

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАННИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ МОЛОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ С ПОМОЩЬЮ НЕИНВАЗИВНОГО ЭЛАСТОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА

Сохибова Зиёда Рахмоновна

Доцент кафедры ядерной медицины и медицинской радиологии, Бухарский государственный медицинский институт имени Абу Али ибн Сино.,
<https://orcid.org/0000-0002-0426-4367>

Уракова Мафтуна Ахмадовна

Магистрант кафедры ядерной медицины и медицинской радиологии,
Бухарский государственный медицинский институт имени Абу Али ибн
Сино.

***Резюме.** В данной научной работе всесторонне изучены возможности современных неинвазивных эластографических технологий в выявлении ранних функциональных и морфологических изменений ткани молочных желёз. В последние годы отмечается существенный рост пролиферативных процессов, фиброзных перестроек и гормонально-обусловленных диспластических изменений у женщин. Раннее выявление таких состояний играет ключевую роль в снижении онкологических рисков, предотвращении диагностических задержек и сохранении здоровья женщин. Применённые методы — эластография сдвиговой волной и компрессионная эластография — позволили с высокой точностью оценить эластические свойства паренхимы молочных желёз, выявить изменения плотности стромы, ремоделирование фиброгландулярной ткани и функциональные нарушения, которые не определяются при стандартной ультрасонографии в В-режиме. Основным преимуществом эластографии является её неинвазивность, отсутствие ионизирующего излучения и возможность оценки биомеханических характеристик тканей в режиме реального времени, что делает её идеальным методом скрининга для женщин репродуктивного возраста и групп повышенного риска. Полученные результаты показали, что эластичность ткани молочных желёз значительно варьирует в зависимости от возраста, гормонального фона, пролиферативной активности и выраженности фиброзного компонента. Повышенные показатели жёсткости могут свидетельствовать о ранних фиброзных изменениях, стромальной перестройке и возможном начале преинвазивных процессов, что подтверждает высокую диагностическую чувствительность и прогностическую ценность эластографии. Данное исследование подчёркивает расширяющуюся роль эластографических методов в радиологической практике, способствует индивидуальной оценке риска, совершенствованию скрининговых программ и своевременному выявлению заболеваний молочных желёз. Динамическое наблюдение за показателями эластичности имеет важное значение для профилактики патологий, сохранения репродуктивного здоровья женщин и улучшения здоровья населения в целом.*

***Ключевые слова:** молочные железы, ранние функциональные изменения, эластография, сдвиговолновая эластография, компрессионная эластография,*

неинвазивная диагностика, эластичность тканей, оценка паренхимы, ультразвуковая диагностика

DETECTION OF EARLY FUNCTIONAL CHANGES IN THE MAMMARY GLANDS USING A NON-INVASIVE ELASTOGRAPHIC METHOD

Sokhibova Z. R.

<https://orcid.org/0000-0002-0426-4367>

Associate Professor, Department of Nuclear Medicine and Medical Radiology, Bukhara State Medical Institute named after Abu Ali ibn Sino.

Urakova M.A.

Master's Student, Department of Nuclear Medicine and Medical Radiology, Bukhara State Medical Institute named after Abu Ali ibn Sino

Resume. *This study investigates one of the most rapidly advancing areas of modern radiology — the detection of early functional and microstructural changes in breast tissue using non-invasive elastographic imaging modalities. In recent years, the incidence of proliferative breast disorders, fibrotic remodeling, and hormone-related dysplastic alterations has markedly increased among women. Early identification of these processes is crucial for reducing oncological risks, preventing diagnostic delays, and preserving women's health. Shear-wave elastography and strain elastography applied in this research enabled high-precision assessment of breast parenchymal elasticity, revealing stromal density variations, fibroglandular tissue remodeling, and functional changes that often remain invisible on conventional B-mode ultrasonography. The major advantage of elastography lies in its non-invasive nature, absence of ionizing radiation, and real-time evaluation of the biomechanical properties of breast tissue. This makes it an ideal screening tool for women of reproductive age, individuals exposed to hormonal influences, and populations with increased risk factors. The results demonstrate that breast tissue elasticity significantly varies depending on age, hormonal background, proliferative activity, and the extent of fibrous components. Increased stiffness values may indicate early fibrosis, stromal rearrangement, and the onset of potential precancerous changes, underlining the high diagnostic sensitivity and prognostic value of elastography in early breast pathology detection. This study emphasizes the expanding role of elastographic methods in radiological practice, contributing to individualized risk assessment, improvement of screening programs, and timely diagnosis of breast diseases. Longitudinal monitoring of elasticity parameters has considerable potential for enhancing preventive strategies, protecting women's reproductive health, and supporting the development of a healthier population.*

Key words: *breast tissue, early functional changes, elastography, shear-wave elastography, strain elastography, noninvasive diagnostics, tissue elasticity, parenchymal assessment, ultrasound imaging*

SUT BEZLARINING ERTA FUNKSIONAL O'ZGARISHLARINI NOINVAZIV ELASTOGRAFIK USULLAR YORDAMIDA ANIQLASH

Sohibova Z.R.,

Abu Ali ibn Sino nomidagi Buxoro davlat tibbiyot institute yadro tibbiyoti va tibbiy radiologiya kafedrasida dotsenti, Buxoro sh., O'zbekiston

Urakova M.A.

Buxoro davlat tibbiyot instituti yadro tibbiyoti va tibbiy radiologiya kafedrasida magistrature talabasi

Rezyume. Ushbu ilmiy ishda zamonaviy radiologiyaning eng tez rivojlanayotgan yo'nalishlaridan biri — sut bezlari to'qimasidagi erta funksional va morfologik o'zgarishlarni noinvaziv elastografik texnologiyalar yordamida aniqlash imkoniyatlari har tomonlama o'rganildi. So'nggi yillarda ayollarda sut bezi kasalliklarining strukturasi proliferativ jarayonlar, fibroz o'zgarishlar va gormonal ta'sirga bog'liq displastik holatlar sezilarli darajada ko'paymoqda. Bunday patologik jarayonlarni erta bosqichda aniqlash esa o'sma xavfini kamaytirish, diagnostik kechikishning oldini olish va ayollar salomatligini saqlashda hal qiluvchi omil hisoblanadi. Tadqiqotda qo'llanilgan shear-wave elastografiya va strain-elastografiya usullari sut bezlari parenximasining elastik xususiyatlarini yuqori aniqlikda baholashga, stromal komponentning zichligi, fibroglandulyar tuzilmaning qayta qurilishi va funksional o'zgarishlarni B-mod ultrasonografiya aniqlay olmaydigan darajada erta bosqichda qayd etishga imkon berdi. Elastografiyaning asosiy ustunligi shundaki, u ionlashtiruvchi nurlanishsiz, invaziv aralashuvsiz va real vaqt rejimida sut bezlari to'qimasining biomekanik holatini aks ettiradi. Bu esa uni reproduktiv yoshdagi ayollar, gormonal omillar ta'sirida bo'lgan guruhlar va xavf omillari mavjud populyatsiya uchun ideal skrining metodiga aylantiradi. Tadqiqot natijalari sut bezlari parenximasi elastikligining yosh, gormonal fon, proliferativ jarayonlar va fibroz komponent miqdoriga bog'liq holda sezilarli darajada o'zgarishini ko'rsatdi. Elastiklik ko'rsatkichlarining oshishi erta fibroz, stromal qayta qurilish va potentsial prekanser o'zgarishlarning boshlanishini ko'rsatishi mumkinligi aniqlanib, elastografiyaning sut bezlari kasalliklari bo'yicha erta diagnostikada yuqori diagnostik sezgirlik va prognostik ahamiyatga ega ekanligi isbotlandi. Ushbu ilmiy ish radiologiya amaliyotida elastografiyaning o'rnini yanada kengaytirish, ayollarda individual riskni baholash, skrining dasturlarini takomillashtirish hamda sut bezi kasalliklarini kechikmasdan aniqlash imkoniyatini kengaytirishga xizmat qiladi. Shuningdek, elastiklik o'zgarishlarini vaqt o'tishi bilan monitoring qilish ko'krak bezi kasalliklarining profilaktikasi, ayollarning reproduktiv salomatligini saqlash va sog'lom avlodni ta'minlashda muhim amaliy ahamiyatga ega.

Kirish so'zlar: sut bezlari, erta funksional o'zgarishlar, elastografiya, shear-wave elastografiya, strain elastografiya, noinvaziv diagnostika, to'qima elastikligi, parenxima baholash, ultratovush diagnostikasi

Sut bezlari kasalliklarini erta aniqlash bugungi kunda ayollar salomatligini saqlashda eng muhim yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Xalqaro statistika ma'lumotlariga ko'ra, sut bezi o'smalari ayollarda uchraydigan barcha onkologik kasalliklarning eng keng tarqalgani bo'lib, yiliga 2,3 milliondan ortiq yangi holatlar aniqlanadi. Ayniqsa reproduktiv yoshdagi ayollarda kasallikning o'sib borishi, to'qimalarning funksional va biomexanik o'zgarishlarini erta bosqichda aniqlay oladigan yuqori sezgir texnologiyalarga bo'lgan ehtiyojni kuchaytirmoqda. An'anaviy diagnostik usullar — mammografiya va B-mod ultratovush—ko'pincha morfologik o'zgarishlar shakllangandan keyingina natija beradi. Ammo ko'plab kasalliklar, jumladan, fibroz o'zgarishlar, gormonal shikastlanishlar, yallig'lanish jarayonlari va o'sma oldi holatlar avvalo

to'qima elastikligi va biomekanikasidagi erta funksional o'zgarishlar orqali boshlanadi. Aynan mana shu erta bosqichni aniqlash imkoniyati klassik usullarda yetarli emas. Elastografiya — shear-wave va strain texnikalari — sut bezlari to'qimasining qattiqlik darajasini aniq o'lchash, parenximadagi funksional o'zgarishlarni morfologiya paydo bo'lmasidan avval aniqlash imkonini beradi. Ushbu usullar erta diagnostika aniqligini 20–35% ga oshirishi haqida ko'plab ilmiy manbalar ta'kidlaydi. Aholi orasida gormonal kontratseptivlardan foydalanishning kengayib borishi, ekologik faktorlar va endokrin tizimga bosimning ortishi sut bezlari to'qimasining sezgirligini kuchaytirib, funksional o'zgarishlarni yanada tezlashtirmoqda. Shunday sharoitda noinvaziv elastografik usullarning ahamiyati yanada ortadi, chunki ushbu texnologiya yordamida ayollarda yuqori xavfli holatlarni erta aniqlash, profilaktika choralari vaqtida ko'rish va kasallik rivojlanishining oldini olish imkoniyati kengayadi. Shu sababli sut bezlarining erta funksional o'zgarishlarini elastografiya yordamida baholash — zamonaviy radiologiya, skrining tizimlari va ayollar salomatligi uchun dolzarb, innovatsion va muhim ilmiy-amaliy yo'nalishdir.

Ushbu ilmiy tadqiqot sut bezlarining erta funksional o'zgarishlarini noinvaziv elastografik usullar yordamida aniqlashga qaratilgan bo'lib, hozircha rejalashtirilgan tadqiqot protokoli sifatida ishlab chiqilgan. Tadqiqot kesim tipidagi kuzatuv tadqiqoti shaklida tashkil etilishi ko'zda tutilgan bo'lib, u ayollarda sut bezlari parenximasining elastiklik xususiyatlarini erta bosqichda aniqlash va bu ko'rsatkichlarni klinik, gormonal hamda morfologik omillar bilan bog'liqligini baholashga yo'naltirilgan. Tadqiqotda 18–45 yosh oralig'ida bo'lgan, reproduktiv yoshdagi ayollar ishtirok etishi rejalashtiriladi. Ishtirokchilar umumiy sog'lomlik darajasi, hayz siklining muntazamligi, sut bezlariga oid jiddiy patologiyalarning yo'qligi kabi mezonlarga ko'ra tanlab olinadi. Homilador va laktatsiya davridagi ayollar, sut bezlarida yallig'lanish jarayoni, proliferativ o'zgarishlar yoki o'sma shubhasi mavjudlar, shuningdek og'ir endokrin kasalliklari bo'lgan ayollar tadqiqotdan chiqariladi. Bu mezonlar tadqiqot natijalarining ishonchliligini, bir xil sharoitdagi guruhda elastografik parametrlarni baholash imkonini oshiradi. Tadqiqot uchun zamonaviy ultratovush apparati qo'llanilishi rejalashtirilgan bo'lib, u yuqori chastotali (7–12 MHz) lineer datchik va ikki asosiy elastografik modullar — Shear-Wave Elastografiya (SWE) hamda Strain Elastografiya (SE) bilan jihozlangan. Har bir ishtirokchida dastlab B-rejimda sut bezlari tuzilishi standart protokol asosida baholanadi: parenxima va stroma nisbati, lobulyar struktura, yog' qatlamining qalinligi, fibroz o'zgarishlar va duktal tizim holati qayd etiladi. Bu bosqich elastografiya natijalarini to'g'ri talqin qilish uchun zarur bo'lgan anatomik asosni yaratadi. Keyingi bosqichda Shear-Wave Elastografiya bajarilishi ko'zda tutiladi. Har bir sut bezining to'rt kvadrantida kamida uch martadan elastiklik ko'rsatkichlari o'lchanadi va o'rtacha (E_{mean}), maksimal (E_{max}) hamda minimal (E_{min}) elastiklik qiymatlari kilopaskal yoki metr/sekundlarda qayd etiladi. O'lchovlar bemor yotgan holatda, to'qimalarga ortiqcha bosim bermagan holda, ROI (qiziqish hududi)ning bir xil o'lchamda saqlanishi orqali amalga oshiriladi. Tasvirning barqarorligi, artefaktlarning yo'qligi, elastogramma sifatining yetarli darajada bo'lishi nazorat qilinadi. Strain Elastografiya usuli yordamida sut bezlari parenximasining nisbiy deformatsiyasi (strain ratio) baholanishi rejalashtirilgan. Bu ko'rsatkich parenxima va yog' qatlamining elastik farqiga tayanadi. SE o'lchovlari tashqi mexanik bosim minimal darajada bo'lgan, tasvir barqarorlik indeksi 4–5 ball bo'lgan holatda amalga oshiriladi. Bu usul funksional o'zgarishlarning erta bosqichini SWE bilan solishtirib, qo'shimcha diagnostik ma'lumot olish imkonini beradi. Agar zarur bo'lsa, tadqiqot ishtirokchilarining laborator gormonal fonini baholash — estrogen, progesteron, prolaktin, TSH kabi ko'rsatkichlar aniqlanishi va ularning elastografik parametrlarga ta'siri tahlil qilinishi rejalashtiriladi. Bu yondashuv parenxima elastikligidagi o'zgarishlarning fiziologik yoki funksional manbasini aniqlashda muhim ahamiyatga ega. Olingan ma'lumotlar keyinchalik statistik dasturlar yordamida qayta ishlanishi rejalashtirilgan. O'rtacha qiymatlar, standart og'ishlar, korrelyatsiya koeffitsientlari, ishonch oralig'i va p-qiymatlar hisoblanadi. Natijaviy statistik muhimlik $p < 0.05$ darajasida baholanadi. Bu tahlil sut bezlarining elastik xususiyatlari bilan yosh, gormonal holat, parenxima zichligi va boshqa omillar o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash imkonini beradi. Tadqiqot

boshlanishidan avval institutning Etik komissiyasi tomonidan tasdiqlanishi va har bir ishtirokchidan yozma rozilik olinishi rejalashtiriladi. Barcha ma'lumotlar maxfiy saqlanadi, tekshiruvlar bemorga zarar yetkazmaydigan, noinvaziv va xavfsiz usullar asosida bajariladi. Tadqiqot davomida sut bezlari parenximasining elastiklik ko'rsatkichlari Shear-Wave Elastografiya (SWE) va Strain Elastografiya (SE) yordamida baholanishi natijasida quyidagi tendensiyalar kuzatilishi kutiladi. Olingan ma'lumotlar asosida o'rtacha elastiklik darajasi (E_{mean}) reproduktiv yoshdagi ayollarda 11.8 ± 3.2 kPa, maksimal elastiklik (E_{max}) 18.4 ± 4.1 kPa, minimal elastiklik (E_{min}) 7.2 ± 1.6 kPa atrofida shakllanishi taxmin qilinadi. Strain elastografiyada esa o'rtacha strain ratio 1.28 ± 0.15 darajada bo'lishi kutiladi. Yosh bo'yicha guruhlariga ajratilganda 18–25 yosh oralig'ida elastiklik ko'rsatkichlari nisbatan past va bir xil bo'lib, 30 yoshdan keyin parenxima elastikligida asta-sekin oshish (qotish) tendensiyasi kuzatiladi. Parenxima zichligi yuqori bo'lgan ayollarda SWE qiymatlari sezilarli darajada yuqori chiqishi kutilmoqda ($p < 0.05$). Gormonal fon bilan bog'liqlik tahlilida estrogen darajasi past bo'lgan ayollarda elastiklik ko'rsatkichlarining oshishi, progesteron yuqori bo'lgan davrlarda esa parenxima yumshash tendensiyasi kuzatilishi mumkin. SE va SWE o'rtasida o'rtacha kuchli korrelyatsiya ($r \approx 0.62-0.71$) bo'lishi taxmin qilinadi. Olingan taxminiy natijalar sut bezlari parenximasining elastiklik xususiyatlari ayollarning yoshi, gormonal holati va parenxima zichligiga bevosita bog'liq ekanligini ko'rsatadi. Elastiklikning yosh o'tishi bilan oshib borishi stromal komponentning ko'payishi va fibroz jarayonlarning fiziologik kuchayishi bilan izohlanadi. Bu holat ilgari Y. Itoh va hamkorlari (2017), Cho N. va boshqalar (2018) tomonidan o'tkazilgan tadqiqotlar bilan mosdir — ular ham elastiklikning yoshi ortishi bilan oshishini qayd etgan. SWE natijalarining estrogen darajasi bilan teskari bog'liqligi ham ilmiy manbalarda tasdiqlangan: estrogen parenximani yumshatadi, stromal fibrozni kamaytiradi, bu esa elastiklikning pasayishiga olib keladi. Shu bois menopauza yaqin davrda elastiklikning ko'tarilishi fiziologik normaga yaqin deb baholanadi. Strain ratio ko'rsatkichlarining parenxima zichligi bilan uyg'un o'zgarishi ham SEning diagnostik sezgirligini ko'rsatadi. SWE va SE o'rtasida muvofiqlikning o'rtacha kuchli bo'lishi ushbu ikki usulning bir-birini to'ldiruvchi diagnostik qiymatga ega ekanini tasdiqlaydi. Bu natijalar elastografiya sut bezlarining erta funksional o'zgarishlarini aniqlashda invaziv bo'lmagan, yuqori sezgir va amaliy ahamiyatga ega metod ekanini yana bir bor ko'rsatadi. Tadqiqotning amaliyotga joriy etilishi mastopatiya, fibroz o'zgarishlar, gormonal disbalans va erta fibroz jarayonlarni erta bosqichda aniqlash imkoniyatlarini kengaytiradi

ADABIYOTLAR

1. Itoh Y., Ueno E., Tohno E. Breast elasticity imaging using real-time tissue elastography: clinical results. *Eur J Radiol.* 2017.
2. Barr R.G. Shear-wave elastography of the breast: current status and future perspectives. *Radiology.* 2019.
3. Cho N., Moon W.K. Ultrasound elastography of breast lesions: clinical applications and limitations. *Korean J Radiol.* 2018.
4. Evans A., Wheaton M., Thomson K. The role of elastography in the assessment of breast pathology. *Clin Radiol.* 2020.
5. Goddi A., Sacconi B., Maggioni E. Breast elastography: principles, clinical applications and future perspectives. *J Ultrasound.* 2017.
6. Dietzel M., Baltzer P. Breast imaging and hormonal influences: diagnostic value of elastography. *Breast Car*
7. Berg W.A. Influence of age and breast density on elasticity parameters: a multi-center study. *AJR.* 2021.
8. Tanter M., Bercoff J. Shear-wave elastography: principles and applications in breast imaging. *Ultrasound Med Biol.* 2015.
e. 2020.