



New Day in Medicine
Новый День в Медицине

NDM



TIBBIYOTDA YANGI KUN

Ilmiy referativ, marifiy-ma'naviy jurnal



AVICENNA-MED.UZ



ISSN 2181-712X.
EISSN 2181-2187

11 (85) 2025

**Сопредседатели редакционной
коллегии:**

**Ш. Ж. ТЕШАЕВ,
А. Ш. РЕВИШВИЛИ**

Ред. коллегия:
М.И. АБДУЛЛАЕВ
А.А. АБДУМАЖИДОВ
Р.Б. АБДУЛЛАЕВ
Л.М. АБДУЛЛАЕВА
А.Ш. АБДУМАЖИДОВ
М.А. АБДУЛЛАЕВА
Х.А. АБДУМАДЖИДОВ
Б.З. АБДУСАМАТОВ
М.М. АКБАРОВ
Х.А. АКИЛОВ
М.М. АЛИЕВ
С.Ж. АМИНОВ
Ш.Э. АМОНОВ
Ш.М. АХМЕДОВ
Ю.М. АХМЕДОВ
С.М. АХМЕДОВА
Т.А. АСКАРОВ
М.А. АРТИКОВА
Ж.Б. БЕКНАЗАРОВ (главный редактор)
Е.А. БЕРДИЕВ
Б.Т. БУЗРУКОВ
Р.К. ДАДАБАЕВА
М.Н. ДАМИНОВА
К.А. ДЕХКОНОВ
Э.С. ДЖУМАБАЕВ
А.А. ДЖАЛИЛОВ
Н.Н. ЗОЛОТОВА
А.Ш. ИНОЯТОВ
С. ИНДАМИНОВ
А.И. ИСКАНДАРОВ
А.С. ИЛЬЯСОВ
Э.Э. КОБИЛОВ
А.М. МАННАНОВ
Д.М. МУСАЕВА
Т.С. МУСАЕВ
М.Р. МИРЗОЕВА
Ф.Г. НАЗИРОВ
Н.А. НУРАЛИЕВА
Ф.С. ОРИПОВ
Б.Т. РАХИМОВ
Х.А. РАСУЛОВ
Ш.И. РУЗИЕВ
С.А. РУЗИБОЕВ
С.А. ГАФФОРОВ
С.Т. ШАТМАНОВ (Кыргызстан)
Ж.Б. САТТАРОВ
Б.Б. САФОЕВ (отв. редактор)
И.А. САТИВАЛДИЕВА
Ш.Т. САЛИМОВ
Д.И. ТУКСАНОВА
М.М. ТАДЖИЕВ
А.Ж. ХАМРАЕВ
Б.Б. ХАСАНОВ
Д.А. ХАСАНОВА
Б.З. ХАМДАМОВ
Э.Б. ХАККУЛОВ
Г.С. ХОДЖИЕВА
А.М. ШАМСИЕВ
А.К. ШАДМАНОВ
Н.Ж. ЭРМАТОВ
Б.Б. ЕРГАШЕВ
Н.Ш. ЕРГАШЕВ
И.Р. ЮЛДАШЕВ
Д.Х. ЮЛДАШЕВА
А.С. ЮСУПОВ
Ш.Ш. ЯРИКУЛОВ
М.Ш. ХАКИМОВ
Д.О. ИВАНОВ (Россия)
К.А. ЕГЕЗАРЯН (Россия)
DONG JINCHENG (Китай)
КУЗАКОВ В.Е. (Россия)
Я. МЕЙЕРНИК (Словакия)
В.А. МИТИШ (Россия)
В.И. ПРИМАКОВ (Беларусь)
О.В. ПЕШИКОВ (Россия)
А.А. ПОТАПОВ (Россия)
А.А. ТЕПЛОВ (Россия)
Т.Ш. ШАРМАНОВ (Казахстан)
А.А. ІЦЕГОЛОВ (Россия)
С.Н. ГУСЕЙНОВА (Азербайджан)
Prof. Dr. KURBANHAN MUSLUMOV(Azerbaijan)
Prof. Dr. DENIZ UYAK (Germany)

**ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН
НОВЫЙ ДЕНЬ В МЕДИЦИНЕ
NEW DAY IN MEDICINE**

*Илмий-рефератив, маънавий-маърифий журнал
Научно-реферативный,
духовно-просветительский журнал*

УЧРЕДИТЕЛИ:

**БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ
ООО «ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН»**

Национальный медицинский
исследовательский центр хирургии имени
А.В. Вишневского является генеральным
научно-практическим
консультантом редакции

Журнал был включен в список журнальных
изданий, рецензируемых Высшей
Аттестационной Комиссией
Республики Узбекистан
(Протокол № 201/03 от 30.12.2013 г.)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

М.М. АБДУРАХМАНОВ (Бухара)
Г.Ж. ЖАРЫЛКАСЫНОВА (Бухара)
А.Ш. ИНОЯТОВ (Ташкент)
Г.А. ИХТИЁРОВА (Бухара)
Ш.И. КАРИМОВ (Ташкент)
У.К. КАЮМОВ (Тошкент)
Ш.И. НАВРУЗОВА (Бухара)
А.А. НОСИРОВ (Ташкент)
А.Р. ОБЛОКУЛОВ (Бухара)
Б.Т. ОДИЛОВА (Ташкент)
Ш.Т. УРАКОВ (Бухара)

11 (85)

www.bsmi.uz
<https://newdaymedicine.com> E:
ndmuz@mail.ru
Тел: +99890 8061882

**2025
ноябрь**

Received: 20.10.2025, Accepted: 06.11.2025, Published: 10.11.2025

UQK 611.44-018.26:616.441-092.9-092.19-07

**OQ ZOTSIZ KALAMUSHLARDA MIKROELEMENTLAR TANQISLIGIDA
QALQONSIMON BEZNING GISTOMORFOMETRIK VA MIKROSIRKULYATOR
O'ZGARISHLARI**

O.G'. Aslanov <https://orcid.org/0009-0001-7094-4088> e-mail: GAslanov@bsmi.uz
R.R.Baymuradov <https://orcid.org/0000-0003-3874-4796> e-mail: ravshan.baymuradov@bsmi.uz

Abu Ali ibn Sino nomidagi Buxoro davlat tibbiyot instituti. O'zbekiston, Buxoro, ko'ch. G'ijduvon 23. Tel: +998 (65) 223-00-50 e-mail: info@bsmi.uz

✓ *Rezume*

Ushbu maqolada oq zotsiz kalamushlarda magniy, temir, selen va rux mikroelementlarining yetishmovchiligi sharoitida qalqonsimon bezning gistogramorfometrik va mikrosirkulyator o'zgarishlari o'rganildi. Morfometrik tahlil natijalari mikroelementlar tanqisligi sharoitida bez massasi, follikula diametri va kapillyar diametri kamayishini, tomirlararo masofa va stromaning ulushi ortishini ko'rsatdi. Eng keskin o'zgarishlar magniy tanqisligida kuzatildi. Olingan natijalar mikroelementlar balansining endokrin tizim faoliyati va morfologik yaxlitlikni saqlashdagi muhim rolini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: mikroelementlar, qalqonsimon bez, magniy, selen, rux, temir, gistogramorfometriya, eksperimental tadqiqot, mikrosirkulyatsiya.

**ГИСТОМОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ И МИКРОЦИРКУЛЯТОРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ
ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ БЕЛЫХ БЕСПОРОДНЫХ КРЫС ПРИ ДЕФИЦИТЕ
МИКРОЭЛЕМЕНТОВ**

O.Г. Асланов <https://orcid.org/0009-0001-7094-4088>
Р.Р. Баймурадов <https://orcid.org/0000-0003-3874-4796>

Бухарский государственный медицинский институт имени Абу Али ибн Сино. Узбекистан, г. Бухара, ул. Гиждуван 23. Тел: +998 (65) 223-00-50 e-mail: info@bsmi.uz

✓ *Резюме*

В статье представлены результаты исследования гистоморфометрических и микроциркуляторных изменений щитовидной железы у белых беспородных крыс при дефиците магния, железа, селена и цинка. Морфометрический анализ показал снижение массы железы, диаметра фолликулов и капилляров, а также увеличение меж сосудистого расстояния и доли стромы при дефиците микроэлементов. Наиболее выраженные изменения отмечены при недостатке магния. Полученные результаты подтверждают ключевую роль микроэлементного баланса в поддержании морфологической целостности и функциональной активности эндокринной системы.

Ключевые слова: микроэлементы, щитовидная железа, магний, селен, цинк, железо, гистоморфометрия, эксперимент, микроциркуляция.

**HISTOMORPHOMETRIC AND MICROCIRCULATORY CHANGES IN THE THYROID
GLAND OF WHITE OUTBRED RATS WITH MICROELEMENT DEFICIENCY**

O.G.Aslanov <https://orcid.org/0009-0001-7094-4088>
R.R.Baymuradov <https://orcid.org/0000-0003-3874-4796>

Bukhara State Medical Institute named after Abu Ali ibn Sino. Uzbekistan, Bukhara, Gijduvan str. 23. Tel: +998 (65) 223-00-50 e-mail: info@bsmi.uz

✓ *Resume*

This study investigates histomorphometric and microcirculatory changes in the thyroid gland of white laboratory rats under magnesium, iron, selenium, and zinc deficiency. Morphometric analysis revealed a decrease in gland mass, follicular and capillary diameters, and an increase in intervascular distance and stromal proportion. The most pronounced changes were observed under magnesium deficiency. The findings confirm the crucial role of trace element balance in maintaining the morphological integrity and functional stability of the endocrine system.

Keywords: *trace elements, thyroid gland, magnesium, selenium, zinc, iron, histomorphometry, experimental study, microcirculation.*

Dolzarbligi

Endokrin tizimning muhim bo‘g‘ini bo‘lgan qalqonsimon bez organizmda modda almashinuvi, o‘sish, termoregulyatsiya va nerv tizimi faoliyatini muvofiqlashtirishda yetakchi o‘rin tutadi. Bu bez tomonidan ishlab chiqariladigan tiroksin va triyodtironin gormonlari metabolik jarayonlarning tezligini belgilab beradi hamda hujayralarning energetik faolligini boshqaradi (7).

So‘nggi yillarda o‘tkazilgan eksperimental va klinik tadqiqotlar mikroelementlar tanqisligi qalqonsimon bez morfologiyasi va faoliyatida sezilarli o‘zgarishlar keltirib chiqarishini ko‘rsatmoqda. Xususan, magniy (Mg) yetishmovchiligi qalqonsimon bez kapillyarlarining torayishi va endotelial disfunktsiyani keltirib chiqaradi [1], temir (Fe) tanqisligi esa tiroperoksidaza fermenti faolligining pasayishiga sabab bo‘ladi, bu esa gormon sintezini cheklaydi [2]. Selen (Se) va rux (Zn) yetishmovchiligi o‘z navbatida antioksidant himoya tizimi zaiflashuvi, tirotsitlarda degenerativ o‘zgarishlar va kolloidning morfologik zichligi pasayishi bilan kechadi [3,5].

Bundan tashqari, ekologik ifloslanish, suv-tuproq tizimida mikroelementlarning notekis taqsimlanishi, oziq-ovqatning minerallarga kambag‘allashuvi va yashash hududining iqlimi xususiyatlari bu holatni yanada kuchaytiradi [4]. Shuning uchun mikroelementlar tanqisligining qalqonsimon bezdag‘i morfometrik va mikrosirkulyator o‘zgarishlarga ta’sirini chuqur o‘rganish, endokrin disbalans mexanizmlarini aniqlashda dolzarb ilmiy masala bo‘lib qolmoqda.

Ushbu tadqiqotning **maqsadi** — oq zotsiz kalamushlarda magniy, temir, selen va rux mikroelementlarining yetishmovchiligi sharoitida qalqonsimon bezning gistogramorfometrik va mikrosirkulyator tuzilmasidagi o‘zgarishlarni aniqlash, ularning morfometrik ko‘rsatkichlarga va bezning funksional faolligiga ta’sirini baholash, hamda mikroelement tanqisligi bilan bog‘liq endokrin disbalans mexanizmlarini ilmiy asoslashdan iborat.

Tadqiqot materiali va usullari

Eksperimental tadqiqotlar standart vivariy sharoitida saqlanadigan, og‘irligi 150–170 g bo‘lgan erkak oq zotsiz kalamushlarda olib borildi. Barcha laboratoriya hayvonlari 5 ta guruhga ajratildi:

1. I-guruh – nazorat guruhi: standart ovqatlanish bilan saqlangan kalamushlar.
2. II-guruh – magniy yetishmovchiligi (Mg-): magniy tanqis maxsus ozuqa bilan oziqlantirilgan.
3. III-guruh – temir yetishmovchiligi (Fe-): temir tanqis maxsus ozuqa bilan oziqlantirilgan.
4. IV-guruh – selen yetishmovchiligi (Se-): selen tanqis maxsus ozuqa bilan oziqlantirilgan.
5. V-guruh – rux yetishmovchiligi (Zn-): rux tanqis maxsus ozuqa bilan oziqlantirilgan.

Tajriba 10 hafta davom etdi. Ozuqa “ALTROMIN Spezialfutter GmbH & Co.KG” (Germaniya) kompaniyasi tomonidan ishlab chiqilgan bo‘lib, C 1000, C 1035, C 1038, C 1040, C 1045 hamda modifikatsiyalangan C 1035 ozuqa turlaridan foydalanildi. Tajriba No. 36/2024 raqamli sertifikat bilan tasdiqlangan. Morfometrik o‘lchovlar gistonamunalar asosida mikroskopik tahlil orqali amalga oshirildi. Eksperimental ma’lumotlarga parametrik va nolparametrik statistik tahlil usullari yordamida ishlov berildi. Dastlabki ma’lumotlarni yig‘ish, tuzatish va tizimlashtirish Microsoft Office Excel 2016 dasturi yordamida amalga oshirildi. Statistik tahlil esa IBM SPSS Statistics V.26 dasturida (IBM Corp., AQSh) bajarildi.

Miqdoriy ko‘rsatkichlarning taqsimoti Shapiro–Wilk ($n < 50$) yoki Kolmogorov–Smirnov ($n > 50$) testlari, shuningdek assimetriya va eksess ko‘rsatkichlari orqali baholandi. Ma’lumotlar normal taqsimotga mos bo‘lmaganda, guruhlararo farqlarni aniqlash uchun Mann–Whitney U-testidan foydalanildi. Normal taqsimot holatlarida esa Student (t) testi qo‘llanildi. Statistik natijalar STTGRAPH 5.1 dasturi yordamida grafik shaklda vizualizatsiya qilindi. Hisob-kitoblarda o‘rtacha

qiymat (M), o‘rtacha xato (m) va variatsiya koeffitsienti aniqlanib, nazorat guruhiga nisbatan foizli og‘ishlar baholandi. Farqlar $p < 0,05$ darajada ahamiyatli deb qabul qilindi.

Tadqiqot natijalari va tahlilalar

O‘tkazilgan morfometrik tadqiqotlar natijalari shuni ko‘rsatdiki, mikroelementlar yetishmovchiligi sharoitida oq zotsiz kalamushlarning qalqonsimon bez massasi nazorat guruhiga nisbatan sezilarli darajada kamaygan. Eng katta pasayish magniy tanqisligida qayd etilib, bez massasi o‘rtacha 18,1% ga qisqargan. Ushbu holat ion balansining buzilishi, oksidlovchi ta’siri ortishi va hujayra trofikasining izdan chiqishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Temir, selen va rux tanqisligida ham shunga o‘xshash, ammo biroz yumshoqroq tendensiyalar kuzatildi.

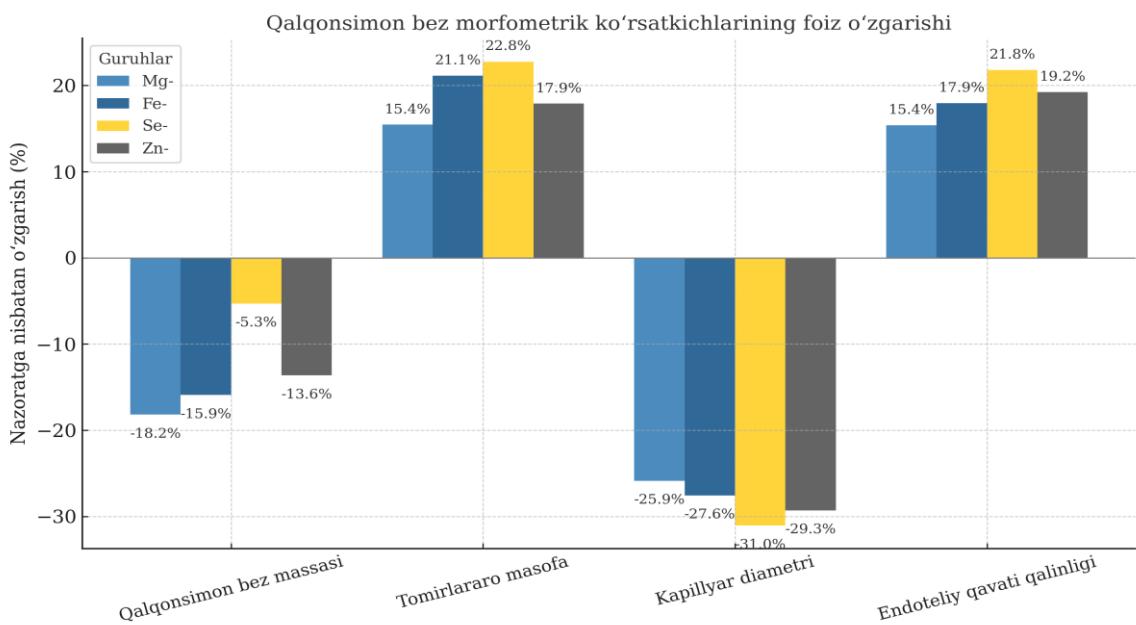
Tomirlararo masofa barcha tajriba guruhlarida 15–18% ga ortgan bo‘lib, bu mikrosirkulyatsiya sekinlashuvi va to‘qimalararo diffuziya jarayonlarining sustlashganini bildiradi. Shu bilan birga, kapillyarlar 26–30% ga qisqargan, bu esa qon oqimining pasayishiga, to‘qima gipoksiyasiga va vaskulyar qarshilikning oshishiga olib keladi (1 – rasm).

Endoteliy qavati qalinligi $0,78 \pm 0,03 \mu\text{m}$ dan $0,90–0,95 \pm 0,05 \mu\text{m}$ gacha ortgan bo‘lib, bu vaskulyar stress va disfunktsiya belgisi sifatida baholandi. Endotelial qatlam qalinlashuvi, kapillyar diametrining qisqarishi va tomirlararo masofa kengayishi birgalikda qon aylanish jarayonining sekinlashganini hamda to‘qimalarning kislorod bilan ta‘minlanishi yomonlashganini ko‘rsatadi (1 jadval).

1 – jadval

Oq zotsiz kalamushlarda mikroelementlar yetishmovchiligi sharoitida qalqonsimon bezning mikrosirkulyator o‘zan tomirlari va gistogramorfometrik ko‘rsatkichlari ($M \pm m$)

Ko‘rsatkichlar	Nazorat guruhi	Fe yetishmov chiligi	Se yetishmov chiligi	Mg yetishmov chiligi	Zn yetishmov chiligi
Qalqonsimon bez massasi (mg)	$13,2 \pm 0,62$	$11,1 \pm 0,43$	$12,5 \pm 0,48$	$10,8 \pm 0,56$	$11,4 \pm 0,52$
Tomirlararo masofa (μm)	$12,3 \pm 0,45$	$14,9 \pm 0,58$	$15,1 \pm 0,61$	$14,2 \pm 0,54$	$14,5 \pm 0,57$
Kapillyarlar diametri (μm)	$5,8 \pm 0,21$	$4,2 \pm 0,17$	$4,0 \pm 0,19$	$4,3 \pm 0,18$	$4,1 \pm 0,16$
Endotelial qavat qalinligi (μm)	$0,78 \pm 0,03$	$0,92 \pm 0,04$	$0,95 \pm 0,05$	$0,90 \pm 0,04$	$0,93 \pm 0,04$
Follikula diametri (μm)	$45,6 \pm 1,8$	$38,4 \pm 1,5$	$40,2 \pm 1,6$	$37,8 \pm 1,4$	$39,1 \pm 1,5$
Tiroositlar balandligi (μm)	$9,5 \pm 0,33$	$7,6 \pm 0,29$	$8,0 \pm 0,31$	$7,4 \pm 0,28$	$7,8 \pm 0,30$
Koloidning optik zichligi (shartli birliklarda)	$0,83 \pm 0,02$	$0,66 \pm 0,02$	$0,69 \pm 0,03$	$0,64 \pm 0,02$	$0,68 \pm 0,02$
Stromaning ulushi (%)	$28,4 \pm 0,9$	$33,7 \pm 1,2$	$32,9 \pm 1,1$	$34,1 \pm 1,3$	$33,5 \pm 1,1$
Kapillyar zichligi (1 mm^2 dagi soni)	$152 \pm 5,4$	$128 \pm 4,8$	$130 \pm 4,5$	$126 \pm 4,6$	$129 \pm 4,7$
Degenerativ o‘zgarishlar chastotasi (%)	0	$26 \pm 1,1$	$23 \pm 1,0$	$28 \pm 1,3$	$25 \pm 1,2$



1 rasm. Mikroelementlar yetishmovchiligi sharoitida oq zotsiz kalamushlarda qalqonsimon bezning morfometrik ko'rsatkichlarining nazoratga nisbatan foiz o'zgarishi

Ushbu natijalar shuni ko'rsatadiki, mikroelement yetishmovchiligi qalqonsimon bez to'qimasining struktura-funksional barqarorligini izdan chiqaradi, mikrosirkulyator buzilishlarni kuchaytiradi va sekretor faoliyatni pasaytiradi. Stromaning ulushi ortishi esa bez to'qimasining degenerativ qayta tuzilish jarayonlarini ifodalaydi. Shu sababli, mikroelementlar balansining buzilishi endokrin tizim faoliyatini bevosita susaytiruvchi muhim omil sifatida baholanadi.

Olingan natijalar mikroelement yetishmovchiligi sharoitida qalqonsimon bezda morfologik va mikrosirkulyator darajada sezilarli o'zgarishlar yuz berishini ko'rsatdi. Bu holat boshqa mualliflarning ma'lumotlari bilan muvofiqdir. Xususan, Zhang et al. (2018) tomonidan magniy tanqisligida endotelial disfunktsiya va kapillyarlarning torayishi qayd etilgan bo'lib, bu bizning kapillyar diametri 26–30% ga qisqarganligi haqidagi natijalarimiz bilan mos keladi. Shuningdek, Kulikova et al. (2021) ishlarida mikroelementlar balansining buzilishi tomirlararo masofa kengayishi va stromaning ko'payishi bilan kechishi qayd etilgan; bizning tajribalarda ham tomirlararo masofa o'rtacha 15–18% ga oshgani bu holatni tasdiqlaydi.

Beard et al. (2020) ma'lumotlariga ko'ra, temir tanqisligida tiroperoksidaza fermentining faolligi pasayib, gormon sintezi sekinlashadi; bizning tadqiqotda ham temir tanqisligi sharoitida tirotsit balandligining 20% ga kamayishi va kolloid zichligining pasayishi ushbu mexanizm bilan bevosita bog'liq bo'lishi mumkin. Schomburg (2022) va Kohrle (2017) tadqiqotlarida selen va rux yetishmovchiligi fonida tirotsitlarda degenerativ o'zgarishlar va kolloidning suyulishi kuzatilgan; bu bizda qayd etilgan kolloid zichligining 0,83 dan 0,64–0,69 birlikkacha pasayganligi bilan to'liq mos keladi.

Shuningdek, Altura, Gebrewold (2018) tomonidan magniy tanqisligi qon tomirlarining tonusini pasaytirib, vaskulyar stress va endoteliy qalilashuviga olib kelishi haqida ma'lumot berilgan. Bizning tadqiqotda ham endoteliy qavati qaliligi $0,78 \mu\text{m}$ dan $0,92\text{--}0,95 \mu\text{m}$ gacha organligi aniqlanib, ularning xulosalarini tasdiqlaydi. Köhrle (2017) tomonidan keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra, rux tanqisligida tirotsit proliferatsiyasi va follikula diametri kamayadi; bizning kuzatuvlarda rux tanqisligida follikula diametri $39,1\pm1,5 \mu\text{m}$ ni tashkil etib, nazoratga nisbatan 14% ga kichikroq bo'ldi.

Umuman olganda, boshqa tadqiqotchilarning ishlarida keltirilgan ma'lumotlar bizning eksperimental natijalar bilan yuqori darajada uyg'unlikda. Bu esa magniy, temir, selen va ruxning yetarli miqdorda mavjudligi qalqonsimon bez to'qimasining strukturaviy yaxlitligini saqlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega ekanligini yana bir bor tasdiqlaydi. Shu bilan birga, ayrim o'zgarishlarning

ifoda darajasi farqli bo‘lishi mumkin; bu esa hayvonlar turiga, yoshiga, ozuqa formulasi va tajriba davomiyligiga bog‘liq bo‘lgan individual fiziologik omillar bilan izohlanadi.

Xulosa

Olib borilgan tajriba natijalari shuni ko‘rsatdiki, mikroelementlar yetishmovchiligi (Mg, Fe, Se, Zn) sharoitida qalqonsimon bez to‘qimasida atrofik va degenerativ o‘zgarishlar rivojlanadi. Eng yaqqol morfometrik o‘zgarishlar magniy tanqisligida kuzatilib, bunda bez massasi 18,1% ga kamaygan, kapillyar diametri esa 26% ga qisqargan. Tomirlararo masofa va stromaning ulushi oshishi mikrosirkulyatsiyaning buzilishi va to‘qima trofikasining yomonlashganini bildiradi. Shu bilan birga, kolloid zichligi va tirotsit balandligining pasayishi qalqonsimon bezning sekretsion faolligi sustlashganidan dalolat beradi. Umuman olganda, olingan ma’lumotlar mikroelement balansining saqlanishi qalqonsimon bezning morfologik yaxlitligi va funksional barqarorligini ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etishini tasdiqlaydi.

ADABIYOTLAR RO’YXATI:

1. Altura B.M., Gebrewold A. Magnesium deficiency and endothelial dysfunction // *Magnesium Research*. 2018;31(3):85-92.
2. Beard J.L., Dawson H., Piñeiro-Carrero V. Iron deficiency and thyroid hormone metabolism // *Biological Trace Element Research*. 2020;195(2):414-421.
3. Körkle J., Baeuerlein R. Zinc and thyroid: regulatory interactions // *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2017;43:45-52.
4. Kulikova O.V., Medvedeva N.V., Sokolov V.A. Environmental trace elements imbalance and thyroid pathology risk // *Human Ecology*. 2021;28(4):63-70.
5. Schomburg L. Selenium, selenoproteins, and thyroid hormone metabolism // *Nutrients*. 2022;14(3):531-540.
6. Zhang L., Sun J., Liu Y., et al. Morphological changes of thyroid microvasculature under magnesium deficiency in laboratory rats // *International Journal of Experimental Pathology*. 2018;99(4):215-223.
7. Zimmermann M.B. Thyroid physiology and disorders in relation to nutrition and environment // *Endocrine Reviews*. 2019;40(5):1008-1049.

Qabul qilingan sana 20.10.2025