тоді як чіткі контури є ознакою медулярного, муцинозного або папілярного типів раку. Медулярний та муцинозний злоякісний процес грудної залози рентгенологічно може імітувати доброякісний процес, наприклад фіброаденому або кісту, особливо у щільній паренхімі грудних залоз, де ці гістологічні типи недостатньо візуалізуються.

Також ми аналізували розміри пухлин за допомогою цифрової мамографії і визначили, що вони є більш точними порівняно з пальпаторними даними. За ступенем прогресування злоякісного процесу може виникати ретракція оточуючих тканин, потовщення та втягнення шкіри і ділянки ареоли.

Окрім вузлової форми, ми також аналізували та описували дифузну форму раку грудної залози. Ми дослідили, що дана форма визначається нерівномірним потовщенням усієї залози або її великої частини. Досить часто дифузна форма корелює з потовщенням шкіри, підшкірно-жирової клітковини та ділянки ареоли. Саме дифузна форма мала ускладнення у вигляді асептичного запалення, що призводить до розвитку мастито-

подібної форми РГЗ. При дифузній формі вузлове ущільнення на цифровій мамограмі, як правило, ми не визначали.

Для підтвердження злоякісної етіології пухлини ми звертали увагу на мікрокальцифікати. Наявність 15 мікрокальцифікатів на 1 см² є достовірною ознакою злоякісного процесу. Мінімальні форми раку грудної залози рентгенологічно проявлялися скупченнями мікрокальцифікатів, локальними архітектурними дисторсіями, тяжистими перебудовами нормальної структури залози або ділянками підвищеної щільності без чіткої диференціації самого пухлинного вузла.

Отже, цифрова мамографія має хорошу чутливість та специфічність у діагностиці пухлинних уражень грудної залози. Однак даний метод обмежений щільністю грудної залози. У разі невідповідних результатів слід рекомендувати повторну біопсію з використанням товстої голки або видалення пухлини, оскільки патогістологічний діагноз є основою ефективного лікування [23–25].

Патогістологічні основи радіологічної картини

Пухлинні вузли злоякісних пухлин грудної залози складаються із власне пухлинних клітин, об'єднаних у солідні поля, кластери, псевдозалози, тяжі, «цуги», окремі клітини, та стромальних компонентів, таких як фіброзна тканина прошарків та десмопластичні зміни навколо пухлинних клітин, судини, нерви, жирова тканина. Важливим компонентом пухлинного вузла є вторинні зміни паренхіматозного (власне пухлинних клітин та їхніх похідних) та строми у вигляді некротичного детриту, крововиливів, ділянок ослизнення, кальцифікатів. Поєднання паренхіматозних, стромальних компонентів пухлини, їх вторинних змін та залишків нормальної тканини створює певні патогістологічні та радіологічні патерни, які корисні в процесі діагностики. Очевидно, що всі компоненти пухлинного вузла

Таблиця 4

Порівняльна таблиця основних мамографічних характеристик доброякісних та злоякісних пухлин грудної залози

Ознака	Доброякісний процес	Злоякісний процес
Контури	Чіткі, рівні	Нечіткі, нерівні, спікулоподібні
Форма	Правильна, округла, овальна	Неправильна, асиметрична
Щільність	Середня (ізоденсна, низька)	Висока
Кальцифікати	Макрокальцифікати типу «попкорн»	Мікрокальцифікати, аморфні, гетероморфні
Асиметрія тканин	Відсутня	Наявна
Вплив на навколишні тканини	Відсутній	Ретракція шкіри, втягнення ділянки соска
Динаміка	Незмінна протягом тривалого часу	Зростає у розмірах за короткий проміжок часу

мають різну рентгенівську щільність, що робить можливим співставлення патогістологічної та радіологічної картин.

Нерівність і поліциклічність пухлинних країв на радіологічних зображеннях РГЗ зумовлені інвазивним ростом пухлинної тканини серед менш щільної жирової тканини, наявністю полів та відрогів щільної фіброзної тканини, явищ десмоплазії навколо пухлинних клітин, вогнищевих вторинних змін (крововиливів, слизоутворення, кальцифікатів, детриту тощо).

Для доброякісних пухлин (зі 115 випадків, що були включені до дослідження) були характерні такі основні морфологічні зміни, як утворення кіст, склероз або фіброз та розростання залозистого компонента (аденоз). Залежно від поведінки епітеліального компонента доброякісну патологію грудної залози поділяють на проліферативну та непроліферативну. Проліферативна патологія грудної залози має різний ступінь проліферації епітеліальних клітин, як правило, в кілька шарів у протоках і часточках (більше одного шару), і включає у себе таку патологію, як папіломи, епітеліальна гіперплазія, склерозивний аденоз. Непроліферативна патологія грудної залози представлена кістами, вистеленими одношаровим апокриновим епітелієм.

Патогістологічна картина доброякісних новоутворень грудної залози збагачується за розривів кіст, апокринової метаплазії, послідовних накопичення і кальцифікації секрету, хронічного запалення, фіброзу з утворенням вузликів (т. зв. формування фіброзно-кістозних змін), що має відповідники на мамографічній радіологічній картині. Проліферативна доброякісна патологія також дає мамографічні наслідки за умов розростання міоепітелію зі стисненням і подальшим розширенням протоків і часточкових просторів. Також доброякісні новоутворення грудної залози варіюють за щільністю тканин (від «нещільних» ліпом до рубцевої щільної фіброзної тканини), що знаходить своє відображення у радіологічній картині.

Типові приклади співставлення радіологічної та патогістологічної картин

Приклад співставлення досліджень злоякісної пухлини

Структура обох грудних залоз симетрична, паренхіма представлена переважно жировим компонентом, що відповідає інволютивному типу будови (ACR-2). У періареолярних зонах візуалізуються ділянки фіброзної тяжистості та залишкового залозистого компонента (аденозу).

Протокова система грудних залоз розширена нерівномірно, без ознак внутрішньопротокових включень чи мікрокальцифікацій. Судинний рисунок збережений. Шкірні покриви не змінені. Лівий сосок дещо втягнутий, що може свідчити про ретракцію тканин. В аксиллярних ділянках ознак лімфаденопатії не виявлено. У лівій грудній залозі, у передній третині нижньо-латерального квадранта, візуалізуються мультифокальні вузли утворення розмірами 2х2,8 см та 1,2х2,1 см; вузлові утворення неправильної форми, з нечіткими, нерівними контурами, що є ознакою інвазивного росту. Вузол 2х2,8 см високої інтенсивності, структура переважно однорідна; ущільнення 1,2х2,1 см зниженої інтенсивності, візуалізується лише в проєкції L CC. Відповідно до класифікації BI-RADS – категорія 6 (гістологічно підтверджена злоякісна патологія).

Тканина пухлини складається з атипових залозистих клітин, що формують солідні поля з тенденцією до утворення псевдозалозистих структур, тяжів і груп клітин хаотичної форми. Відзначається інвазивний ріст у навколишню жирову та сполучну тканину, капсула пухлини відсутня. Також виявлено явища десмоплазії навколо пухлинних комплексів з ознаками ущільнення та гіалінозу сполучної тканини. У пухлинній тканині спостерігалися крововиливи та інші дисциркуляторні розлади у вигляді набряків, стазу, складжування у дрібних судинах, вторинні зміни за типом некрозів.

Приклад співставлення досліджень доброякісної пухлини

Структура обох грудних залоз симетрична, паренхіма представлена переважно жировим компонентом, що відповідає інволютивному типу будови (ACR-2). У періареолярних зонах візуалізуються ділянки фіброзної тяжистості та залишкового залозистого компонента (аденозу). Протокова система грудних залоз розширена нерівномірно, без ознак внутрішньопротокових включень чи мікрокальцифікацій. Судинний рисунок збережений. Шкірні покриви не змінені. В аксиллярних ділянках ознак лімфаденопатії не виявлено. У лівій грудній залозі у задній третині по центру візуалізується вузлове утворення правильної округлої форми з чіткими, рівними контурами, що є ознакою доброякісного експансивного росту. Вузол 1х1,3 см, високої інтенсивності, структура переважно однорідна. Відповідно до класифікації BI-RADS – категорія 2.

Під час патогістологічного дослідження зазначеної пухлини ми встановили переважання стромаль-

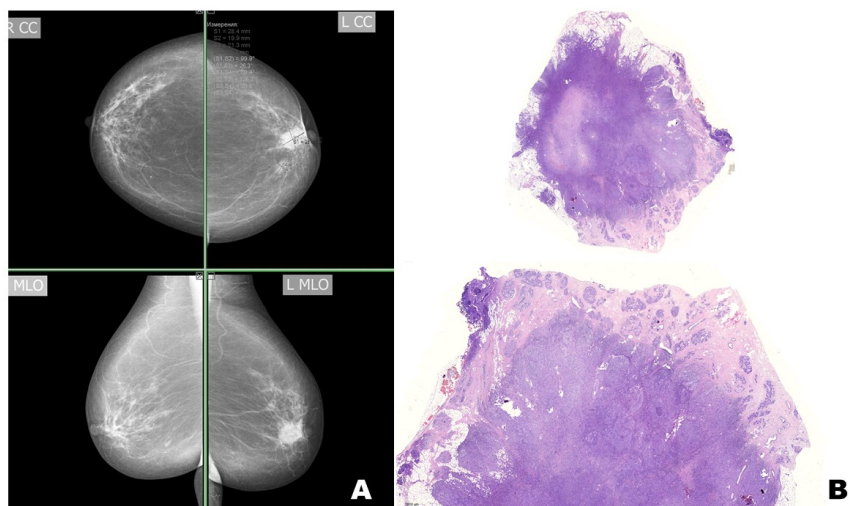


Рис. 2. Порівняння мамографічної та патогістологічної візуалізації інфільтруючої карциноми ГЗ неспецифічного типу. А. Зображення цифрової мамографії у стандартних проекціях (RCC, LCC, RMLO, LMLO). В. Гістологічне дослідження тканини інвазивної протокової карциноми неспецифічного типу. Забарвлення гематоксиліном та еозином, збільшення відповідає маркеру 1000 мкм у лівому нижньому куті гістологічного зображення

ного компонента над епітеліальним з утворенням видовжених щілиноподібних структур. Новоутворення характеризується низькою кількістю клітин і значною кількістю гіалінізованої стромы, що стискує залозистий компонент і формує специфічну гістологічну картину, характерну для фіброаденоми грудної залози. Відзначається наявність чіткої суцільної капсули, що оточує новоутвір.

Співвідношення мамографічних та гістологічних ознак

У контексті діагностики пухлин грудної залози важливим є встановлення зв'язку між зобра-

женнями, отриманими неінвазивними методами (зокрема, цифровою мамографією), та морфологічними змінами, виявленими за допомогою гістологічного аналізу. Такий зв'язок дає змогу не лише підвищити точність діагностики, а й зробити прогнози щодо характеру пухлини ще до біопсії.

Нами було виявлено, що кальцифікати на мамографії часто відповідають протоковій карциномі на місці (ductal carcinoma in situ) під час гістологічного дослідження та високоградієнтній проліферації клітин. Спікулярні краї пухлини на

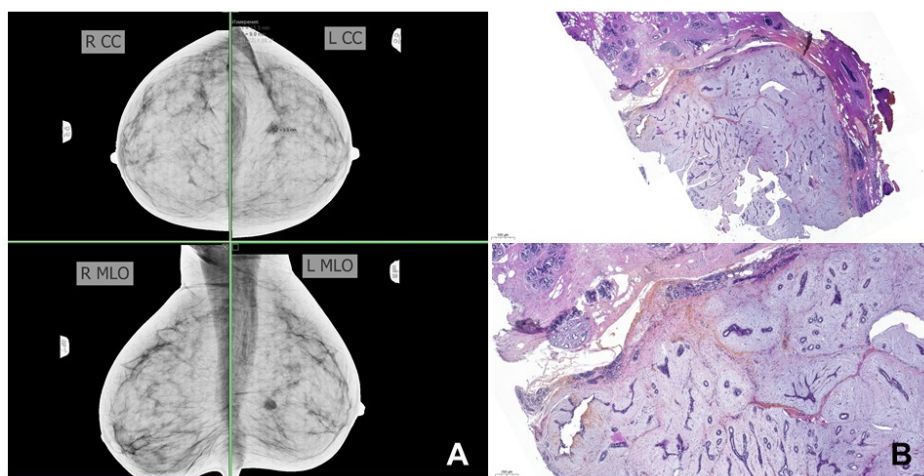


Рис. 3. Порівняння мамографічної та патогістологічної візуалізації фіброаденоми грудної залози. А. Зображення цифрової мамографії у стандартних проекціях (RCC, LCC, RMLO, LMLO). В. Гістологічне дослідження тканини фіброаденоми грудної залози. Забарвлення гематоксиліном та еозином, збільшення відповідає маркерам у лівому нижньому куті гістологічного зображення

мамограмі можуть відповідати інвазивній протоковій карциномі, за якої видно десмопластичну реакцію в навколишній стромі (за гістологією). Розмиті межі утворення на мамографії часто пов'язані з інфільтративним ростом пухлини, що може бути виявлено гістологічно.

Таким чином, мамографічні ознаки (форма, контури, щільність, кальцифікати) корелюють із патогістологічним діагнозом (доброякісний/злаякісний) та конкретним гістологічним типом. Наприклад, спікулоподібні контури на мамограмі часто відповідали інвазивному раку неспецифічного типу на гістології. Натомість «чіткі та рівні контури» на мамограмі корелюють із такими доброякісними утвореннями, як фіброаденоми або кісти. При цьому нерівні нечіткі контури є ознакою інфільтративного росту. Наявність на рентгенівському зображенні «аморфних мікрокальцифікатів» зазвичай пов'язана зі злаякісними утвореннями, тоді як «типові» макрокальцифікати типу «попкорн» є доброякісними.

Кореляція між мамографічним розміром та патологічним розміром є варіативною. Принаймні частина цієї варіації може бути пов'язана з підтипом пухлини.

Висновки. Комплексне використання цифрової мамографії та патогістологічного дослідження є фундаментальним для точної диференційної діагностики доброякісних та злаякісних пухлин грудної залози. Застосування цих методів у поєднанні дає змогу значно підвищити надійність ідентифікації патологічних утворень, знижуючи ризик діагностичних помилок. Радіологічні ознаки, такі як характер контурів (чіткі/рівні проти нечітких/спікулоподібних), форма (правильна/округла проти неправильної/асиметричної), щільність (середня проти високої) та тип кальцифікатів (макрокальцифікати проти аморфних мікрокальцифікатів), виявилися ключовими діагностичними маркерами для розрізнення доброякісних та злаякісних процесів на мамограмах. Установлена кореляція між мамографічними та патогістологічними ознаками підтверджує, що характер радіологічних змін відображає морфологічні особливості пухлинного росту, десмопластичної реакції та вторинних змін у тканинах. Подальші дослідження, спрямовані на кількісну оцінку цих кореляцій, можуть сприяти розробленню більш точних неінвазивних діагностичних алгоритмів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Huang, J., Chan, P. S., Lok, V., Chen, X., Ding, H., Jin, Y., Yuan, J., Lao, X. Q., Zheng, Z. J., Wong, M. C. (2021). Global incidence and mortality of breast cancer: a trend analysis. *Aging*, 13(4), 5748–5803. DOI: <https://doi.org/10.18632/aging.202502>
2. Bray, F., Laversanne, M., Weiderpass, E., Soerjomataram, I. (2021). The ever-increasing importance of cancer as a leading cause of premature death worldwide. *Cancer*, 127(16), 3029–3030. DOI: <https://doi.org/10.1002/cncr.33587>
3. Chen, S., Cao, Z., Prettnner, K., Kuhn, M., Yang, J., Jiao, L., Wang, Z., Li, W., Geldsetzer, P., Bärnighausen, T., Bloom, D. E., Wang, C. (2023). Estimates and projections of the global economic cost of 29 cancers in 204 countries and territories from 2020 to 2050. *JAMA Oncology*, 9(4), 465–472. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamaoncol.2022.7826>
4. Paepke, S., Metz, S., Brea Salvago, A., Ohlinger, R. (2018). Benign breast tumours – diagnosis and management. *Breast Care (Basel, Switzerland)*, 13(6), 403–412. DOI: <https://doi.org/10.1159/000495919>
5. Ramala, S., Kadam, P., Kothari, A. (2023). A comprehensive review of breast fibroadenoma: clinical-pathological correlations. *Cureus*, 15(9), e45119. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.45119>
6. Van Dooijeweert, C., van Diest, P. J., Ellis, I. O. (2022). Grading of invasive breast carcinoma: the way forward. *Virchows Archiv: An International Journal of Pathology*, 480(1), 33–43. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00428-021-03141-2>
7. Dsilva, R. M., Shivalingappa, S. S., Sampangi, S. (2024). Radiology–pathology correlation of hormonal subtypes of breast cancer based on mammography, ultrasound, and PET imaging. *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*, 55, 222. DOI: <https://doi.org/10.1186/s43055-024-01392-y>
8. Sanlı, D. E. T., İçten, G. E., Kul, S., Aslan, Ö., Avdan, A., Yilmaz, E. та ін. (2025). Correlation of radiological and pathological tumor sizes in breast cancer based on molecular subtypes and accompanying DCIS: a retrospective multicenter study. *Academic Radiology*, 32(6), 3511–3518. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.acra.2025.01.037>
9. Galati, F., De Mattheis, L., Marini, M., Roselli, A., Bonomo, L., Pediconi, F. (2022). Radiologic-pathologic correlation in breast cancer: do MRI biomarkers correlate with pathologic features and molecular subtypes? *European Radiology Experimental*, 6, 39. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41747-022-00289-7>
10. Cheng, B. W. T., Fan, Y., Kaushal, A., Sridhar, S. S., Kulkarni, S. R., Elnazir, M. та ін. (2024). Contrast-enhanced mammography imaging features versus molecular subtypes of breast cancer: radiologic–pathologic correlation. *Cureus*, 16(7), e64791. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.64791>
11. Bodewes, F. T. H., van Asselt, A. A., Dorrius, M. D., Greuter, M. J. W., de Bock, G. H. (2022). Mammographic breast density and the risk of breast cancer: a systematic review and meta-analysis. *Breast (Edinburgh, Scotland)*, 66, 62–68. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.breast.2022.09.007>
12. Boere, I., Lok, C., Poortmans, P., Koppert, L., Painter, R., Vd Heuvel-Eibrink, M. M., Amant, F. (2022). Breast cancer during pregnancy: epidemiology, phenotypes, presentation during pregnancy and therapeutic modalities.

Best Practice & Research. Clinical Obstetrics & Gynaecology, 82, 46–59. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2022.05.001>

13. Merino Bonilla, J. A., Torres Tabanera, M., Ros Mendoza, L. H. (2017). Breast cancer in the 21st century: from early detection to new therapies [El cáncer de mama en el siglo XXI: de la detección precoz a los nuevos tratamientos]. *Radiologia*, 59(5), 368–379. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rx.2017.06.003>

14. Mohan, R., Selvakumar, A. S., S. R., K. M., S. S., Kathiah, R., T. R., Rajan Prasaad, P., Kumar, S. D., K. S. (2024). Correlation of histopathology and radiological findings among the diverse breast lesions in a tertiary care centre. *Cureus*, 16(1), e52097. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.52097>

15. Liu, L., Yu, C., Fan, Q., Zeng, B. (2025). Performance of digital breast tomosynthesis with digital mammography for detecting breast cancer in the diagnostic setting: a meta-analysis. *Clinical and Experimental Medicine*, 25(1), 241. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10238-025-01789-7>

16. World Health Organization. (2019). Breast tumours: WHO classification of tumours (5th ed., Vol. 2). Geneva, Switzerland: WHO Classification of Tumours Editorial Board.

17. Gastouni, A., McCarthy, A. M., Pantalone, L., Synnestvedt, M., Kontos, D., Conant, E. F. (2019). Effect of mammographic screening modality on breast density assessment: digital mammography versus digital breast tomosynthesis. *Radiology*, 291(2), 320–327. DOI: <https://doi.org/10.1148/radiol.2019181740>

18. Expert Panel on Breast Imaging, Lewin, A. A., Moy, L., Baron, P., Didwania, A. D., di Florio-Alexander, R. M., Hayward, J. H., Le-Petross, H. T., Newell, M. S., Rewari, A., Scheel, J. R., Stuckey, A. R., Suh, W. W., Ulaner, G. A., Vincoff, N. S., Weinstein, S. P., Slanetz, P. J. (2019). ACR Appropriateness Criteria® Stage I breast cancer: initial workup and surveillance for local recurrence and distant metastases in asymptomatic women. *Journal of the American College of Radiology: JACR*, 16(11S), S428–S439. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2019.05.024>

19. Expert Panel on Breast Imaging, Niell, B. L., Jochelson, M. S., Amir, T., Brown, A., Adamson, M., Baron, P., Bennett, D. L., Chetlen, A., Dayaratna, S., Freer, P. E., Ivansco, L. K., Klein, K. A., Malak, S. F., Mehta, T. S., Moy, L., Neal, C. H., Newell, M. S., Richman, I. B., Schonberg, M., ... Slanetz, P. J. (2024). ACR Appropriateness Criteria® female breast cancer screening: 2023 update. *Journal of the American College of Radiology: JACR*, 21(6S), S126–S143. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2024.02.019>

20. Expert Panel on Breast Imaging, McDonald, E. S., Scheel, J. R., Lewin, A. A., Weinstein, S. P., Dodelzon, K., Dogan, B. E., Fitzpatrick, A., Kuzmiak, C. M., Newell, M. S., Paulis, L. V., Pilewskie, M., Salkowski, L. R., Silva, H. C., Sharpe, R. E., Jr, Specht, J. M., Ulaner, G. A., Slanetz, P. J. (2024). ACR Appropriateness Criteria® imaging of invasive breast cancer. *Journal of the American College of Radiology: JACR*, 21(6S), S168–S202. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2024.02.021>

21. Kim, S. Y., Woo, O. H. (2024). Implications of digital breast tomosynthesis in breast cancer screening: reducing advanced breast cancers. *Radiology*, 312(3), e242008. DOI: <https://doi.org/10.1148/radiol.242008>

22. Pattacini, P., Nitrosi, A., Giorgi Rossi, P., Iotti, V., Ginocchi, V., Ravaioli, S., Vacondio, R., Braglia, L., Cavuto, S., Campari, C., RETomo Working Group. (2018). Digital mammography versus digital mammography plus tomosynthesis for breast cancer screening: the Reggio Emilia tomosynthesis randomized trial. *Radiology*, 288(2), 375–385. DOI: <https://doi.org/10.1148/radiol.2018172119>

23. Wang, Y., Li, Y., Song, Y., Chen, C., Wang, Z., Li, L., Liu, M., Liu, G., Xu, Y., Zhou, Y., Sun, Q., Shen, S. (2022). Comparison of ultrasound and mammography for early diagnosis of breast cancer among Chinese women with suspected breast lesions: a prospective trial. *Thoracic Cancer*, 13(22), 3145–3151. DOI: <https://doi.org/10.1111/1759-7714.14666>

24. Liu, H., Zhan, H., Sun, D., Zhang, Y. (2020). Comparison of BSGI, MRI, mammography, and ultrasound for the diagnosis of breast lesions and their correlations with specific molecular subtypes in Chinese women. *BMC Medical Imaging*, 20(1), 98. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12880-020-00497-w>

25. Tian, R., Lu, G., Zhao, N., Qian, W., Ma, H., Yang, W. (2024). Constructing the optimal classification model for benign and malignant breast tumors based on multifeature analysis from multimodal images. *Journal of Imaging Informatics in Medicine*, 37(4), 1386–1400. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10278-024-01036-7>