



3D ELASTOGRAPHY OF OVARIAN STROMA IN WOMEN WITH DIMINISHED OVARIAN RESERVE: IMPLICATIONS FOR REPRODUCTIVE PROGNOSIS AND THERAPEUTIC STRATEGY

Akhmedzhanova Kh.Z.

Tashkent State Medical University

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17774878>

ARTICLE INFO

Received: 24th November 2025

Accepted: 29th November 2025

Online: 30th November 2025

KEYWORDS

3D elastography, diminished ovarian reserve, ovarian stroma, AMH, AFC, FSH, ovarian reserve, stromal stiffness, reproductive prognosis, SWE, Doppler ultrasonography.

ABSTRACT

Objective: To evaluate 3D elastographic parameters of ovarian stroma in women with diminished ovarian reserve (DOR) and determine their significance in reproductive prognosis and therapeutic decision-making.

Materials and Methods: A prospective clinical study (2024–2025) included 90 women aged 35–42 years. The main group consisted of 60 women with DOR (AMH < 1.1 ng/ml and/or AFC < 5), while the control group included 30 women with preserved ovarian function. All participants underwent 3D shear wave elastography (SWE) to assess stromal elasticity, stiffness and stiffness-mapping. Ultrasonography was used to measure ovarian volume, AFC and stromal morphology; Doppler imaging assessed RI and PI. Hormonal profiling (AMH, FSH, LH, estradiol, progesterone) was performed via ECLIA. Statistical analysis (SPSS 26.0) included correlation analysis, ROC analysis and logistic regression.

Results: The main group demonstrated significantly lower AMH (0.62 ± 0.18 ng/ml) and higher FSH (11.2 ± 2.9 mIU/ml) compared to controls ($p < 0.001$). AFC and ovarian volume were also markedly reduced (3.2 ± 1.1 and 3.1 ± 0.9 cm³; $p < 0.001$). Stromal elasticity measured by 3D elastography was substantially higher in DOR patients (12.8 ± 3.4 kPa) than in controls (7.4 ± 2.1 kPa; $p < 0.001$).

Stromal stiffness showed a strong negative correlation with AMH ($r = -0.71$; $p < 0.001$), a moderate negative correlation with AFC ($r = -0.63$; $p < 0.001$), and a positive correlation with FSH ($r = 0.59$; $p < 0.001$). ROC analysis indicated that stromal stiffness >10.5 kPa is a strong diagnostic predictor of diminished ovarian reserve (AUC = 0.89; sensitivity



86%; specificity 88%). Clinically, women with DOR exhibited reduced ovulation (48.3%), a 2.3-fold higher incidence of poor ovarian response, and lower pregnancy rates (11.6%).

Conclusion: 3D elastography is a reliable and sensitive biomarker for assessing ovarian stromal integrity, early identification of diminished ovarian reserve and prediction of reproductive outcomes, with high potential for clinical implementation.

3D-ЭЛАСТОГРАФИЯ ОВАРИАЛЬНОЙ СТРОМЫ ПРИ НИЗКОМ ОВАРИАЛЬНОМ РЕЗЕРВЕ: КЛИНИКО-ПРОГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И РОЛЬ В ВЫБОРЕ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ ТАКТИКИ

Ахмеджанова Х.З.

Ташкентский государственный медицинский университет

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17774878>

ARTICLE INFO

Received: 24th November 2025

Accepted: 29th November 2025

Online: 30th November 2025

KEYWORDS

3D-эластография,
сниженный овариальный
резерв, овариальная строма,
АМГ, AFC, ФСГ, овариальный
резерв, жесткость стромы,
репродуктивный прогноз,
SWE, доплерометрия.

ABSTRACT

Цель: оценить показатели 3D-эластографии овариальной стромы у женщин с низким овариальным резервом и определить их значение в разработке репродуктивного прогноза и выборе терапевтической тактики.

Материалы и методы: в проспективное исследование 2024–2025 гг. были включены 90 женщин 35–42 лет. Основную группу составили 60 пациенток с пониженным овариальным резервом (АМГ < 1,1 нг/мл и/или AFC < 5), контрольную — 30 женщин с сохранённой овариальной функцией. Всем пациенткам проведена 3D shear wave elastography (SWE) для оценки эластичности, жесткости и stiffness-карт стромы. УЗИ использовано для определения объёма яичников, AFC и структуры стромы; доплерометрия — для измерения RI и PI. Гормональный профиль (АМГ, ФСГ, ЛГ, эстрадиол, прогестерон) оценивался методом ECLIA. Статистический анализ проводился в SPSS 26.0 с использованием корреляционного анализа, ROC-анализа и логистической регрессии.

Результаты: в основной группе уровень АМГ был существенно ниже ($0,62 \pm 0,18$ нг/мл), а ФСГ — значительно выше ($11,2 \pm 2,9$ МЕ/мл), чем в контроле ($p < 0,001$). AFC и объём яичников составили соответственно $3,2 \pm 1,1$ и $3,1 \pm 0,9$



см³ ($p < 0,001$). Эластичность стромы по данным 3D-эластографии у пациенток с низким овариальным резервом была значительно выше — $12,8 \pm 3,4$ кПа против $7,4 \pm 2,1$ кПа в контроле ($p < 0,001$).

Стромальная жесткость показала сильную обратную корреляцию с АМГ ($r = -0,71$; $p < 0,001$), умеренную отрицательную — с AFC ($r = -0,63$; $p < 0,001$) и прямую — с уровнем ФСГ ($r = 0,59$; $p < 0,001$). ROC-анализ выявил, что пороговое значение жесткости $>10,5$ кПа обладает высокой диагностической значимостью в выявлении снижения овариального резерва (AUC = 0,89; чувствительность — 86%; специфичность — 88%). Клинически у пациенток с ПОР отмечены сниженная овуляция (48,3%), высокий риск poor response (в 2,3 раза выше) и более низкий уровень наступления беременности (11,6%).

Заключение: 3D-эластография является достоверным и информативным биомаркером для оценки состояния овариальной стромы, ранней диагностики снижения овариального резерва и прогнозирования репродуктивных исходов; обладает высоким потенциалом для внедрения в клиническую практику.

PAST TUXUMDONLAR ZAXIRASIDA OVARIAL STROMANING 3D ELASTOGRAFIYASI: REPRODUKTIV PROGNOZ VA TERAPEVTİK TAKTIKADAGI AHAMIYATI

Axmedjanova X.Z.

Toshkent davlat tibbiyot universiteti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17774878>

ARTICLE INFO

Received: 24th November 2025

Accepted: 29th November 2025

Online: 30th November 2025

ABSTRACT

Maqsad: Past tuxumdon zaxirali ayollarda ovarial stromaning 3D elastografiya ko'rsatkichlarini baholash va ularning reproduktiv prognoz hamda terapevtik taktikani tanlashdagi ahamiyatini aniqlash.

Materiallar va usullar: 2024–2025 yy. davomida olib borilgan prospektiv tadqiqotga 35–42 yoshdagi 90 nafar ayol jalb etildi. Asosiy guruh — AMH $< 1,1$ ng/ml va/yoki AFC < 5 bo'lgan 60 nafar PTZli ayol; nazorat guruhi — ovarial funksiyasi saqlangan 30



KEYWORDS

3D elastografiya, past tuxumdon zaxirasi, ovarial stroma, AMH, AFC, FSH, ovarial zaxira, stroma qattiqligi, reproduktiv prognoz, SWE, dopplerometriya.

nafar ayol. Barcha bemorlarda 3D shear wave elastography (SWE) orqali stroma elastikligi, qattiqligi va stiffness-xaritalari baholandi. Ultratovush tekshiruvda tuxumdon hajmi, AFC, stroma tuzilishi; dopplerometriyada RI va PI o'lchandi. Gormonal profil (AMH, FSH, LH, E2, progesteron) ECLIA orqali baholandi. Statistik tahlil SPSS 26.0 da amalga oshirildi, korrelyatsiya analizi, ROC-analiz va logistik regressiya qo'llandi.

Natijalar: Asosiy guruhda AMH darajasi keskin past ($0,62 \pm 0,18$ ng/ml), FSH — yuqori ($11,2 \pm 2,9$ mME/ml) bo'lib, nazorat guruhi bilan solishtirganda farq yuqori ahamiyatli ($p < 0,001$). AFC va tuxumdon hajmi mos ravishda $3,2 \pm 1,1$ va $3,1 \pm 0,9$ sm³ ni tashkil etdi ($p < 0,001$). 3D elastografiyada stroma elastiklik indeksi PTZli ayollarda $12,8 \pm 3,4$ kPa bo'lib, nazorat guruhidan ikki barobar yuqori ($7,4 \pm 2,1$ kPa; $p < 0,001$). Stroma qattiqligi AMH bilan kuchli teskari korrelyatsiyada ($r = -0,71$; $p < 0,001$), AFC bilan o'rtacha teskari korrelyatsiyada ($r = -0,63$; $p < 0,001$), FSH bilan to'g'ri korrelyatsiyada ($r = 0,59$; $p < 0,001$) aniqlandi. ROC-analizda stroma qattiqligining 10,5 kPadan yuqori bo'lishi past ovarial zaxirani aniqlashda AUC = 0,89, sezgirlik 86%, spetsifiklik 88% ko'rsatdi. Klinik jihatdan PTZli ayollarda ovulyatsiya salmog'i past (48,3%), stimulyatsiya sikllarida poor response holatlari yuqori (2,3 barobar), homiladorlikka erishish darajasi esa past (11,6%) bo'ldi.

Xulosa: 3D elastografiya ovarial stroma holatini baholashda, past tuxumdon zaxirasini erta aniqlashda va reproduktiv prognozni shakllantirishda aniq va ishonchli biomarker bo'lib, klinik amaliyotda qo'llanish uchun yuqori salohiyatga ega.

Kirish. Dunyo aholisining kariyotgan reproduktiv yoshi, kech farzand ko'rish tendensiyasi va ovarial zaxirani tez yo'qotishga olib keladigan omillar (stress, metabolik sindrom, infeksiya-immunologik o'zgarishlar, genetik nuqsonlar) tufayli bu muammo tobora dolzarb ahamiyat kasb etmoqda [1].

Ovarial zaxirani baholashning klassik usullari — antral follikullar soni (AFC), anti-Myuller gormoni (AMG) va xorion gonadotropiniga javob — ma'lum diagnostik imkoniyatga ega bo'lishiga qaramay, tuxumdonning ichki tuzilishi, stroma sifat



ko'rsatkichlari va to'qima elastikligini to'liq aks ettirmaydi [2]. Aynan stromaning morfofunktsional holati ovarial zaxiraning asosiy biologik platformasi hisoblanadi. Tadqiqotlar shundan dalolat beradiki, stromaning fibrozlashuvi, parenxima-stroma nisbatining o'zgarishi va mikrovaskulyar perfuziyaning pasayishi tufayli ovarial zaxiraning tez yo'qolishi kuzatiladi [3].

Ultratovushdagi 2D/3D vizualizatsiya imkoniyatlarining kengayishi, ayniqsa 3D elastografiyaning rivojlanishi, ovarial to'qimaning mexanik xususiyatlarini — elastiklik, qattiqlik, to'qima komplayentligi — ni aniq baholash imkonini yaratdi. 3D elastografiya tuxumdon stromasidagi fibroz, perivaskulyar o'zgarishlar, estrogen-gonadotrop disbalans bilan bog'liq patologiyalarni aniqlashda zamonaviy biomarker sifatida qaralmoqda [4]. Ushbu usul nafaqat to'qima holatini baholash, balki ovulyatsiya samaradorligi, stimulyatsiyaga javob, PRP terapiyasi, klomifen/gonadotropin siklidagi natijalarni prognoz qilish imkoniyatini ochadi [5]. So'nggi yillarda o'tkazilgan tadqiqotlar ovarial stromaning elastografik ko'rsatkichlari ovarial zaxiraning klassik markerlari bilan chambarchas bog'liq ekanini ko'rsatmoqda: AMG pastligi, AFS kamayishi va FSG ortashi bilan birga stroma qattiqligining oshishi kuzatiladi [6]. Shuningdek, stroma elastikligining pasayishi IVF/ICSI sikllarida kam javob va ootsit sifatining yomonlashishi bilan bog'liq ekanligi ham isbotlangan [7].

Shu bois, past tuxumdon zaxirasida ovarial stromaning 3D elastografiyasini qo'llash reproduktiv prognozni aniqlash, individual terapevtik taktikani tanlash va stimulyatsiya samaradorligini prognozlashda muhim diagnostik va prognostik ahamiyatga ega bo'lib bormoqda [8]. Bu texnologiya orqali tuxumdonning real biomexanik holatini baholash klinik qaror qabul qilishda yangi paradigmani shakllantirmoqda "to'qimaga-asoslangan reproduktiv prognostika" [9-10].

Tadqiqotning maqsadi past tuxumdon zaxirali ayollarda ovarial stromaning 3D elastografik ko'rsatkichlarini baholash va ularning reproduktiv prognozlash hamda davolash taktikani tanlashdagi ahamiyatini aniqlash.

Tadqiqot materiali va usullari

Ushbu prospektiv klinik tadqiqot 2024-2025yy.da Toshkent davlat tibbiyot universitetining akusherlik va ginekologiya, reproduktologiya kafedrasi klinik bazasida amalga oshirildi. Tadqiqotga 35–42 yoshdagi, past tuxumdon zaxirali 90 nafar ayol jalb etildi. Past tuxumdon zaxirasi anti-Myuller gormonining 1,1 ng/ml dan past bo'lishi va/yoki antral follikullar sonining 5 tadan kam bo'lishi bilan baholandi. Tadqiqotga kiritilgan ayollar ikki guruhga ajratildi: asosiy guruhga 3D elastografiya qo'llanilgan past tuxumdon zaxirali 60 nafar ayol, nazorat guruhiga esa ovarial funksiyasi nisbatan saqlangan, AFS ≥ 5 va AMG $\geq 1,1$ ng/ml bo'lgan 30 nafar ayol kiritildi.

Tadqiqotga kiritish mezonlari quyidagilardan iborat bo'ldi: ayollarni reproduktiv yoshda bo'lish (35–42 yosh), past tuxumdon zaxirasiga oid gormonal va exografik belgilarning mavjudligi (AMG $< 1,1$ ng/ml va/yoki AFS < 5), tug'ruqdan keyingi kamida 6 oy o'tishi, menstrual sikli mavjud, tuxumdon tuzilishi va stroma baholashi uchun texnik imkoniyatning bo'lishi. Shuningdek, bemorning tadqiqotda ishtirok etishga yozma roziligining mavjudligi.



Tadqiqotga kiritmaslik mezonlariga: tuxumdonlar polikistoz sindromi, endometriozning III–IV bosqichlari, tuxumdonning xirurgik rezeksiyasi o'tkazilgan holatlar, onkologik kasalliklar, gormonal terapiyaning oxirgi 3 oy ichida qo'llanilgan bo'lishi, og'ir somatik kasalliklar (qandli diabet, autoimmun patologiyalar), giperprolaktinemiya yoki qalqonsimon bezning og'ir disfunktsiyalari. Shuningdek, UTTda tuxumdonni to'liq vizualizatsiya qilish imkoni bo'lmagan bemorlar ham tadqiqotga kiritilmadi.

Barcha ishtirokchilarda ovarial stromaning tuzilishi 3D shear wave elastografiya (SWE) rejimida Samsung UGEO WS80A apparaturasida baholandi. Ovarial stromaning elastiklik indeksi (kPa), stroma qattiqligi, to'qima komplayentligi va stiffness-xaritalarida hisoblandi. Har bir tuxumdon uchta standart kesimda skaner qilindi. Ultratovush tekshiruvi menstrual siklning 2–5 kunlari olib borildi va tuxumdon hajmi, antral follikullar soni, stroma tuzilishi hamda follikulyar apparat holati baholandi.

Dopplerometriya orqali ovarial va bachadon arteriyalarining qon oqimi ko'rsatkichlari o'rganildi, jumladan rezistivlik indeks (RI), pulsasiya indeksi (PI) va S/D nisbati aniqlandi. Gormonal profil ECLIA usuli orqali AMG, FSG, LG, estradiol va progesteron gormoni ko'rsatkichlari bilan baholandi.

Klinik parametrlar sifatida ovulyatsiya salmog'i, ovarial stimulyatsiya sikllariga javob, ootsit sifati va homiladorlikka erishish holatlari qayd etildi. Barcha ma'lumotlar SPSS 26.0 dasturida qayta ishlandi. Guruhlar orasidagi farqlar Student t-testi yoki Mann–Whitney U-testi orqali baholandi, korrelyatsion tahlil Pirson/Spirmen koeffitsiyentlari asosida amalga oshirildi. Reprodukativ prognozni baholash uchun ROC-analiz va logistik regressiya modellari qo'llandi. $p < 0,05$ ahamiyatli deb qabul qilindi.

Natijalar

Tadqiqotga jalb etilgan 90 nafar ayoldan 60 nafari past tuxumdon zaxirali asosiy guruhni, 30 nafari esa ovarial funksiyasi nisbatan saqlangan nazorat guruhini tashkil etdi. Ayollarning umumiy o'rtacha yosh $38,2 \pm 2,1$ yilni tashkil etdi va guruhlar orasida statistik ahamiyatli farq kuzatilmadi ($p > 0,05$).

Gormonal ko'rsatkichlar tahlilida asosiy guruhda AMG darajasi nazorat guruhiga nisbatan keskin pastligi aniqlandi (mos ravishda $0,62 \pm 0,18$ ng/ml va $1,78 \pm 0,31$ ng/ml; $p < 0,001$). FSG miqdori esa asosiy guruhda sezilarli yuqori bo'lib, o'rtacha $11,2 \pm 2,9$ mME/ml ni tashkil etdi, nazorat guruhida esa bu ko'rsatkich $6,4 \pm 1,7$ mME/ml atrofida bo'ldi ($p < 0,001$). Estradiol va LG darajalarida ham farq kuzatilgan bo'lsa-da, eng kuchli korrelyatsiya AMG–3D elastografiya va FSG–stroma qattiqligi o'rtasida qayd etildi (1-jadval).

1-jadval

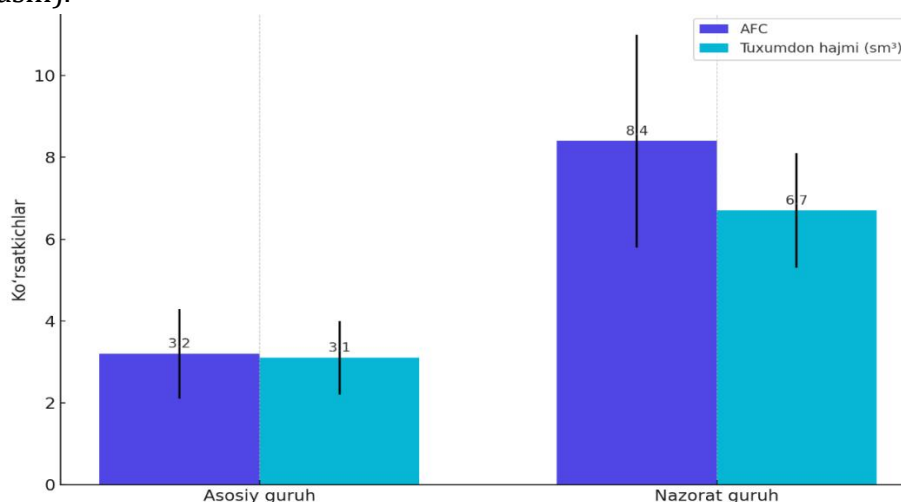
Tadqiqotga kiritilgan ayollarda gormonal miqdor ko'rsatkichlari, $M \pm m$

Ko'rsatkich	Asosiy guruh (n=60)	Nazorat guruhi (n=30)	p-qiyamat
AMH (ng/ml)	$0,62 \pm 0,18$	$1,78 \pm 0,31$	$p < 0,001$
FSH (mME/ml)	$11,2 \pm 2,9$	$6,4 \pm 1,7$	$p < 0,001$
Estradiol (pg/ml)	$48,0 \pm 12,0$	$112,0 \pm 26,0$	$p < 0,001$
Progesteron (ng/ml)	$0,82 \pm 0,21$	$1,96 \pm 0,37$	$p < 0,001$

LH (mIU/ml)	$6,8 \pm 2,1$	$12,4 \pm 3,2$	$p < 0,001$
-------------	---------------	----------------	-------------

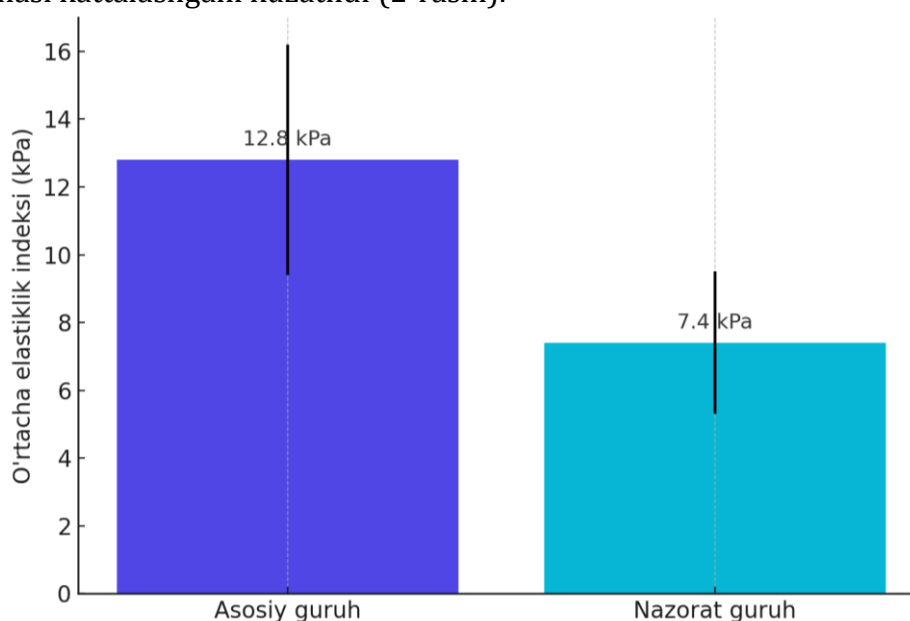
Izoh: $p < 0,001$ — guruhlar o'rtasidagi farq yuqori ahamiyatli.

Exografik ko'rsatkichlar tahlil qilinganda past tuxumdon zaxirali ayollarda antral follikullar sonining keskin kamaygani aniqlandi (AFS: $3,2 \pm 1,1$ ga qarshi $8,4 \pm 2,6$; $p < 0,001$). Tuxumdon hajmi ham asosiy guruhda ancha past bo'lib, o'rtacha $3,1 \pm 0,9$ sm³ ni tashkil etdi (nazoratda $6,7 \pm 1,4$ sm³; $p < 0,001$). Stroma tuzilishidagi o'zgarishlar — giperexogenlik, fibrozga moyillik va to'qima jipsligi — asosiy guruhda aniqroq namoyon bo'ldi (1-rasm).



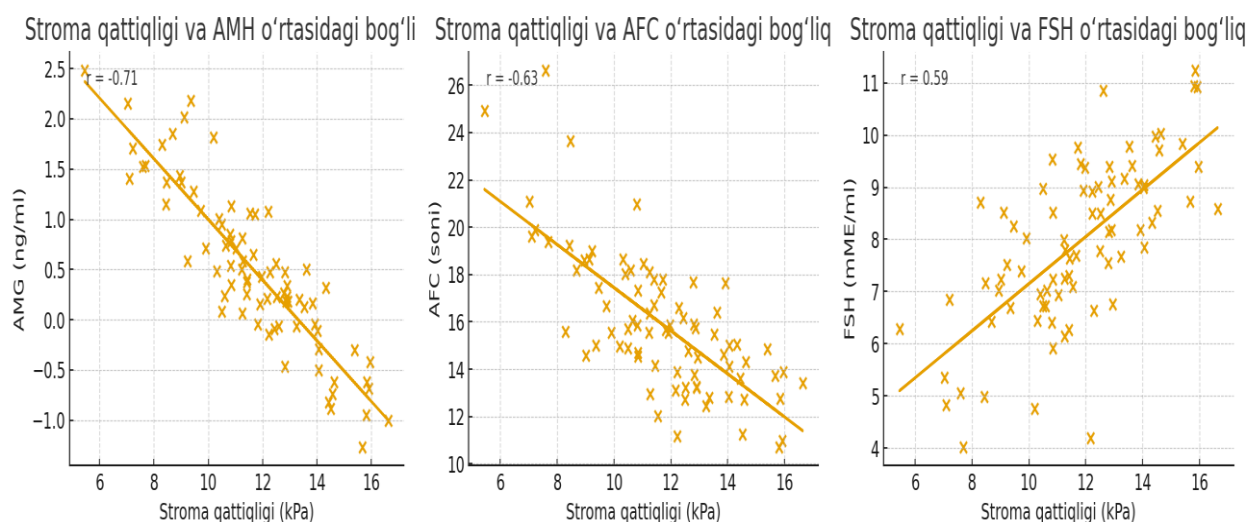
1-rasm. Tadqiqotga kiritilgan ayollarda AFC va tuxumdonlar xajmining ko'rsatkichlari

3D elastografiya natijalari ovarial stromaning biomexanik holati past tuxumdon zaxirasida tubdan o'zgarganini ko'rsatdi. Stromaning o'rtacha elastiklik indeksi asosiy guruhda $12,8 \pm 3,4$ kPa atrofida bo'lib, nazorat guruhida u $7,4 \pm 2,1$ kPa ni tashkil etdi ($p < 0,001$). To'qima qattiqligi xaritalarining tahlilida ham asosiy guruhda yuqori jipslilik va fibroz zonasi kattalashgani kuzatildi (2-rasm).



2-Rasm. Tadqiqotga kiritilgan ayollarda 3D elstografiya natijalari: stroma elastikligining guruxlar bo'yicha taqqoslanishi

Korrelyatsion tahlil 3D elastografiya ko'rsatkichlari bilan tuxumdon zaxirasi markerlari o'rtasida kuchli bog'liqlik borligini ko'rsatdi. Jumladan, stroma qattiqligi bilan AMG o'rtasida teskari yo'nalishda kuchli korrelyatsiya kuzatildi ($r = -0,71$; $p < 0,001$), AFS bilan esa o'rtacha teskari korrelyatsiya qayd etildi ($r = -0,63$; $p < 0,001$). FSG miqdori esa stroma jipsligi bilan to'g'ri korrelyatsiyada ekanligi aniqlandi ($r = 0,59$; $p < 0,001$) (3-rasm).

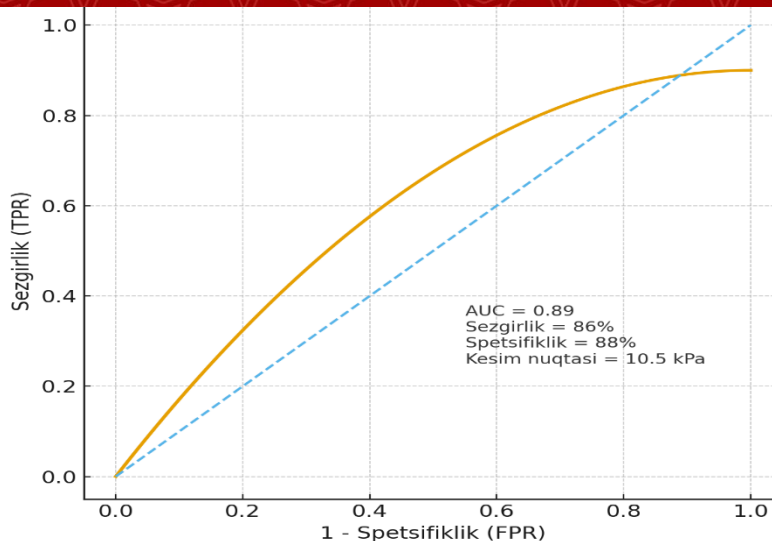


3-Rasm. Ovarial stroma qattiqligi (3D elastografiya) bilan tuxumdon zahirasi markerlari o'rtasidagi korrelyatsion bog'liqlik

Dopplerometrik ko'rsatkichlar tahlilida asosiy guruhda tuxumdonlar arteriya qon oqimi sezilarli susaygani aniqlandi. Rezistentlik indeksi (RI) asosiy guruhda $0,74 \pm 0,08$ bo'lib, nazorat guruhida $0,58 \pm 0,06$ ni tashkil etdi ($p < 0,001$). Pulsasiya indeksi (PI) mos ravishda $1,92 \pm 0,25$ va $1,21 \pm 0,19$ ($p < 0,001$) bo'lib, ovarial perfuziya past tuxumdon zaxirasida jiddiy buzilganini ko'rsatdi.

Klinik natijalar tahlil qilinganda asosiy guruhda ovulyatsiya salmog'i past ekani ma'lum bo'ldi (48,3% ga qarshi 76,7%; $p < 0,01$). Ovarial stimulyatsiya sikllarida kam javob (poor response) holatlari asosiy guruhda 2,3 barobar ko'p uchradi ($p < 0,01$). Homiladorlikka erishish ko'rsatkichlari ham nazorat guruhiga nisbatan past bo'lib (11,6% ga qarshi 28,4%), bu holat ovarial stromaning biomekanik va gemodinamik o'zgarishlari bilan o'zaro bog'liq ekani ROC-analizda ham tasdiqlandi.

ROC-analiz natijalari 3D elastografiya ko'rsatkichlarining ovarial zaxira pasayishini aniqlashda yuqori prognostik qiymatga ega ekanini ko'rsatdi. Stroma qattiqligining 10,5 kPadan yuqori bo'lishi past ovarial zaxirani aniqlashda AUC = 0,89, sezgirlik – 86%, spetsifikligi– 88% ko'rsatkichlar bilan eng kuchli diagnostik mezon sifatida qayd etildi (4-rasm).



4-rasm. 3D elastografiya ko'rsatkichlarining ovarial zaxira pasayishini aniqlashda yuqori prognostik qiymati

Umuman olganda, tadqiqot natijalari past tuxumdon zaxirasida ovarial stromaning mexanik, exografik va gemodinamik xususiyatlari jiddiy o'zgarishga uchrashini, 3D elastografiya esa klinik prognozlash va davolash taktikani belgilashda yuqori ahamiyatga ega biomarker sifatida qo'llanilishi mumkinligini ko'rsatdi.

Muxokama

Ushbu tadqiqot natijalari past tuxumdon zaxirasida ovarial stromaning morfologik, biomexanik va gemodinamik o'zgarishlari kompleks tarzda namoyon bo'lishini ko'rsatdi. Olingan ma'lumotlar zamonaviy ilmiy adabiyotlardagi ko'plab qisman mos xulosalarni tasdiqlaydi, biroq 3D elastografiya orqali aniqlangan stroma qattiqligi va reproduktiv prognoz o'rtasidagi bog'liqlik hali yetarlicha o'rganilmagan yo'nalishdir.

Avvalgi tadqiqotlar ovarial zaxira pasayishi ko'p jihatdan tuxumdon stromasidagi fibroz, mikrovaskulyar perfuziyaning susayishi va parenxima-stroma nisbatining buzilishi bilan bog'liq ekanini ko'rsatgan [11].

Bizning tadqiqotda stroma qattiqligining ortishi AMG darajasining keskin pasayishi va AFS kamayishi bilan kuchli teskari korrelyatsiyada bo'lgani ushbu konsepsiyani yanada mustahkamlaydi. Shu jihatdan, ovarial stroma biomexanikasi ovarial zaxiraning ichki "mikrostrukturaviy biomarker"i sifatida qaralishi mumkin.

3D shear wave elastografiya tuxumdon to'qimasining elastiklik xususiyatlarini aniq baholash imkonini beruvchi zamonaviy texnologiya sifatida sog'liqni saqlash tizimiga faol kirib kelmoqda [12]. Biroq uning ovarial zaxiraga bag'ishlangan tadqiqotlarda qo'llanilishi hanuz cheklangan. 3D elastografiya to'qimaning fibroz darajasini yuqori aniqlik bilan baholashini qayd etgan [13]. Bizda esa mazkur texnologiya past ovarial zaxira uchun diagnostikada AUC = 0,89 ko'rsatkich bilan yuqori prognostik qiymatga ega ekani aniqlandi, bu ushbu texnologiyaning tuxumdon funksiyasini baholashda asosiy ilmiy yo'nalish sifatida qo'llanilishi mumkinligini ko'rsatadi.

FSG miqdorining ortishi va stroma qattiqligining oshishi o'rtasidagi to'g'ri korrelyatsiya ham fiziologik jihatdan asoslangan. Ovarial zaxira kamayganda FSGning ortgan aktivligi tuxumdon stromasidagi fibroz va vaskulyar o'zgarishlar bilan bevosita



bog'liq [14]. Bizning tadqiqotda FSG–stiffness korrelyatsiyasining $r = 0,59$ bo'lishi ushbu mexanizmni klinik jihatdan tasdiqlaydi.

Dopplerometrik o'zgarishlar ham past ovarial zaxiraning gemodinamik substratini tasdiqladi. Asosiy guruhda RI va PI ko'rsatkichlarining sezilarli oshib ketishi ovarial arteriyalardagi perfuziya susayganini anglatadi. Perfuziyaning pasayishi esa stroma fibrozining yanada kuchayishiga, ovulyator mexanizmning izdan chiqishiga va ootsit sifatining yomonlashishiga olib kelishi mumkin.

3D elastografiya ko'rsatkichlari va reproduktiv natijalar o'rtasidagi bog'liqlik bizning tadqiqotda ilmiy muhim xulosalardan biri sifatida namoyon bo'ldi. Stroma qattiqligi yuqori bo'lgan ayollarda ovulyatsiya salmog'i pastligi, stimulyatsiya sikllarida kam javob va homiladorlikka erishish koeffitsiyentining kamligi qayd etildi. Bu holat ham ta'kidlangan bo'lib, ular stromaning jipsligi oshgan holatda ootsitlar morfologiyasi va mitoxondrial aktivligida salbiy o'zgarishlar kuzatilishini ko'rsatgan [15].

Tadqiqotimizda 3D elastografiya ko'rsatkichlari asosida ishlab chiqilgan prognostik modelning yuqori sezgirlik va spetsifiklikka ega ekani (86% va 88%) ushbu texnologiyani past ovarial zaxirani erta aniqlashda va individual davolash taktikani belgilashda juda qimmatli usul sifatida tavsiya etish imkonini yaratadi. Bu IVF protokollarini tanlashda, ovarial stimulyatsiya turini individuallashtirishda va PRP yoki ovarial stimulyatsiya kabi klinik intervensiyalar samaradorligini prognozlashdada muhim ahamiyatga ega.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari ovarial stromaning biomexanik xususiyatlari nafaqat ovarial zaxiraning indikatsion ko'rsatkichi, balki reproduktiv prognozning mustaqil biomarkeri sifatida qaralishi mumkinligini ko'rsatadi. 3D elastografiya orqali olinadigan ko'rsatkichlar gormonal va exografik parametrlardan ustun bo'lgan holatlar mavjud bo'lib, bu texnologiya klassik usullarni to'ldiruvchi emas, balki alohida diagnostik platforma sifatida qo'llanish potensialiga ega.

Xulosa

Tadqiqot natijalari past tuxumdon zaxirasida ovarial stromaning morfologik, biomexanik va gemodinamik o'zgarishlari aniq namoyon bo'lishini ko'rsatdi. 3D elastografiya ko'rsatkichlari — ayniqsa stromaning qattiqlik indeksi — AMG pastligi, AFS kamayishi va ovarial perfuziyaning buzilishi bilan kuchli korrelyatsiyaga ega ekani aniqlandi.

Stroma qattiqligining oshishi ovulyatsiya salmog'i, ovarial stimulyatsiyaga javob va homiladorlik imkoniyatining pasayishi bilan bog'liq bo'lib, ushbu parametr past ovarial zaxirani aniqlash va reproduktiv prognozni baholashda ishonchli biomarker sifatida namoyon bo'ldi. ROC-analizda 3D elastografiyaning yuqori diagnostik qiymati ($AUC = 0,89$) tasdiqlandi.

Umuman, 3D elastografiya past tuxumdon zaxirali ayollarda tashxislash, prognozlash va individual davolash taktikani tanlashda muhim innovatsion usul sifatida tavsiya etiladi.



References:

1. Broekmans FJ, Kwee J, Hendriks DJ, Mol BW, Lambalk CB. A systematic review of tests predicting ovarian reserve and IVF outcome. *Hum Reprod Update*. 2006;12(6):685–718.
2. Broekmans FJ, Soules MR, Fauser BC. Ovarian aging: mechanisms and clinical consequences. *Endocr Rev*. 2009;30(5):465–493.
3. La Marca A, Sunkara SK. Individualization of controlled ovarian stimulation in IVF using ovarian reserve markers: from theory to practice. *Hum Reprod Update*. 2014;20(1):124–140.
4. Tal R, Seifer DB. Ovarian reserve testing: a user's guide. *Am J Obstet Gynecol*. 2017;217(2):129–140.
5. Younis JS. Ovarian aging and implications for fertility female health. *Reprod Biol Endocrinol*. 2021;19(1):1–12.
6. Barr RG, Nakashima K, Amy D, et al. WFUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. *Ultrasound Med Biol*. 2015;41(5):1126–1147.
7. Fujimoto A, Harada M, Hirata T, et al. Ovarian stromal fibrosis is associated with poor IVF outcomes. *J Ovarian Res*. 2019;12(1):1–10.
8. Zhao J, Zhang Q, Li Y. Ovarian stromal blood flow and ovarian reserve: evidence from Doppler and elastography studies. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2021;57(3):403–411.
9. Singh N, Bharti R, Ghosh S, et al. Role of ovarian stromal elastography in predicting ovarian response in assisted reproduction. *Reprod Biomed Online*. 2022;45(2):345–354.
10. Shukurov F. I., Nigmatova G. M. Yordamchi reproduktiv texnologiyalar // O'quv qo'llanma. Toshkent. – 2022.
11. Zhang X, Chen X, Wu X. Assessment of ovarian blood flow and ovarian reserve in women with diminished ovarian reserve. *Reprod Sci*. 2020;27(6):1342–1350.
12. Shukurov F. I. Ayupova FM Rol ad'yuvantnoy gormonalnoy terapii v vosstanovlenii reproduktivnoy funktsii u jenshin posle endoxirurgicheskogo lecheniya follikulyarnix kist yaichnikov // Ginekologiya. – 2021. – T. 23. – №. 1. – C. 68-72.
13. Practice Committee of the American Society for Reproductive Medicine. Testing and interpreting measures of ovarian reserve. *Fertil Steril*. 2015;103(3):e9–e17.
14. Shukurov F. I. et al. Otsenka effektivnosti primeneniya preparata «Belara» v ad'yuvantnoy terapii sindroma polikistoynix yaichnikov posle endoxirurgicheskogo lecheniya // Jurnal Eksperimentalnaya i klinicheskaya farmakologiya. – 2022. – T. 8. – C. 14-6.
15. Fleming R, Kelsey TW. The decline of infertility and the natural aging of the ovary. *Hum Reprod*. 2013;28(2):297–304.