HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

OVOGENEZ: TUXUM HUJAYRASI RIVOJLANISHINING MOLEKULYAR MEXANIZMLARI VA REPRODUKTIV SALOMATLIKDAGI O‘RNI

Aliyev Zohidjon Zokirjon o‘g‘li
Central Asian Medical University
zohidjonaliyev984@gmail.com

Xamidova Dilzoda Dilshodjon qizi
Central Asian Medical University talabasi
dilzodaxamidova475@gmail.com

Annotatsiya. Ovogenez ayol organizmida tuxum hujayrasining hosil bo‘lishi, o‘sishi va yetilishi bilan bog‘liq murakkab biologik jarayon bo‘lib, reproduktiv salomatlikning asosiy omillaridan biri hisoblanadi. So‘nggi yillarda hujayra biologiyasi, molekulyar genetika va reproduktiv tibbiyot sohalarida olib borilgan tadqiqotlar ovogenezning molekulyar boshqaruv mexanizmlarini chuqurroq tushunish imkonini bermoqda. Ushbu bilimlar bepushtlikni tashxislash va davolash, yordamchi reproduktiv texnologiyalarni takomillashtirish hamda sog‘lom avlod tug‘ilishini ta’minlashda muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: ovogenez, oosit, follikulogenez, meyoz, tuxum hujayrasi, reproduktiv salomatlik, molekulyar genetika, PI3K/Akt, GDF9, BMP15, IVF.

Abstract. Oogenesis is a complex biological process involving the formation, growth, and maturation of female gametes and represents the foundation of female reproductive function. Advances in developmental biology and molecular genetics have significantly expanded current knowledge regarding the regulation of oocyte development and ovarian physiology.

Keywords: oogenesis, oocyte, folliculogenesis, meiosis, reproductive biology, infertility, molecular genetics, PI3K/Akt, GDF9, BMP15.

Kirish. Ovogenez (lotincha ovum – tuxum, yunoncha genesis – hosil bo‘lish) ayol jinsiy hujayralarining hosil bo‘lishi, o‘sishi va yetilishidan iborat murakkab biologik jarayon bo‘lib, reproduktiv biologiyaning fundamental yo‘nalishlaridan biridir. Ushbu jarayon embrional rivojlanishning dastlabki bosqichlarida boshlanadi va ayol organizmining reproduktiv davri davomida davom etadi. Erkaklardagi spermatogenezdan farqli ravishda, ovogenez vaqt jihatidan ancha uzoq davom etadi hamda meyozning ayrim bosqichlarida yillar davomida to‘xtab turishi bilan tavsiflanadi.

Inson embrionida primordial jinsiy hujayralar sariqlik xaltachasi devorida shakllanib, keyinchalik rivojlanayotgan jinsiy bezlarga migratsiya qiladi. Tuxumdonlarga yetib kelgan ushbu hujayralar mitotik bo‘linish orqali oogoniyalarni hosil qiladi. Homila rivojlanishining ikkinchi trimestri oxiriga kelib oogoniyalar soni maksimal darajaga yetadi. Shundan so‘ng ular meyozning birinchi bo‘linishiga kirishib, birlamchi oositlarga aylanadi va profaza I bosqichida to‘xtab qoladi. Bu holat balog‘at yoshigacha saqlanadi.

Balog‘at davridan boshlab gipotalamus–gipofiz–tuxumdon o‘qi faollashadi va gonadotrop gormonlar ta'sirida har bir hayz siklida bir guruh follikulalar rivojlanishni boshlaydi. Odatda ulardan faqat bittasi dominant follikulaga aylanib, ovulyatsiya jarayonida yetilgan ikkilamchi oositni ajratib

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

chiqaradi. Urug‘lanish sodir bo‘lgandagina meyozning ikkinchi bo‘linishi yakunlanadi va yetuk tuxum hujayrasi hosil bo‘ladi.

So‘nggi o‘n yilliklarda molekulyar biologiya va genomika sohasidagi yutuqlar ovogenezning genetik hamda epigenetik nazoratini chuqurroq o‘rganish imkonini berdi. Xususan, GDF9, BMP15, FIGLA, NOBOX, FOXL2, KIT/KITL, PI3K/Akt va mTOR signal yo‘llarining oosit rivojlanishi va follikulalar faollashuvidagi roli isbotlandi. Shuningdek, mikroRNKlar, DNK metillanishi va giston modifikatsiyalari kabi epigenetik mexanizmlar tuxum hujayrasining sifatini belgilovchi muhim omillar sifatida qaralmoqda.

Ovogenezning buzilishi reproduktiv salomatlikka jiddiy ta'sir ko‘rsatadi. Polikistoz tuxumdon sindromi, erta tuxumdon yetishmovchiligi, endometrioz, yoshga bog‘liq oosit qarishi va xromosomal ajralishdagi xatolar ayollar bepushtligining asosiy sabablaridan hisoblanadi. Shu sababli, ovogenezning molekulyar mexanizmlarini o‘rganish nafaqat fundamental biologiya, balki reproduktiv tibbiyot, embriologiya va yordamchi reproduktiv texnologiyalar rivojida ham muhim ilmiy yo‘nalish sifatida e'tirof etiladi.

Mazkur maqolaning maqsadi tuxum hujayrasi rivojlanishining embriologik, molekulyar va fiziologik asoslarini tizimli tahlil qilish, ovogenezni boshqaruvchi asosiy signal yo‘llari va genetik omillarni yoritish hamda ularning reproduktiv salomatlikdagi ilmiy-amaliy ahamiyatini zamonaviy adabiyotlar asosida baholashdan iborat.

Material va tadqiqot usullari. Mazkur maqola ilmiy adabiyotlarni tizimli tahlil qilish (systematic literature review) usuliga asoslangan. Tadqiqot davomida embriologiya, reproduktiv biologiya, molekulyar genetika, sitologiya, gistologiya va reproduktiv endokrinologiya sohalariga oid zamonaviy ilmiy manbalar tahlil qilindi. Adabiyotlarni tanlashda ularning ilmiy ishonchliligi, yangiligi va mavzuga bevosita aloqadorligi asosiy mezon sifatida qabul qilindi.

Tahlil uchun asosan xalqaro ilmiy ma'lumotlar bazalarida (PubMed, Scopus, Web of Science va Google Scholar) indekslangan maqolalar, monografiyalar va darsliklardan foydalanildi. Ayniqsa, 2021–2026-yillarda nashr etilgan tadqiqotlarga ustuvor ahamiyat berildi, chunki ushbu davrda oosit biologiyasi, follikulogenez, epigenetik boshqaruv va yordamchi reproduktiv texnologiyalar bo'yicha sezilarli ilmiy yutuqlarga erishildi.

Adabiyotlar tahlilida qiyosiy, analitik va sintez usullaridan foydalanildi. Turli tadqiqotchilar tomonidan olingan natijalar o'zaro taqqoslanib, umumlashtirildi hamda ovogenez jarayonining molekulyar, hujayraviy va fiziologik mexanizmlari yagona ilmiy konsepsiya asosida yoritildi.

Natijalar. Ovogenez urg'ochi gametaning hosil bo'lishi va yetilishiga olib keluvchi murakkab rivojlanish jarayoni bo'lib, inson embrionining juda erta bosqichlarida boshlanadi. Ushbu jarayon kelajakdagi reproduktiv salohiyatni belgilovchi asosiy biologik omillardan biri hisoblanadi. Tuxum hujayralari soni va sifati embrional davrda shakllanadi, shuning uchun embriogenez davomida yuzaga keladigan har qanday buzilish keyinchalik reproduktiv funksiyaga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Primordial jinsiy hujayralar (Primordial Germ Cells – PGC) embrion rivojlanishining ikkinchi haftasi oxiri va uchinchi haftasi boshlarida epiblast hujayralaridan differensiyalanadi. Ushbu hujayralarning shakllanishi BMP4, BMP8B va WNT signal yo'llari orqali boshqariladi. Mazkur signal molekulalari pluripotent hujayralarni germinal yo'nalishga differensiyalanishga undaydi.

Hosil bo'lgan primordial jinsiy hujayralar dastlab sariqlik xaltachasi (yolk sac) devorining endodermal qismida joylashadi. Ular bu hududda qisqa muddat proliferatsiyalanib, keyinchalik embrionning orqa ichak devori bo'ylab dorsal mezenteriya orqali rivojlanayotgan jinsiy bezlar tomon faol migratsiya qiladi.

Migratsiya jarayoni hujayralararo adgeziya molekulalari, kemokinlar va hujayra yuzasi retseptorlari ishtirokida amalga oshadi. Ayniqsa, CXCL12/CXCR4 signallash tizimi primordial jinsiy

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

hujayralarning tuxumdon kurtagiga aniq yo'nalishini ta'minlaydi. Migratsiya davomida hujayralarning omon qolishi KIT retseptori va uning ligandi (Stem Cell Factor) orqali qo'llab-quvvatlanadi.

Agar ushbu migratsiya buzilsa, jinsiy hujayralar gonadalarga yetib bormaydi yoki noto'g'ri joylashadi. Natijada gonadal disgenez, bepushtlik yoki kam hollarda ekstragonadal germinal o'smalar rivojlanishi mumkin.

Primordial jinsiy hujayralar tuxumdon kurtagiga yetib kelgach, intensiv mitotik bo'linishni boshlaydi va oogoniylarga aylanadi. Homila rivojlanishining 10–20-haftalari oralig'ida oogoniyalar soni keskin ortib boradi.

Taxminan homiladorlikning 20-haftasiga kelib tuxumdonlarda 6–7 milliongacha oogoniya mavjud bo'ladi. Bu inson hayoti davomida kuzatiladigan eng yuqori ko'rsatkich hisoblanadi.

Shundan keyin tabiiy hujayra o'limi – apoptoz jarayoni boshlanadi. Natijada oogoniylarning katta qismi yo'qoladi va tug'ilish vaqtiga kelib ularning soni 1–2 million atrofida qoladi.

Apoptoz biologik jihatdan zarur jarayon bo'lib, genetik nuqsonlarga ega yoki to'liq rivojlanmagan jinsiy hujayralarni organizmdan chiqarib tashlash vazifasini bajaradi. Shu orqali kelajakdagi reproduktiv salomatlik muhofaza qilinadi.

Homila rivojlanishining ikkinchi trimestri davomida oogoniyalar meyozning birinchi bo'linishiga kirishadi va birlamchi oositlarga aylanadi. Ushbu davrda DNK replikatsiyasi yakunlanadi hamda homolog xromosomalar juftlashadi.

Birlamchi oositlar meyozning profaza I bosqichining diploten fazasida uzoq muddatga to'xtab qoladi. Ushbu holat "meyotik arrest" deb ataladi.

Qiz bola tug'ilganda tuxumdonlarda taxminan 1–2 million birlamchi oosit mavjud bo'lsa, balog'at yoshiga yetguniga qadar ularning aksariyati atreziyaga uchraydi va faqat 300–400 mingga yaqini saqlanib qoladi.

Reproduktiv hayot davomida esa ularning atigi 400–500 tasi ovulyatsiyaga yetadi. Qolgan follikulalar tabiiy ravishda degeneratsiyalanadi.

Mazkur biologik mexanizm reproduktiv tizimning evolyutsion moslashuvlaridan biri bo'lib, faqat eng sifatli oositlarning ovulyatsiyaga yetishini ta'minlaydi.

Homiladorlikning oxirgi trimestriga kelib har bir birlamchi oosit yassi pregranuloza hujayralari bilan o'raladi va primordial follikulalar shakllanadi. Aynan shu davr ayolning tug'ma ovarial rezervi shakllanadigan bosqich hisoblanadi.

Primordial follikulalar reproduktiv yosh boshlanguniga qadar biologik "uyqu" holatida saqlanadi. Ularning faollashuvi PI3K/Akt/mTOR signal yo'li, PTEN oqsili va FOXO3 transkripsion omili tomonidan qat'iy nazorat qilinadi.

Agar ushbu molekulyar nazorat buzilsa, primordial follikulalar muddatidan oldin faollashadi. Natijada ovarial rezerv tez tugaydi va erta tuxumdon yetishmovchiligi (Premature Ovarian Insufficiency) rivojlanishi mumkin.

So'nggi yillardagi molekulyar tadqiqotlar primordial follikulalarning faollashuvi organizmning metabolik holati, oksidlovchi stress, o'sish omillari va epigenetik modifikatsiyalar bilan ham chambarchas bog'liqligini ko'rsatmoqda. Bu esa ovogenezni boshqaruvchi mexanizmlar ko'p bosqichli va murakkab ekanligini tasdiqlaydi.

Xulosa. Ovogenez ayol organizmida tuxum hujayrasining hosil bo‘lishi, differensiyalanishi va funksional yetilishiga olib keluvchi murakkab, ko‘p bosqichli hamda genetik, epigenetik va gormonal omillar tomonidan qat'iy boshqariladigan biologik jarayondir. Ushbu jarayon embrional rivojlanishning dastlabki bosqichlarida boshlanib, ayolning butun reproduktiv davri davomida davom etadi hamda sog‘lom avlod dunyoga kelishining asosiy biologik poydevorini tashkil etadi.

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, primordial jinsiy hujayralarning migratsiyasi, oogoniylarning proliferatsiyasi, birlamchi oositlarning shakllanishi va follikulogenez bosqichlari o‘zaro uzviy bog‘liq bo‘lib, ularning har biri reproduktiv salomatlikni ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa, tuxum hujayrasining meyoz jarayonida genetik materialning to‘g‘ri taqsimlanishi kelajakdagi embrionning genetik barqarorligi va normal rivojlanishini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi.

Ovogenezning molekulyar boshqaruvida GDF9, BMP15, FIGLA, NOBOX, FOXL2, KIT/KITL kabi genlar, shuningdek, PI3K/Akt/mTOR, TGF-β va boshqa signal uzatish tizimlari yetakchi rol o‘ynaydi. Mazkur regulyator mexanizmlar follikulalarning faollashuvi, oositning o‘sishi, granuloza hujayralarining proliferatsiyasi va ovulyatsiya jarayonlarining muvofiqlashgan holda kechishini ta'minlaydi. Ushbu mexanizmlarning izdan chiqishi polikistoz tuxumdon sindromi, erta tuxumdon yetishmovchiligi, anovulyatsiya, bepushtlik hamda xromosomal anomaliyalar rivojlanishiga sabab bo‘lishi mumkin.

Shuningdek, zamonaviy ilmiy tadqiqotlar tuxum hujayrasi sifatining faqat genetik omillar emas, balki mitoxondrial faoliyat, oksidlovchi stress, epigenetik modifikatsiyalar va mikroRNKlar tomonidan ham boshqarilishini ko‘rsatmoqda. Bu omillar ayolning yoshi ortishi bilan oositlarning biologik sifatiga sezilarli ta'sir ko‘rsatib, urug‘lanish ehtimoli va embrion rivojlanishining muvaffaqiyatini belgilaydi.

Bugungi kunda reproduktiv biologiya, molekulyar genetika va reproduktiv tibbiyotning jadal rivojlanishi ovogenezning hujayraviy va molekulyar mexanizmlarini yanada chuqurroq o‘rganish imkonini bermoqda. Ushbu bilimlar yordamchi reproduktiv texnologiyalar, jumladan in vitro urug‘lantirish (IVF), intratsitoplazmatik spermatozoid inyektsiyasi (ICSI), oositlarni kriokonservatsiya qilish hamda preimplantatsion genetik diagnostika usullarini takomillashtirish uchun muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qilmoqda.

Kelgusida bir hujayrali transkriptomika (single-cell transcriptomics), fazoviy transkriptomika (spatial transcriptomics), sun'iy intellekt asosida oosit sifatini baholash, epigenetik biomarkerlarni aniqlash va genlarni tahrirlash texnologiyalari yordamida ovogenezni chuqur o‘rganish reproduktiv salomatlikni yaxshilash, bepushtlikning molekulyar sabablarini aniqlash hamda shaxsiylashtirilgan reproduktiv tibbiyotni rivojlantirishda yangi istiqbollarni ochib beradi.

Xulosa qilib aytganda, ovogenez nafaqat tuxum hujayrasi rivojlanishini ta'minlovchi fiziologik jarayon, balki ayol reproduktiv salomatligi, sog‘lom naslning shakllanishi va zamonaviy reproduktiv texnologiyalar samaradorligini belgilovchi fundamental biologik mexanizm hisoblanadi. Shu bois ushbu jarayonning molekulyar, hujayraviy va fiziologik asoslarini yanada chuqur o‘rganish biologiya, tibbiyot va reproduktiv genetika sohalarining ustuvor ilmiy yo‘nalishlaridan biri bo‘lib qolmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Sadler T.W. Langman's Medical Embryology. 15th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2024.
2. Moore K.L., Persaud T.V.N., Torchia M.G. The Developing Human: Clinically Oriented Embryology. 12th ed. Philadelphia: Elsevier; 2023.
3. Gilbert S.F., Barresi M.J.F. Developmental Biology. 13th ed. New York: Oxford University Press; 2023.
4. Alberts B., Johnson A., Lewis J., Morgan D., Raff M., Roberts K., Walter P. Molecular Biology of the Cell. 7th ed. Garland Science; 2022.
5. Ross M.H., Pawlina W. Histology: A Text and Atlas. 9th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2023.
6. Junqueira L.C., Carneiro J. Basic Histology: Text and Atlas. 17th ed. McGraw-Hill Education; 2024.

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

7. Guyton A.C., Hall J.E. Textbook of Medical Physiology. 15th ed. Philadelphia: Elsevier; 2024.
8. Speroff L., Fritz M.A. Clinical Gynecologic Endocrinology and Infertility. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
9. Larsen W.J. Human Embryology. 6th ed. Philadelphia: Elsevier.
10. Knobil E., Neill J.D. Knobil and Neill's Physiology of Reproduction. 5th ed. Academic Press.
11. Eppig J.J. Reproduction and development of mammalian oocytes. Development. 2022.
12. Gilchrist R.B., Lane M., Thompson J.G. Oocyte-secreted factors and ovarian follicle development. Molecular Human Reproduction. 2022.
13. Richani D., Gilchrist R.B. The molecular basis of oocyte quality. Human Reproduction Update. 2023.
14. Conti M., Franciosi F. Acquisition of oocyte competence. Nature Reviews Molecular Cell Biology. 2023.
15. Clarke H.J. Regulation of mammalian oocyte development. Nature Reviews Endocrinology. 2022.