



UO'T: 504.05.314.42.616.44.379.002

**Dilafroz IBRAGIMOVA,**  
*O'zbekiston Milliy universiteti magistranti*  
*E-mail:dilafrozkarimjonova017@gmail.com*  
**Iroda KARIMOVA,**  
*O'zbekiston Milliy universiteti dotsenti, PhD*  
**Iroda HAMRALIYEVA**  
*O'zbekiston Milliy universiteti magistranti*

*O'zMU huzuridagi Biofizika va biokimyo instituti katta ilmiy xodimi N.Ergashev taqrizi asosida*

### INDUKSIYALANGAN QANDLI DIABET VA AUTOIMMUN TIREODITNING KALAMUHLARNING AYRIM FIZIOLOGIK KO'RSATGICHLARIGA TA'SIRINI SOLISHTIRMA TAHLILI

Аннотация

Ushbu maqolada eksperimental qandli diabet va autoimmun tireoidit sharoitida kalamushlarda tana massasi, oshqozon osti bezi massasi ko'rsatkichlari,  $\alpha$ -amilaza, triglidserid fermentlarining faolligi aniqlanib, solishtirilib o'rganilgan. Olingan natijalarga ko'ra qandli diabetda (tana massasi 19,7 % ga, oshqozon osti bezi massasi 18 % ga) va autoimmun tireodit (tana massasi 7,16 % ga, oshqozon osti bezi massasi 21,6 % ga) da ham kalamushlarning morfometrik ko'rsatkichlari nazorat guruhiga nisbatan orqada qolgan. Diabetik holatda ham autoimmun tireodit holatida ham oshqozon osti bezi  $\alpha$ -amilazasining faolligi repressiyalangan bo'lsa, triglidseridning faolligi esa aksincha ko'tarildi.

**Kalit so'zlar:** alloksan, qandli diabet, autoimmun tireodit, tana massa, oshqozon osti bezi,  $\alpha$ -amilaza, triglidserid.

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ИНДУЦИРОВАННОГО САХАРНОГО ДИАБЕТА И АУТОИММУННОГО ТИРЕОДИТА НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРЫС

Аннотация

В данной статье проведён сравнительный анализ влияния индуцированного сахарного диабета и аутоиммунного тиреоидита на отдельные физиологические показатели у крыс. В условиях экспериментального сахарного диабета и аутоиммунного тиреоидита были определены и сопоставлены показатели массы тела, массы поджелудочной железы, активности  $\alpha$ -амилазы и уровня триглицеридов. По полученным результатам установлено, что при сахарном диабете (снижение массы тела на 19,7 % и массы поджелудочной железы на 18 %) и при аутоиммунном тиреоидите (снижение массы тела на 7,16 % и массы поджелудочной железы на 21,6 %) морфометрические показатели крыс отставали по сравнению с контрольной группой. В обоих патологических состояниях отмечалось снижение активности  $\alpha$ -амилазы поджелудочной железы, тогда как уровень триглицеридов, напротив, повышался. Полученные данные свидетельствуют о выраженных метаболических и ферментативных нарушениях при данных экспериментальных моделях.

**Ключевые слова:** аллоксан, сахарный диабет, аутоиммунный тиреоидит, масса тела, поджелудочная железа,  $\alpha$ -амилаза, триглицериды.

### COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECTS OF INDUCED DIABETES MELLITUS AND AUTOIMMUNE THYROIDITIS ON SELECTED PHYSIOLOGICAL PARAMETERS IN RATS

Annotation

This article presents a comparative analysis of the effects of induced diabetes mellitus and autoimmune thyroiditis on certain physiological parameters in rats. Under conditions of experimental diabetes mellitus and autoimmune thyroiditis, body weight, pancreatic weight,  $\alpha$ -amylase activity, and triglyceride levels were determined and comparatively evaluated. The results showed that in diabetes mellitus (a 19.7% decrease in body weight and an 18% decrease in pancreatic weight) and in autoimmune thyroiditis (a 7.16% decrease in body weight and a 21.6% decrease in pancreatic weight), morphometric parameters were lower compared to the control group. In both pathological conditions, pancreatic  $\alpha$ -amylase activity was reduced, whereas triglyceride levels were increased. The obtained findings indicate significant metabolic and enzymatic disturbances associated with these experimental models.

**Keywords:** alloxan, diabetes mellitus, autoimmune thyroiditis, body weight, pancreas,  $\alpha$ -amylase, triglycerides.

**Kirish.** So'nggi yillarda autoimmun kasalliklar butun dunyo bo'ylab sog'liqni saqlash tizimi uchun dolzarb muammolardan biriga aylanib bormoqda. Autoimmun patologiyalari orasida qandli diabet va autoimmun tireoidit keng tarqalgan bo'lib, ularning patogenezida nafaqat endokrin, balki hazm tizimi faoliyatining buzilishi ham muhim o'rin tutadi. Qandli diabet, xususan, alloksan bilan induksiyalangan eksperimental diabet modeli, oshqozon osti bezining  $\beta$ -hujayralari shikastlanishi, insulin yetishmovchiligi va giperglikemiya, fermentlar faolligini buzilishi bilan kechadi. Shu bilan birga, diabetda oshqozon osti bezining ekzokrin faoliyati ham buzilib, hazm fermentlari, jumladan  $\alpha$ -amilaza faolligining o'zgarishi kuzatiladi. Bu esa ovqat hazm bo'lish jarayonining susayishi, energiya yetishmovchiligi va tana massasining kamayishiga olib kelishi mumkin.

Qandli diabet – bu giperglikemiya bilan bog'liq surunkali metabolik kasallik. Bu oshqozon osti bezining endokrin qismi sekretsiyasi yoki funktsiyasining buzilishi natijasida yuzaga keladi. Quyida bir tadqiqotga 2-toifa diabet bilan og'rigan yuz nafar

bemor kiritildi. Tadqiqotda nazorat guruhi sifatida yoshi va jinsi bir xil bo'lgan 30 nafar sog'lom shaxs jalb qilindi. Bemorlardan ham, nazorat guruhidan ham och qoringa venoz qon namunalari olindi va ular qondagi glukoza, qon zardobi amilazasi va triglitseridlari, umumiy xolesterin uchun avtomatlashtirilgan analizator yordamida tahlil qilindi. Natijalar Studentning "t" testi va korrelyatsiya koeffitsientlari yordamida statistik tahlil qilindi. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, 2-toifa diabetda, qondagi glukoza darajasi yuqori bo'lgan joylarda, zardob amilazasi faolligi sezilarli darajada pastroq bo'lgan [1].

Yana bir tadqiqotda 1 va 2-toifa diabet bilan bog'liq bo'lgan oshqozon osti bezi ekzokrin yetishmovchiligi, uning klinik va terapevtik oqibatlarini o'rganilgan. Qandli diabeti bor bemorlarida oshqozon osti bezi ekzokrin yetishmovchiligi, patofiziologiya, tarqalishi, davolash va boshqarishi bo'yicha qilingan ishlar tahlil qilindi. Olib borilgan ishlar shuni ko'rsatdiki, 1 va 2-toifa diabet bilan og'rigan bemorlarda oshqozon osti bezining ekzokrin yetishmovchiligi tarqalishi mos ravishda 37,7% (ishonch oralig'i- 27,2-49,5) va 26,2% (ishonch oralig'i-19,4-34,3) ni tashkil qiladi. Mavjud tadqiqotlarda pankreatin insulin bilan davolangan bemorlarda gipoglikemiyaning kamaytirishi aniqlangan [2].

Umuman olganda, 1-toifa diabet bilan og'rigan bemorlarda oshqozon osti bezining o'rtacha hajmi sezilarli darajada kamayadi. Biroq, 2-toifa diabet bilan og'rigan bemorlarning oshqozon osti bezi ham sog'lom nazorat guruhiga nisbatan kichikroq ekanligi aniqlangan. Yana bir olib borilgan izlanishlarda 1 yoki 2-toifa diabet bilan og'rigan bemorlarda oshqozon osti bezi hajmining kamayishi bez to'qimalaridagi yetishmovchilik bilan bog'liqlik bo'lishi aniqlandi. Qandli diabet bilan og'rigan bemorlarda optimal parhez bilan davolash unchalik aniq bo'lmay, ushbu jarayon qo'shimcha tadqiqotlarni talab qiladi [3].

Qalqonsimon bez disfunktsiyasi va diabet ko'pincha birgalikda uchraydigan kasallik. Ularning statistik jihatidan bog'liqligidan tashqari, olib borilgan yangi tadqiqotlarda autoimmunitet, semirish, qarish va insulin qarshiligi bilan bog'liq umumiy mexanizmlarni ko'rsatadi. Qalqonsimon bez kasalliklari va diabet ko'pincha bir-birini keltirib chiqarishi mumkin bo'lgan patofiziologik mexanizmlar va umumiy autoimmun va metabolik xavf omillari bilan o'xshash va ko'pincha birga uchraydi. Qandli diabet bilan og'rigan bemorlarda, ayniqsa 1-toifa diabet bilan og'rigan bemorlarda qalqonsimon bez disfunktsiyasini muntazam ravishda tekshirish o'z vaqtida tashxis qo'yish va davolash uchun muhimdir [4].

**Tadqiqot maqsadi.** Eksperimental qandli diabet va autoimmun tireoidit sharoitida hazm faoliyati, ayrim fermentlar disfunktsiyasi va metabolik jarayonlar o'zgarishidagi o'xshashlik va farqlarni o'rganishdan iborat.

**Tadqiqotning materiali va usullari.** Tajriba uchun ajratilgan kalamushlar gurhlarga bo'lindi. I guruh– nazorat (n=5), II guruh–tajriba I–(n=5)–Diabet modeli alloksan (150mg/kg) yuborish orqali olinadi. Tajribalardan oldin kalamushlar (220–240g) laboratoriya sharoitlariga moslashish uchun bir hafta davomida standart kemiruvchilar yemi bilan oziqlantirildi. Moslashgan kalamushlarda 150 mg/kg dozada 10 mM natriy sitratda (pH 4,5) eritilgan 0,5% alloksan yuborildi. Oddiy kalamushlarga 10 mM natriy sitrat (pH 4,5) inektsiyasi qilindi. Diabetik kalamushlarda tana vaznining kamayishi bilan birga, alloksan qo'llanilgandan keyin 7-kuni och qoringa glukoza kontsentratsiyasining 15 mmol/l dan yuqori bo'lishi bilan tasdiqlandi. Glukoza miqdori 160–250 mg % bo'lgan kalamushlar keyingi bosqich tajribaga olindi. III guruh–tajriba II–(Freynd aduvanti preparat bilan treoglobulin aralashmasi 1:1 nisbatda hayvonlarning bo'ynidagi teri ostiga yuborildi: kalamushlarga ushbu aralashmadan 0,1 ml dan 3 marotaba (ketma-ket 2–7 va 14-kuni yuborildi n=6–8) tanasiga yuborildi. 21-kuni esa kalamushlarda kasallik paydo bo'lganmi yo'qmi bilish maqsadida, kalamushlarning qonini sentrifugalash orqali plazmadagi tireoid peroksidaza fermentiga qarshi paydo bo'lgan antitanalar tekshirildi. Nazorat guruhi (barchasi sog'lom), I–guruh mos ravishda nazorat manfiy (barchasi kasal–qandli diabet) va 2–guruh mos ravishda nazorat manfiy (barchasi kasal– autoimmun tireoidit) guruhlari deb ataladi. Nazorat guruhi va tajriba guruh kalamushlari ertalab tana massalarini o'lchab qayd etildi. Hayvonlar ertalab soat 8–10 oralig'ida ovqat berilmasdan dekapitatsiya usulida jonsizlantiriladi. Jonsizlantirilgan hayvonlarning qorin qismi zudlik bilan ochilib, oshqozon osti bezi yog' to'qimalaridan ajratilib, massasi aniqlanadi. Oshqozon osti bezi 1/10 nisbatda sovitilgan Ringer eritmasi bilan aralashtirib, 1–1,5 minut davomida teflonli gomogenizatorda maydalandi (300 aylanma/minut). Fermentlar faolligi oshqozon osti bezi to'qimasining gamogenatida aniqlandi. Oshqozon osti bezidan ajraladigan  $\alpha$ -amilaza fermentining faolligini aniqlash uchun har bir kalamushning oshqozon osti bezining massasiga muvofiq gamogenat tayyorlanib, tegishli reagentlar solinib biokimyoviy analizator "Rayto RT 1904C Semiauto chemistry" orqali aniqlanildi. Oshqozon osti bezidagi triglidseridlarni aniqlash uchun har bir kalamushning oshqozon osti bezining massasiga muvofiq suyultirib, "Human" firmasi tomonidan ishlab chiqarilgan "Tryglitserid" reagenti qo'llanildi va biokimyoviy analizator "Rayto RT 1904C Semiauto chemistry" orqali aniqlanildi. Olingan natijalar statistik tahlildan o'tkazilib, avvalgi ilmiy ma'lumotlar bilan qiyosiy tahlil qilindi.

**Tadqiqot natijalari va muhokamasi.** Eksperimental tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, alloksan bilan induksiyalangan diabet kalamushlarda tana massasining sezilarli darajada kamayishi kuzatildi. Nazorat guruhlari 10–kun tana massasi 203,0±8,46 gr ni tashkil qilib, qandli diabet guruhidagi hayvonlarda shu kuni tana massasi 11,2% kamaydi. 20–kunga kelib 18,8% ga, 30–kuni 19,7% ga kamayish kuzatildi. Autoimmun tireoidit guruh hayvonlarida 10–kungi tana massalari 7,2% ga kamaydi. 20–kun 10,2% ga, 30–kun 7,16% ga kamayish kuzatildi. Tana massalaridagi ushbu ko'rsatkichlar shuni ko'rsatadiki, qandli diabetda va autoimmun tireoiditda tana massasi sezilarli kamaygan (1–jadval).

1-jadval

**Kalamushlarda autoimmun kasalliklar (qandli diabet, autoimmun tireoidit) ta'sirida tana massasining o'zgarishi ( $M \pm m$ , n=6–8)**

Ko'rsatkichlar:gr	Hayvon guruhlari	Tajriba kunlari		
		10– kun	20– kun	30– kun
Tana massasi	Nazorat	203,0±8,46	211,6±6,55	212,2±5,32
	Tajriba 1	180,2±4,2*	171,8±2,50**	170,4±2,84***
	Tajriba 2	188,4±3,90	190,0±7,91*	197,0±4,64*

Izoh: Taj 1–qandli diabet; Taj 2– autoimmun tireoidit; \*– $P < 0,05$ ; \*\*– $P < 0,01$ ; \*\*\*– $P < 0,001$ – nazoratga nisbatan ishonchlilik darajasi

Nazorat guruhidagi hayvonlar oshqozon osti bezi massasi 10–kuni o'lchanganida 0,822±0,034 gr ni tashkil etdi. Shu kuni qandli diabet guruhidagi hayvonlar oshqozon osti bezi massasi 10,7% ga kamaydi. 20–kun 7,5% ga, 30–kun 18% ga kamayish kuzatildi. Oshqozon osti bezi massasi autoimmun tireoiditda 10–kuni 23,4% ga ko'tarildi. Lekin 20–kunga kelib oshqozon osti bezi massasi nazorat guruhi bilan solishtirilganda 6,8 % ga kamaydi. 30–kuni 21,6 % ga kamaydi (2–jadval).

2-jadval

**Kalamushlarda autoimmun kasalliklar (qandli diabet, autoimmun tireoidit) ta'sirida oshqozon osti bezi massasining o'zgarishi (M± m, n=6-8)**

Ko'rsatkichlar:gr	Hayvon guruhlari	Tajriba kunlari		
		10– kun	20– kun	30– kun
Oshqozon osti bezi massasi	Nazorat	0,822±0,034	0,826±0,026	0,824±0,029
	Tajriba 1	0,734±0,019***	0,764±0,028	0,676±0,035**
	Tajriba 2	1,014±0,036**	0,77±0,038	0,646±0,019**

Izoh: Taj 1–qandli diabet; Taj 2– autoimmun tireoidit; \*–P<0,05; \*\*–P<0,01; \*\*\*–P<0,001– nazoratga nisbatan ishonchlik darajasi

Nazorat guruhidagi hayvonlarda 10–kungi  $\alpha$ -amilaza faolligi tekshirilganda 39,02±0,65 U/L ni tashkil etdi. Shu kuni qandli diabet guruhida  $\alpha$ -amilaza fermenti faolligi 19,8% ga kamaydi. 20–kuni 24,8% ga, 30–kuni 13,8% ga kamaydi. Autoimmun tireoidit guruhida 10–kuni 16,6% ga kamaydi. 20 – kuni 18,3% ga, 30–kuni 13,8% ga kamaydi (3–jadval). Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, bu ikki autoimmun kasallik guruhlarida  $\alpha$ -amilaza faolligining kamayishi hazm fermentlarining samaradorligiga ta'sir qilishi va ovqat hazm bo'lish jarayonining susayishiga olib kelishi mumkin.

Trigliserid darajasi tekshirilganda alloksan induksiyalangan kalamushlarda sezilarli darajada oshgani kuzatildi, bu esa diabet bilan bog'liq metabolik buzilishlarni ko'rsatadi va oksidativ stress bilan kuchaygan metabolik disbalans bilan bog'liq bo'lishi mumkin [5].

3-jadval

**Kalamushlarda autoimmun kasalliklar (qandli diabet, autoimmun tireoidit) ta'sirida  $\alpha$ -amilaza fermentini o'zgarishi (M± m, n=6-8)**

Ko'rsatkichlar:	Hayvon guruhlari	Tajriba kunlari		
		10– kun	20– kun	30– kun
$\alpha$ -amilaza	Nazorat	39,02±0,65	22,19±0,50	21,27±0,61
	Tajriba 1	31,29±0,69***	16,68±0,52***	18,34±0,15**
	Tajriba 2	32,55±0,58***	18,13±0,34**	18,33±0,26**

Izoh: Taj 1–qandli diabet; Taj 2– autoimmun tireoidit; \*–P<0,05; \*\*–P<0,01; \*\*\*–P<0,001– nazoratga nisbatan ishonchlik darajasi

Nazorat guruhida 10–kuni triglidserid ko'rsatkichi 11,33± 0,49 ni tashkil etdi. Shu kuni qandli diabet guruh sog'lom guruh bilan solishtirilganida triglidserid faolligi 28,4% ga oshdi. 20 kuni 18,4% ga, 30–kuni 6,3% ga oshdi. Autoimmun tireoiditda 10–kuni 11,6% ga, 20–kuni 23,3 % ga, 30–kuni 6,6 % ga oshdi (4-jadval).

4-jadval

**Kalamushlarda autoimmun kasalliklar (qandli diabet, autoimmun tireoidit) ta'sirida triglidserid fermentini o'zgarishi (M± m, n=6-8)**

Ko'rsatkichlar:	Hayvon guruhlari	Tajriba kunlari		
		10– kun	20– kun	30– kun
Triglidserid	Nazorat	11,33±0,49	13,23±0,41	16,85±0,44
	Tajriba 1	11,33±0,49**	15,66±0,51**	17,91±0,29*
	Tajriba 2	12,64±0,17**	16,32±0,39**	17,96±0,37**

Izoh: Taj 1–qandli diabet; Taj 2– autoimmun tireoidit; \*–P<0,05; \*\*–P<0,01; \*\*\*–P<0,001– nazoratga nisbatan ishonchlik darajasi

O'tkazilgan tajribalar shuni ko'rsatadiki, nazorat guruhiga nisbatan ikki autoimmun guruhda ham tana massasi statistik jihatdan sezilarli darajada o'zgardi. (P<0,01). Bu ikki kasallikda tekshirilgan ikkinchi ko'rsatkich oshqozon osti bezi massasi tajribaning 10–kundayoq sezilarli kamaydi. Nazorat guruhida oshqozon osti bezi massasi 10–kuni 0,822±0,034 gr tashkil qildi. Shu kuni qandli diabet guruhida oshqozon osti bezi 0,734±0,019 gr bo'ldi. 30–kuni 0,676±0,035 gr ni tashkil qildi. Autoimmun tireoidit guruhida esa 10–kuni 1,014±0,036 gr ni tashkil etdi. Bu guruhda nazoratga nisbatan oshqozon osti bezi massasi biroz ko'tarildi, lekin 30–kunga kelib esa oshqozon osti bezi massasi 0,646±0,019 gr bo'ldi. Nazoratga nisbatan ham pasayish kuzatildi (P<0,01).

Keyingi ko'rsatkich  $\alpha$ -amilaza tekshirilganda nazorat guruhida 10–kuni 39,02±0,65 ni tashkil etdi. Qandli diabet guruhida shu kuni  $\alpha$ -amilaza faolligi 31,29±0,69 ni tashkil qildi (P<0,001). 30–kuni 18,34±0,15 ni tashkil qildi. Autoimmun tireoiditda 10–kuni 32,55±0,58 gacha pasaydi. 30–kuni 18,33±0,26 gacha pasaydi. Statistik jihatdan bu ikkala autoimmun guruhda  $\alpha$ -amilaza faolligi ishonchli darajada kamayganini ko'rsatadi (P<0,01).

Keyingi ko'rsatkich triglidserid faolligi o'zgarishini tahlil qilsak, nazorat guruhida 10–kuni 11,33±0,49 birlikni tashkil qildi. Shu kuni qandli diabet guruhi hayvonlarida 11,33±0,49 birlikni tashkil qildi. 30–kunga kelib triglidserid ko'rsatkichi 17,91±0,29 gacha ko'tarildi. Autoimmun tireoiditda 10–kuni 12,64±0,17 birlikgacha ko'tarildi. 30–kunga kelib 17,96±0,37 birlikgacha ko'tarildi. Statistik jihatdan triglidserid ko'rsatkichi ishonchli darajada o'zgariganini ko'rsatadi (P<0,01). Eksperimental autoimmun tireoidit sharoitida esa tana massasi diabetga nisbatan kamroq sezilarli o'zgarish ko'rsatadi, biroq trigliseridlar darajasining oshishi va metabolik sekinlashuv kuzatildi. Bu holat qalqonsimon bez gormonlarining yetishmovchiligi va autoimmun yallig'lanish jarayonlari bilan izohlanadi [6]. Shu bilan birga, har ikki modelda fermentlar ishtiroki va oksidativ stressning roli muhim ekanligi aniqlanadi, bu esa metabolik va hazm tizimi buzilishlarining molekulyar mexanizmini tushunishga yordam beradi [7].

**Xulosa.** Natijalar shuni ko'rsatadiki, qandli diabet va autoimmun tireoiditning birgalikdagi ta'siri pankreatik tizimga sinergetik zarar yetkazadi.  $\alpha$ -amilaza, lipaza va lipid ko'rsatkichlarining dinamik baholanishi pankreatik disfunksiyaning dastlabki belgilarini aniqlashda muhim mezon bo'lib xizmat qiladi. Metabolik buzilishlarni kompleks baholash (uglevod, lipid va oqsil almashinuvi ko'rsatkichlari) kasallik patogenezini chuqurroq tushunishga yordam beradi. Antioksidant terapiya, korreksiya

usullari, xelatlovchi moddalar, ferment preparatlari hamda ratsional parhez pankreatik funksiyani qo'llab-quvvatlashda samarali bo'lishi mumkin. Bu esa kasallik asoratlarini kamaytirish va prognozni yaxshilashda muhim omil hisoblanadi. Bundan tashqari bu ikki xil autoimmun kasalliklarda bo'ladigan o'zgarishlarni solishtirish, ularda bo'ladigan umumiy o'xshash jarayonlarni tahlil qilish imkonini beradi. Davolash usullarini takomillashtirish hamda metabolik kasalliklarning oldini olish choralarini ishlab chiqishda muhim ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

#### ADABIYOTLAR

1. Kumar R, Sharma S, Singh AK, et al. Evaluation of serum amylase in patients with type 2 diabetes mellitus and its correlation with glycemic status. *J Clin Diagn Res.* 2018 Jun;12(6):BC01-BC04.
2. Radlinger B, Ramoser G, Kaser S. Exocrine pancreatic insufficiency in type 1 and type 2 diabetes. *Curr Diab Rep.* 2020;20(7):18. doi:10.1007/s11892-020-01304-0.
3. Talukdar R, Reddy DN. Pancreatic exocrine insufficiency in type 1 and 2 diabetes: Therapeutic implications. *J Assoc Physicians India.* 2017 Sep;65(9): 44-49.
4. Razvi S. The public health burden of diabetes mellitus and thyroid disease: twin epidemics. *Nat Rev Endocrinol.* 2026; 22:1-12.
5. Al-Attar, Atef M., & Alsalmi, Fawziah A. (2019). Effect of *Olea europaea* leaves extract on streptozotocin-induced diabetes in male albino rats. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(1), 118–128. DOI: 10.1016/j.sjbs.2017.03.002
6. Duntas, Leonidas H. (2002). Thyroid Disease and Lipids. *Thyroid— Official Journal of the American Thyroid Association*, 12(4), 287–293.
7. Ruggeri, R. M., Campenni, A., Giuffrida, G., Casciaro, M., Barbalace, M. C., Hrelia, S., Trimarchi, F., Cannavò, S., & Gangemi, S. (2020). Oxidative stress as a key feature of autoimmune thyroiditis: an update. *Minerva Endocrinologica*, 45(4), 326–344. DOI: 10.23736/S0391-1977.20.03268-X