MULTIDISCIPLINARY JOURNAL: FUNDAMENTAL RESEARCH SCIENTIFIC JOURNAL
VOLUME 02. ISSUE 09. SEPTEMBER 2026.
ResearchBib Impact Faktor: 13.943 ISSN: 3060-513X

UO‘K 616.45-091:616-008.9-092.9

TAJRIBAVIY METABOLIK SINDROM SHAROITIDA BUYRAK USTI BEZI PO‘STLOQ QAVATINING MORFOMETRIK O‘ZGARISHLARI

Baxtiyorova Dilfuza Ziyodjon qizi[1], **Axmedova S.M.**[2]
[1]*70910218 – “Morfologiya” mutaxassisligi magistranti;*
[2]*t.f.d., professor, Odam anatomiyasi va operativ xirurgiya, topografik anatomiya kafedrasi*
Toshkent davlat tibbiyot universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya. *Maqolada tajribaviy metabolik sindrom (MS) sharoitida buyrak usti bezi po‘stloq qavatining zonalar bo‘yicha morfometrik o‘zgarishlarini o‘rganish natijalari keltirilgan. Tadqiqot 40 ta erkak Wistar kalamushlarida o‘tkazildi: nazorat guruhi (n=10) standart ozuqa oldi, tajriba guruhiga (n=30) 10 hafta davomida yuqori yog‘li parhez (60% yog‘) va 10% fruktoza eritmasi berildi. Gematoksilin-eozin va Van Gizon usulida bo‘yalgan kesmalar ImageJ dasturida tahlil qilindi. MS sharoitida po‘stloqning umumiy qalinligi 15,8% ga ortgani aniqlandi; bu asosan koptokchali (+30,2%) va tutamli (+21,1%) zonalar hisobiga yuz berdi, to‘rsimon zona esa 9,0% ga yupqalashdi. Tutamli zona hujayralarining diametri 22,8% ga kattalashib, yadro-sitoplazma nisbati 19,5% ga kamaydi, lipid vakuollari bilan to‘lgan hujayralar ulushi 34,2% dan 58,6% gacha oshdi. Kapsula qalinlashuvi (+35,2%), biriktiruvchi to‘qima ulushining deyarli ikki barobar ortishi va kapillyarlar zichligining 18,0% ga kamayishi qayd etildi. Olingan natijalar MS da buyrak usti bezi po‘stlog‘ida zonaga xos gipertrofik-distrofik qayta qurilish yuz berishini ko‘rsatadi.*

Kalit so‘zlar: *metabolik sindrom; buyrak usti bezi; po‘stloq qavat; koptokchali zona; tutamli zona; to‘rsimon zona; morfometriya; karyometriya; Wistar kalamushlari.*

KIRISH

Metabolik sindrom – abdominal semirish, insulin rezistentligi, dislipidemiya, giperglikemiya va arterial gipertenziyaning o‘zaro bog‘liq majmuasi bo‘lib, 2-tip qandli diabet hamda yurak-qon tomir kasalliklari xavfini keskin oshiradi (Alberti va boshq., 2009; Grundy va boshq., 2005). Hozirgi kunda dunyo kattalar aholisining qariyb to‘rtdan bir qismi MS mezonlariga mos keladi, uning tarqalishi esa rivojlanayotgan mamlakatlarda ayniqsa tez sur’atlarda o‘smoqda (Saklayen, 2018). O‘zbekistonda ham ovqatlanish tarkibining o‘zgarishi, kam harakatlilik va surunkali stress omillari ushbu sindromning yoshlar orasida keng tarqalishiga sabab bo‘lmoqda.

Buyrak usti bezi po‘stlog‘i uch zonadan iborat bo‘lib, ularning har biri o‘ziga xos gormonlar ishlab chiqaradi: koptokchali (glomerulyar) zona – mineralokortikoidlar,

tutamli (puchkovli) zona – glyukokortikoidlar, to‘rsimon (to‘rli) zona – androgenlar (Vinson, 2016). Morfologik zonallik va funksional ixtisoslashuv o‘rtasidagi bu qat’iy bog‘liqlik har bir zonaning qalinligi va hujayraviy tarkibini bezning funksional faolligi ko‘rsatkichi sifatida baholash imkonini beradi. MS va giperkortitsizm klinik ko‘rinishlarining o‘xshashligi gipotalamus–gipofiz–buyrak usti bezi tizimining funksional giperaktivligi sindrom patogenezida muhim o‘rin tutadi, degan farazga asos bo‘lgan (Anagnostis va boshq., 2009). Bundan tashqari, semirishda yog‘ to‘qimasi va buyrak usti bezi o‘rtasida ikki tomonlama gormonal aloqa mavjudligi isbotlangan (Kargi & Iacobellis, 2014).

Biroq MS da buyrak usti bezining morfometrik tavsifi bo‘yicha ma’lumotlar kam va bir-biriga zid. Swierczynska va boshq. (2015) yuqori yog‘li parhezdagi sichqonlarda po‘stloqning kengayishini kuzatgan bo‘lsa, Topal va boshq. (2019) asosan to‘rsimon zonaning hajmiy ulushi ortishini qayd etgan. Yuqori yog‘ va fruktozaning birgalikdagi ta’siri kalamushlarda inson MS ga eng yaqin modelni hosil qiladi (Panchal va boshq., 2011; Wong va boshq., 2016), ammo bunday modelda po‘stloq zonalarining karyometrik va stromal ko‘rsatkichlari kompleks tarzda deyarli o‘rganilmagan.

Tadqiqot maqsadi – tajribaviy metabolik sindrom sharoitida buyrak usti bezi po‘stloq qavati zonalarining morfometrik va karyometrik o‘zgarishlarini aniqlash hamda stromal-mikrotomir komponentning holatini baholash.

MATERIAL VA METODLAR

Tajriba hayvonlari va guruhlar. Tadqiqot dastlabki tana vazni 180–200 g bo‘lgan 40 ta sog‘lom erkak Wistar kalamushida (*Rattus norvegicus*) o‘tkazildi. Hayvonlar standart vivariy sharoitida (22±2 °C, nisbiy namlik 60–70%, 12/12 soat yorug‘lik–qorong‘ilik tsikli) saqlandi. 7 kunlik moslashuv davridan so‘ng ular tasodifiy ravishda ikki guruhga ajratildi: nazorat guruhi (n=10) – standart laboratoriya ozuqasi va oddiy suv; tajriba guruhi (n=30) – 10 hafta davomida yuqori yog‘li parhez (energiyaning 60% yog‘, 20% oqsil, 20% uglevod hisobiga) va ichimlik suvi o‘rniga 10% fruktoza eritmasi (Buettner va boshq., 2007; Panchal va boshq., 2011).

Model tasdig‘i. Har hafta tana vazni o‘lchandi, sistolik arterial bosim dumdan manjetli noinvaziv usulda aniqlandi; tajriba yakunida qonda glyukoza, umumiy xolesterin, triglitseridlar va lipoproteinlar standart fermentativ usullar bilan tekshirildi. Semirish, giperglikemiya, dislipidemiya va arterial bosim ortishi bir vaqtda qayd etilganda MS shakllangan deb hisoblandi; bu o‘zgarishlar 8-haftadan boshlab kuzatildi.

Gistologik usullar. Hayvonlar ketamin–xloralgidrat narkozi ostida tajribadan chiqarildi. Buyrak usti bezlari ajratib olinib, tortildi, 10% neytral formalinda fiksatsiya qilindi va parafinga quyildi. Bezning markaziy qismidan 4–5 mkm qalinlikdagi seriyali

kesmalar tayyorlanib, gematoksilin-eozin (umumiy tuzilish) va Van Gizon usuli (biriktiruvchi to‘qima) bilan bo‘yaldi (Suvarna va boshq., 2019).

Morfometriya va karyometriya. Raqamli tasvirlar ImageJ dasturida tahlil qilindi (Schneider va boshq., 2012). Quyidagi ko‘rsatkichlar aniqlandi: kapsula, po‘stloq va har bir zonaning qalinligi (mkm); zonalarning po‘stloq umumiy qalinligidagi ulushi (%); hujayra va yadro diametri (mkm); yadro-sitoplazma nisbati (YaSN – yadro maydonining sitoplazma maydoniga nisbati); vakuollashgan (lipidga boy) va ikki yadroli hujayralar ulushi (%); kapillyarlar zichligi (1 mm² dagi kesimlar soni); sinusoid kapillyarlar diametri (mkm); biriktiruvchi to‘qimaning maydon ulushi (%). Har bir hayvonda kamida 10 ta ko‘rish maydoni va har bir zonada 50 tadan kam bo‘lmagan hujayra o‘lchandi; o‘lchovlar guruh mansubligini bilmagan tadqiqotchi tomonidan bajarildi.

Statistik tahlil. Natijalar Microsoft Excel va Statistica 12.0 dasturlarida qayta ishlandi va M±SD ko‘rinishida keltirildi. Guruhlar farqi Styudentning t-mezoni bilan baholandi, $p<0,05$ ishonchli deb qabul qilindi. Tajribalar laboratoriya hayvonlarini insonparvarlik bilan saqlash bo‘yicha xalqaro tamoyillar va ARRIVE tavsiyalariga muvofiq o‘tkazildi (Kilkenny va boshq., 2010).

NATIJALAR VA MUHOKAMA

10-hafta oxiriga kelib tajriba guruhidagi kalamushlarning tana vazni nazoratdagidan 23,7% ga yuqori bo‘ldi (386±24 g ga nisbatan 312±18 g; $p<0,001$), qondagi glyukoza 58,3% ga, triglitseridlar 97,9% ga oshdi, sistolik arterial bosim 142±8 mm sim. ust. ga yetdi (nazoratda 118±6). Bu MS modeli muvaffaqiyatli shakllanganini tasdiqlaydi. Buyrak usti bezining absolyut massasi 35,9% ga, nisbiy massasi esa 9,9% ga ortdi (1-jadval), ya’ni bez kattalashuvi tana vazni ortishiga mutanosib emas, balki undan ustun bo‘ldi.

1-jadval

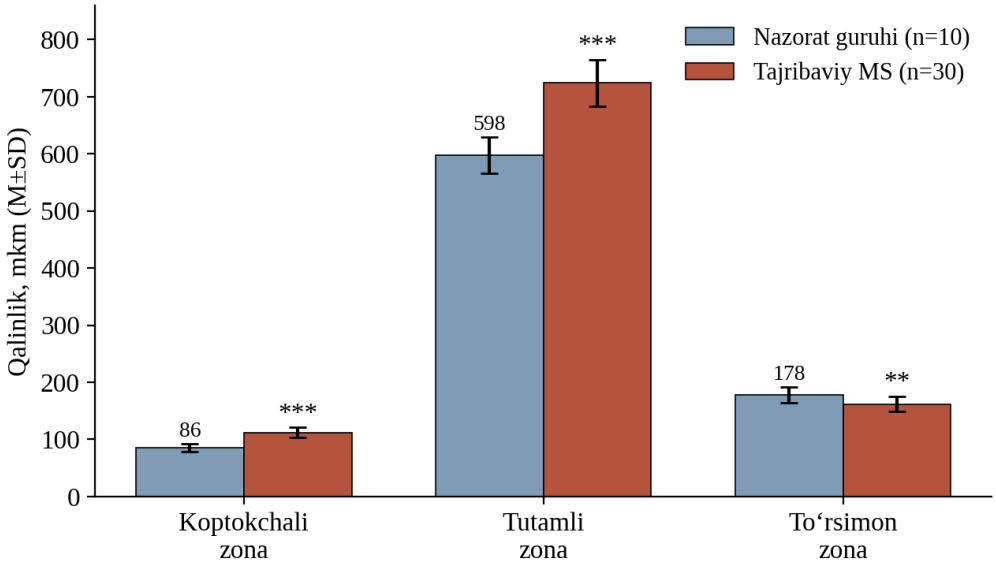
Buyrak usti bezi massasi va po‘stloq zonalarining qalinligi (M±SD)

Ko‘rsatkich	Nazorat (n=10)	MS (n=30)	Δ, %	p
Bezning absolyut massasi, mg	28,4±2,1	38,6±3,0	+35,9	<0,001
Nisbiy massa, mg/100 g	9,1±0,7	10,0±0,8	+9,9	<0,01
Kapsula qalinligi, mkm	18,2±1,6	24,6±2,2	+35,2	<0,001
Po‘stloqning umumiy qalinligi, mkm	862±41	998±52	+15,8	<0,001
Koptokchali zona, mkm	86±7	112±9	+30,2	<0,001

MULTIDISCIPLINARY JOURNAL: FUNDAMENTAL RESEARCH SCIENTIFIC JOURNAL
VOLUME 02. ISSUE 09. SEPTEMBER 2026.
ResearchBib Impact Faktor: 13.943 ISSN: 3060-513X

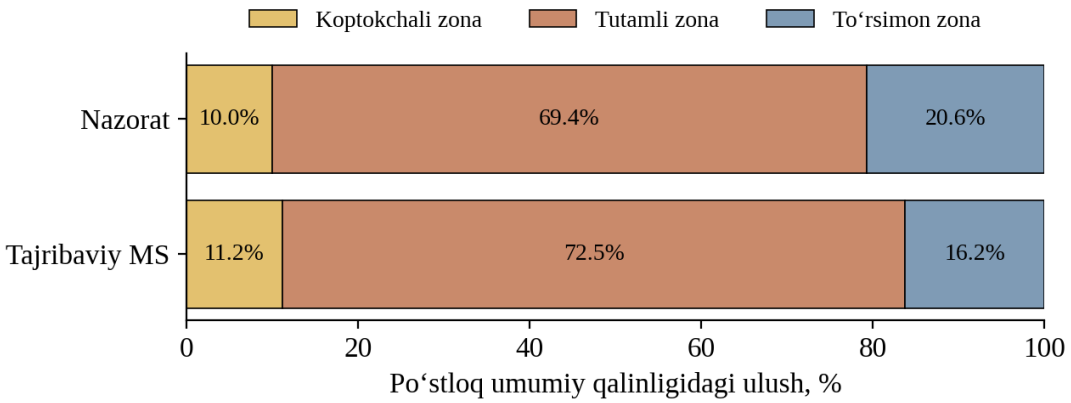
Tutamli zona, mkm	598±32	724±41	+21,1	<0,001
To‘rsimon zona, mkm	178±14	162±13	−9,0	<0,01

Zonalar qalinligi. Po‘stloqning umumiy qalinligi 862±41 mkm dan 998±52 mkm gacha oshdi. Eng katta nisbiy o‘sish koptokchali zonada kuzatildi (+30,2%), tutamli zona 21,1% ga kengaydi, to‘rsimon zona esa aksincha 9,0% ga yupqalashdi (1-rasm). Natijada zonalar nisbati o‘zgardi: tutamli zonaning po‘stloqdagi ulushi 69,4% dan 72,5% gacha, koptokchali zonaniki 10,0% dan 11,2% gacha ortdi, to‘rsimon zona ulushi esa 20,6% dan 16,2% gacha kamaydi (2-rasm).



1-rasm. Nazorat va tajribaviy MS guruhlarida po‘stloq zonalarining qalinligi (M±SD); **– p<0,01;** * – p<0,001

MULTIDISCIPLINARY JOURNAL: FUNDAMENTAL RESEARCH SCIENTIFIC JOURNAL
VOLUME 02. ISSUE 09. SEPTEMBER 2026.
ResearchBib Impact Faktor: 13.943 ISSN: 3060-513X



2-rasm. Po‘stloq zonalarining umumiy qalinlikdagi nisbiy ulushi, %

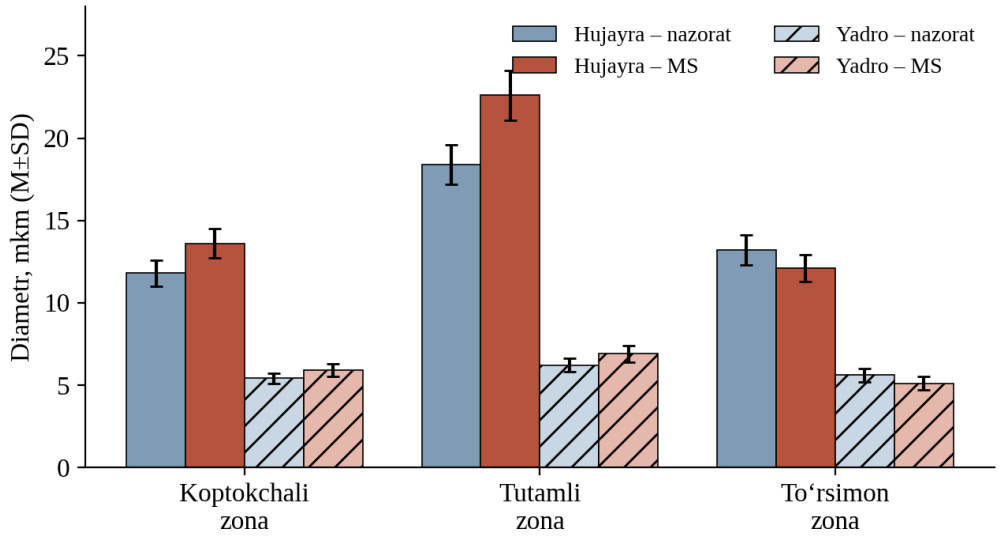
Karyometrik ko‘rsatkichlar. Koptokchali zonada hujayralar diametri 15,3% ga, yadro diametri 9,3% ga kattalashdi. Tutamli zonada hujayra gipertrofiyasi eng yaqqol bo‘lib, ularning diametri 22,8% ga oshdi, biroq sitoplazma o‘sishi yadro o‘sishidan ustun kelgani sababli YaSN 0,128 dan 0,103 gacha (−19,5%) pasaydi. To‘rsimon zonada esa hujayralar (2-jadval) va yadrolar diametrining kichrayishi (5,6±0,4 dan 5,1±0,4 mkm gacha; $p<0,01$), yadrolarning giperxromiyasi va piknozi qayd etildi, YaSN esa deyarli o‘zgarmadi (0,219±0,020 va 0,216±0,022; $p>0,05$). Zonalar bo‘yicha hujayra va yadro o‘lchamlarining yo‘nalishi turlicha ekani 3-rasmda yaqqol ko‘rinadi.

2-jadval

Po‘stloq zonalari hujayralarining karyometrik ko‘rsatkichlari (M±SD)

Zona / ko‘rsatkich	Nazorat (n=10)	MS (n=30)	Δ, %	p
Koptokchali zona: hujayra diametri, mkm	11,8±0,8	13,6±0,9	+15,3	<0,001
yadro diametri, mkm	5,4±0,3	5,9±0,4	+9,3	<0,01
YaSN	0,265±0,021	0,232±0,019	−12,5	<0,001
Tutamli zona: hujayra diametri, mkm	18,4±1,2	22,6±1,5	+22,8	<0,001
yadro diametri, mkm	6,2±0,4	6,9±0,5	+11,3	<0,001
YaSN	0,128±0,011	0,103±0,009	−19,5	<0,001
To‘rsimon zona: hujayra diametri, mkm	13,2±0,9	12,1±0,8	−8,3	<0,01

MULTIDISCIPLINARY JOURNAL: FUNDAMENTAL RESEARCH SCIENTIFIC JOURNAL
VOLUME 02. ISSUE 09. SEPTEMBER 2026.
ResearchBib Impact Faktor: 13.943 ISSN: 3060-513X



3-rasm. Po‘stloq zonalarida hujayra va yadro diametrlarining o‘zgarishi (M±SD)

Stroma va mikrotomirlar. Van Gizon usulida bo‘yalgan preparatlarda kapsula va sinusoidlar atrofidagi kollagen tolalarining qalinlashuvi aniqlandi; biriktiruvchi to‘qima ulushi 4,8% dan 8,9% gacha oshdi (3-jadval). Tutamli zonada sinusoid kapillyarlar kengaygan va qon bilan to‘lgan bo‘lsa-da, ularning zichligi 18,0% ga kamaydi. Vakuollashgan hujayralar ulushi 1,7 barobar, ikki yadroli hujayralar ulushi esa 67,7% ga ortdi, bu kompensator-regenerator jarayonlarning faollashganidan dalolat beradi.

3-jadval

Po‘stloqning stromal va mikrotomir ko‘rsatkichlari (M±SD)

Ko‘rsatkich	Nazorat (n=10)	MS (n=30)	Δ, %	p
Biriktiruvchi to‘qima ulushi, %	4,8±0,6	8,9±1,1	+85,4	<0,001
Kapillyarlar zichligi, 1 mm² da	412±28	338±24	−18,0	<0,001
Sinusoidlar diametri, mkm	8,6±0,7	11,4±1,0	+32,6	<0,001
Vakuollashgan hujayralar, %	34,2±3,8	58,6±5,1	+71,3	<0,001
Ikki yadroli hujayralar, %	3,1±0,4	5,2±0,6	+67,7	<0,001

Muhokama. Olingan natijalar MS sharoitida buyrak usti bezi po‘stlog‘ining qayta qurilishi bir xil emas, balki zonaga xos xususiyatga ega ekanini ko‘rsatadi. Koptokchali

va tutamli zonalarning kengayishi hamda hujayra gipertrofiyasi semirgan kemiruvchilarda po‘stloq kengayishi va steroid gormonlar sekretsiyasining ortishi haqidagi ma’lumotlarga mos keladi (Swierczynska va boshq., 2015). Koptokchali zonaning nisbatan kuchli kengayishi semirishda yog‘ to‘qimasi ajratadigan omillar ta’sirida aldosteron sintezining faollashuvi bilan izohlanishi mumkin (Kargi & Iacobellis, 2014). Tutamli zonada YaSN ning pasayishi gipertrofiya asosan sitoplazma, ya’ni lipid tomchilari va steroidogenez organellalari hisobiga yuz berganini ko‘rsatadi; dislipidemiya sharoitida xolesterinning hujayraga ko‘proq tushishi bu jarayonni kuchaytiradi. Glyukokortikoidlarning visseral yog‘ to‘planishi va glyukoneogenezni kuchaytirishi esa (Anagnostis va boshq., 2009) bez gipertrofiyasi bilan metabolik buzilishlar o‘rtasida o‘zaro kuchaytiruvchi “berk doira” hosil bo‘lishiga sabab bo‘ladi.

To‘rsimon zonaning yupqalashuvi Topal va boshq. (2019) ma’lumotlaridan farq qiladi; bu tafovut tur xususiyatlari, parhez davomiyligi va fruktozaning qo‘shimcha ta’siri bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin (Tappy & Lê, 2010). Kapsula va stromaning fibrozi, kapillyarlar zichligining kamayishi uzoq davom etgan funksional zo‘riqish natijasida mikrosirkulyatsiya yetishmovchiligi shakllanayotganini ko‘rsatadi; bu holat kelgusida bezning moslashuv zaxiralarini cheklashi mumkin. Shuni ta’kidlash lozimki, ushbu ishda yorug‘lik mikroskopiyasi asosidagi ikki o‘lchamli morfometriya qo‘llanildi; stereologik va immunogistokimyoviy usullar natijalarni yanada aniqlashtirishga xizmat qiladi.

Amaliy nuqtai nazardan, aniqlangan morfometrik mezonlar – tutamli zona qalinligi va uning po‘stloqdagi ulushi, YaSN, vakuollashgan hujayralar va biriktiruvchi to‘qima ulushi – MS da buyrak usti bezining zararlanish darajasini obyektiv baholash imkonini beradi. Bu ko‘rsatkichlar antioksidantlar, adaptogenlar va parhez-terapiya kabi tuzatuvchi ta’sirlarning samaradorligini tajribada baholashda “nazorat nuqtalari” sifatida qo‘llanilishi, shuningdek, gistologiya, patologik anatomiya va endokrinologiya fanlarini o‘qitishda foydalanilishi mumkin. Kelgusida po‘stloq o‘zgarishlarini gormonal ko‘rsatkichlar bilan korrelyatsion tahlil qilish va o‘zgarishlarning qaytarluvchanligini o‘rganish rejalashtirilgan.

XULOSA

1. Yuqori yog‘li va fruktozali parhez Wistar kalamushlarida 10 hafta davomida MS ni shakllantiradi va buyrak usti bezining absolyut (+35,9%) hamda nisbiy (+9,9%) massasini oshiradi.

2. MS da po‘stloq qavatning qalinligi 15,8% ga ortadi; bu koptokchali (+30,2%) va tutamli (+21,1%) zonalar kengayishi hisobiga yuz beradi, to‘rsimon zona esa 9,0% ga yupqalashadi.

3. Tutamli zona hujayralarining gipertrofiyasi (+22,8%), YaSN pasayishi (−19,5%) va lipid vakuolizatsiyasi, to‘rsimon zonada esa hujayralarning kichrayishi va yadro piknozi zonaga xos gipertrofik-distrofik qayta qurilishni aks ettiradi.

4. Kapsula va stroma fibrozi (+85,4%) hamda kapillyarlar zichligining kamayishi (−18,0%) MS da bezning moslashuv imkoniyatlari cheklanishining morfologik belgilari hisoblanadi. Aniqlangan morfometrik ko‘rsatkichlar MS da buyrak usti bezi zararlanishini baholash va davolash samaradorligini o‘rganishda morfologik mezon sifatida qo‘llanilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Alberti, K. G. M. M., Eckel, R. H., Grundy, S. M., Zimmet, P. Z., Cleeman, J. I., Donato, K. A., Fruchart, J.-C., James, W. P. T., Loria, C. M., & Smith, S. C., Jr. (2009). Harmonizing the metabolic syndrome: A joint interim statement. *Circulation*, *120*(16), 1640–1645. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192644

2. Anagnostis, P., Athyros, V. G., Tziomalos, K., Karagiannis, A., & Mikhailidis, D. P. (2009). The pathogenetic role of cortisol in the metabolic syndrome: A hypothesis. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, *94*(8), 2692–2701. https://doi.org/10.1210/jc.2009-0370

3. Buettner, R., Schölmerich, J., & Bollheimer, L. C. (2007). High-fat diets: Modeling the metabolic disorders of human obesity in rodents. *Obesity, 15*(4), 798–808. https://doi.org/10.1038/oby.2007.608

4. Grundy, S. M., Cleeman, J. I., Daniels, S. R., Donato, K. A., Eckel, R. H., Franklin, B. A., Gordon, D. J., Krauss, R. M., Savage, P. J., Smith, S. C., Jr., Spertus, J. A., & Costa, F. (2005). Diagnosis and management of the metabolic syndrome: An American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute scientific statement. *Circulation*, *112*(17), 2735–2752. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.169404

5. Kargi, A. Y., & Iacobellis, G. (2014). Adipose tissue and adrenal glands: Novel pathophysiological mechanisms and clinical applications. *International Journal of Endocrinology*, *2014*, Article 614074. https://doi.org/10.1155/2014/614074

6. Kilkenny, C., Browne, W. J., Cuthill, I. C., Emerson, M., & Altman, D. G. (2010). Improving bioscience research reporting: The ARRIVE guidelines for reporting animal research. *PLoS Biology*, *8*(6), Article e1000412. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1000412

7. Panchal, S. K., Poudyal, H., Iyer, A., Nazer, R., Alam, M. A., Diwan, V., Kauter, K., Sernia, C., Campbell, F., Ward, L., Gobe, G., Fenning, A., & Brown, L.

(2011). High-carbohydrate, high-fat diet-induced metabolic syndrome and cardiovascular remodeling in rats. *Journal of Cardiovascular Pharmacology, 57*(5), 611–624. https://doi.org/10.1097/FJC.0b013e3181feb90a

8. Saklayen, M. G. (2018). The global epidemic of the metabolic syndrome. *Current Hypertension Reports, 20*(2), Article 12. https://doi.org/10.1007/s11906-018-0812-z

9. Schneider, C. A., Rasband, W. S., & Eliceiri, K. W. (2012). NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods, 9*(7), 671–675. https://doi.org/10.1038/nmeth.2089

10. Suvarna, S. K., Layton, C., & Bancroft, J. D. (Eds.). (2019). *Bancroft's theory and practice of histological techniques* (8th ed.). Elsevier.

11. Swierczynska, M. M., Mateska, I., Peitzsch, M., Bornstein, S. R., Chavakis, T., Eisenhofer, G., Lamounier-Zepter, V., & Eaton, S. (2015). Changes in morphology and function of adrenal cortex in mice fed a high-fat diet. *International Journal of Obesity, 39*(2), 321–330. https://doi.org/10.1038/ijo.2014.102

12. Tappy, L., & Lê, K.-A. (2010). Metabolic effects of fructose and the worldwide increase in obesity. *Physiological Reviews, 90*(1), 23–46. https://doi.org/10.1152/physrev.00019.2009

13. Topal, F., Goren, H., Yucel, F., Şahintürk, V., & Aydar, Y. (2019). Effect of consuming high-fat diet on the morphological parameters of adrenal gland. *Bratislava Medical Journal, 120*(8), 593–600. https://doi.org/10.4149/BLL_2019_097

14. Vinson, G. P. (2016). Functional zonation of the adult mammalian adrenal cortex. *Frontiers in Neuroscience, 10*, Article 238. https://doi.org/10.3389/fnins.2016.00238

15. Wong, S. K., Chin, K.-Y., Suhaimi, F. H., Fairus, A., & Ima-Nirwana, S. (2016). Animal models of metabolic syndrome: A review. *Nutrition & Metabolism, 13*, Article 65. https://doi.org/10.1186/s12986-016-0123-9