

Assessment of laboratory parameters in overweight/obese patients with type 2 diabetes mellitus and their relationship with cardiovascular risk factors

Orsolya-Zsuzsa Akácsos-Szász, Enikő Nemes-Nagy, Kinga-Ilona Nyulas, Maria-Gabriela Rezműves, Mariana Cornelia Tilinca

"George Emil Palade" University of Medicine, Pharmacy, Science, and Technology of Târgu Mureș

Abstract • Type 2 diabetes mellitus (T2DM) is a chronic metabolic disease with a steadily rising global incidence. It is frequently associated with overweight/obesity and dyslipidemia. Insulin resistance is present in most cases, and its development is promoted by obesity and chronic inflammation. The aim of our study was to evaluate a cohort of T2DM patients with elevated body mass index (BMI) referred to hospital care, with a particular focus on cardiovascular complications assessed through laboratory tests and predictive ratios. The study was conducted at the Department of Diabetology, Nutrition and Metabolic Diseases, Emergency County Hospital, Târgu Mureș, and included patients with previously diagnosed T2DM and a BMI above 25 kg/m² admitted during the first 10 months of 2022. Along with BMI, demographic and laboratory data were collected from the hospital database. Statistical analysis was performed using GraphPad InStat3. The study included 142 overweight/obese T2DM patients, with a mean age of 65.48 years. Of these, 54% were from rural areas, and the gender distribution was balanced. Approximately one-third of patients had elevated uric acid and cholesterol levels, while 55.7% presented with hypertriglyceridemia. A positive correlation was found between key lipid parameters and uric acid levels, while negative correlations were observed between the triglyceride/glycemia ratio and the cholesterol/triglyceride ratio. The most frequent complications were diabetic neuropathy and coronary artery disease. Dyslipidemia was present in more than half of the patients, while elevated uric acid levels were observed in one-third of cases. Several correlations were identified between major metabolic parameters and derived ratios. Correcting abnormal values may play an important role in preventing cardiovascular complications.

Keywords • body mass index, dyslipidemia, overweight, type 2 diabetes, uric acid

DOI: 10.2478/orvtudert-2024-0011

Bulletin of Medical Sciences 2024, 97(2): 112–125

Introduction

Diabetes is a widespread chronic metabolic disease that, according to the latest estimates, affects nearly 550 million adults aged 20–79 years worldwide [1]. T2DM accounts

for the vast majority of cases (over 90%). Unhealthy lifestyle habits are major contributors to its development, leading to progressive pancreatic insulin depletion [2].

Overweight/obesity, highly prevalent among individuals with diabetes, sustains a state of chronic inflammation, which exacerbates insulin resistance and promotes the development of cardiovascular complications. In obesity, macrophages within adipose tissue produce inflammatory cytokines that impair insulin signaling [3].

The duration of diabetes, quality of glycemic control, lifestyle factors (diet, exercise, smoking), and comorbidities (notably hypertension and dyslipidemia) strongly influence the onset and severity of complications [4].

Corresponding author

Enikő Nemes-Nagy

"George Emil Palade" University of Medicine, Pharmacy, Science, and Technology of Târgu Mureș, Department of Chemistry and Medical Biochemistry
Gheorghe Marinescu street 38, postal code 540142
Târgu Mureș, Romania
eniko.nemes-nagy@umfst.ro

Macrovascular and microvascular complications are highly prevalent in diabetic patients. Large-vessel involvement can lead to impaired perfusion of the heart, brain, and extremities, while microvascular damage contributes to organ-specific complications such as nephropathy and retinopathy [5].

Laboratory tests provide valuable insights into glucose metabolism, blood lipid levels (serum triglycerides, total cholesterol, and HDL- and LDL-cholesterol fractions), renal and hepatic function, as well as inflammatory markers. Abnormal values increase cardiovascular risk [4].

Non-alcoholic fatty liver disease (steatosis) is common in obese patients with T2DM. Steatosis may progress to fibrosis and cirrhosis, with patients exhibiting elevated serum glutamate-pyruvate transaminase (GPT) activity being at particularly high risk [6].

Patients with metabolic syndrome face higher medium- and long-term cardiovascular risks compared with those without it, a difference also reflected in mortality rates. Metabolic syndrome is characterized by hyperglycemia, dyslipidemia (elevated triglycerides with low anti-atherogenic HDL cholesterol), obesity (especially central obesity), and hypertension [7,8].

In addition to conventional biochemical markers, several derived indices are used to assess insulin resistance and cardiovascular risk, including the triglyceride/glucose ratio, the triglyceride-glucose index ($\ln$ [fasting glucose $\times$ triglycerides/2]), and the triglyceride/HDL-cholesterol ratio. All values are calculated from routine laboratory markers expressed in mg/dL [9–13].

The aim of our study was to investigate laboratory markers and derived predictive indices in overweight/obese T2DM patients, and to explore correlations between metabolic parameters in relation to cardiovascular complications.

Materials and Methods

The study included previously diagnosed T2DM patients with a BMI >25 kg/m² admitted to the Department of Diabetology, Nutrition and Metabolic Diseases, Târgu Mureș County Emergency Hospital, between January and October 2022. The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and was approved by the ethics committees of the Mureș County Emergency Hospital and the George Emil Palade University of

Medicine, Pharmacy, Science, and Technology, Târgu Mureș.

Demographic, anthropometric, and laboratory data were retrieved from the hospital database. Biochemical markers were measured using a Cobas 6000 analyzer. Statistical analyses were performed with GraphPad InStat3 software (unpaired Student's t-test, Pearson correlation), with significance set at $p < 0.05$.

Results

The study included 164 overweight/obese patients with type 2 diabetes, representing 69% of all T2DM cases admitted during the study period (205 patients). In the overall T2DM group, the mean Body Mass Index (BMI) was 31.36 ± 6.13 kg/m², ranging from 16.8 to 50 kg/m². The BMI distribution for all patients with type 2 diabetes is presented in **Figure 1**.

In the study cohort, which excluded patients with normal or low BMI, the mean BMI was 32.93 ± 4.91 kg/m². The mean age of participants was 65.48 ± 11.38 years (SD), with an equal gender distribution; 54% originated from rural areas.

Among overweight/obese diabetic patients, only 27% had an optimal glycated hemoglobin (HbA1c) level ($<7\%$) at the time of hospital admission. A strong positive correlation was observed between HbA1c and blood glucose at admission ($r = 0.6106$, $p < 0.0001$), as well as a weaker correlation between HbA1c and blood glucose at discharge ($r = 0.2284$, $p = 0.0090$).

Elevated serum uric acid levels were found in 46.4% of women and 18.8% of men (33.1% overall). Pathological thresholds were defined as >6 mg/dL for women and >7

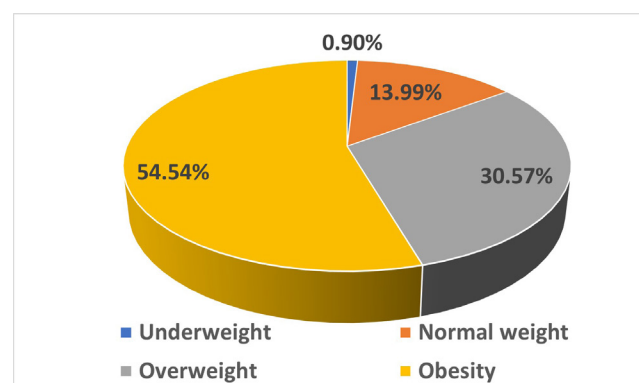


Figure 1. Distribution of body mass indices in patients with T2DM

Table 1. Biochemical markers of overweight/obese patients with type 2 diabetes

Marker	Unit	Mean $\pm$ SD	Minimum Value	Maximum Value
HbA1c	%	8.52 $\pm$ 2.06	4.8	15
Blood Glucose (admission)	mg/dL	242.14 $\pm$ 98.39	99	561
Blood Glucose (discharge)	mg/dL	127.02 $\pm$ 41.79	79	392
Total Cholesterol	mg/dL	178.66 $\pm$ 58.89	85.3	394
Triglycerides	mg/dL	212.07 $\pm$ 169.45	43.1	1203.9
Uric Acid (women)	mg/dL	6.02 $\pm$ 1.62	2.6	10.7
Uric Acid (men)	mg/dL	5.78 $\pm$ 1.47	3.2	10.6
Urea	mg/dL	49.08 $\pm$ 27.69	9.8	189
Creatinine (women)	mg/dL	1.04 $\pm$ 0.53	0.45	3.46
Creatinine (men)	mg/dL	1.48 $\pm$ 1.52 (median: 1.01)	0.58	9.75
GOT (AST)	U/L	26.81 $\pm$ 20.88	8.9	150.6
GPT (ALT)	U/L	29.53 $\pm$ 26.02	7.3	171.7
GGT	U/L	94.94 $\pm$ 244.55 (median: 37)	10	2237

mg/dL for men. Elevated serum creatinine was recorded in 28.6% of women (>1.1 mg/dL) and 25.4% of men (>1.3 mg/dL).

Hypertriglyceridemia (>150 mg/dL) was present in 55.7% of patients, while 31.9% had elevated total cholesterol (>200 mg/dL), often in association with high triglyceride levels. The mean, minimum, and maximum values of the key biochemical markers are presented in **Table 1**.

A strong positive correlation was identified between serum triglycerides and cholesterol ($r = 0.6077$, $p < 0.0001$) (**Figure 2**). Regarding derived ratios, 23% of patients showed a pathologically elevated triglyceride/

glucose ratio (>1.19), while 16% had a cholesterol/triglyceride ratio above 1.54. A strong negative correlation was observed between these two ratios ($r = -0.5834$, $p < 0.0001$) (**Figure 3**).

Serum triglycerides correlated positively with uric acid levels ($r = 0.3247$, $p = 0.0007$) (**Figure 4**).

Similarly, serum total cholesterol correlated positively with uric acid concentrations ($r = 0.4741$, $p < 0.0001$) (**Figure 5**).

Admission blood glucose levels correlated positively with total cholesterol ($r = 0.2988$, $p = 0.0005$) (**Figure 6**).

Admission blood glucose levels correlated positively with serum triglyceride ($r = 0.3378$, $p = 0.0005$) (**Figure 7**).

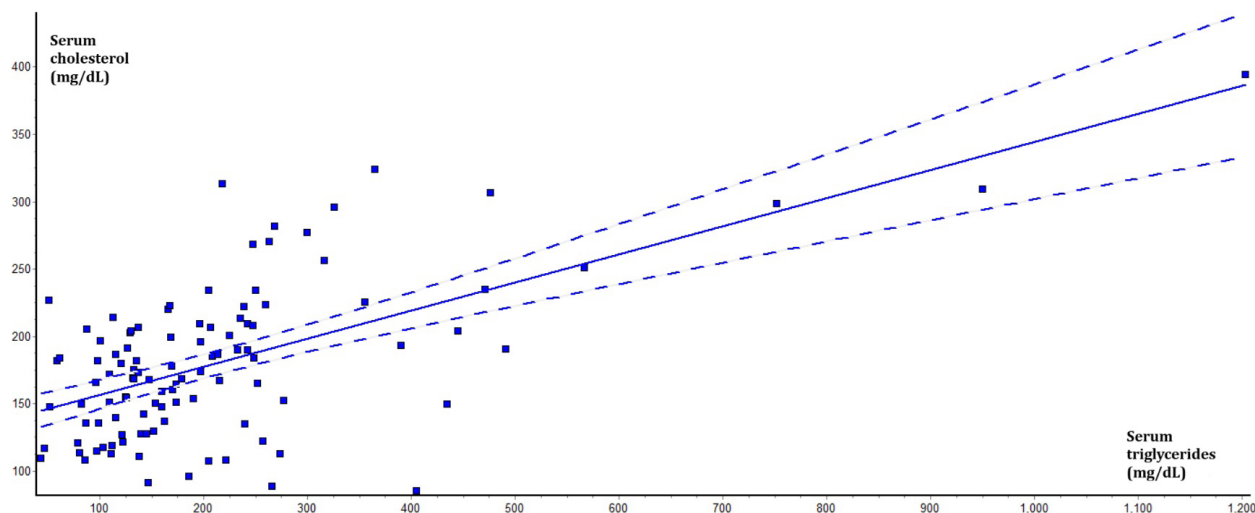


Figure 2. Relationship between serum triglyceride and cholesterol levels in patients with DM

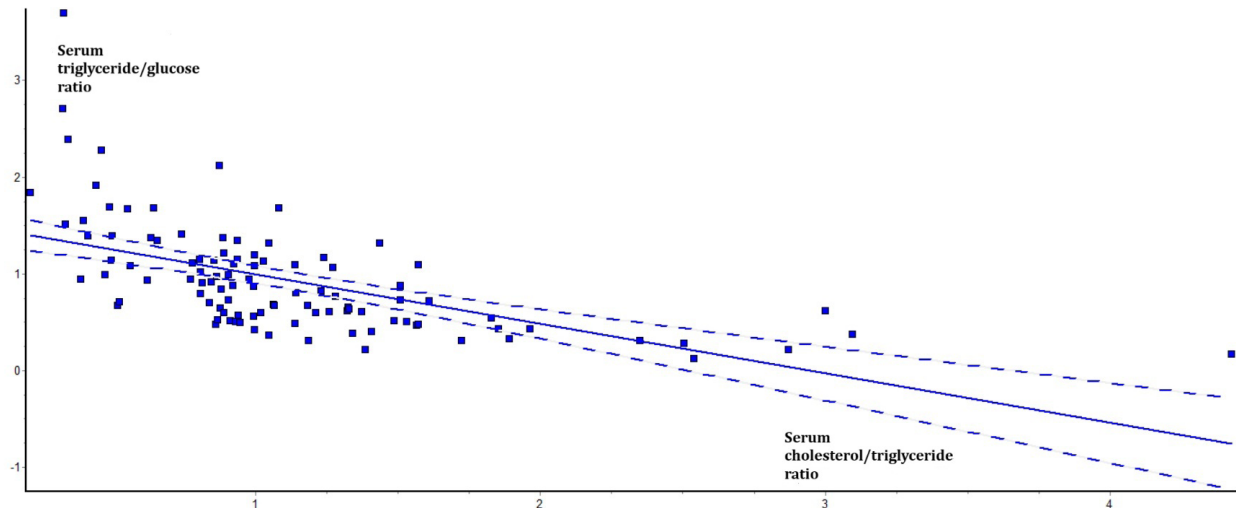


Figure 3. Relationship between serum triglyceride/glucose and cholesterol/triglyceride ratio

As expected, positive correlations were observed between markers of kidney and liver function, as well as cholestasis: $r = 0.6429$, $p < 0.0001$ for serum urea and creatinine, and $r = 0.8847$, $p < 0.0001$ for the activities of the two transaminases. Additional positive correlations were also demonstrated between GPT and GGT, and between GOT and GGT ($r = 0.6265$, $p < 0.0001$ and $r = 0.7352$, $p < 0.0001$, respectively).

A weak positive correlation was also observed between admission blood glucose and serum urea ($r = 0.1734$, $p = 0.0419$). No significant correlations were found between admission blood glucose and either serum uric acid ($r = 0.1043$, $p = 0.2360$) or creatinine ($r = 0.1623$, $p = 0.1795$).

The most frequent complication in this cohort was

diabetic neuropathy (68.3%), followed by coronary artery disease (58.5%), nephropathy (24.6%), peripheral arteriopathy (22.9%), retinopathy (21.1%), and cerebrovascular events (6.3%). In 9.9% of patients, peripheral arterial disease was severe enough that amputation was part of their medical history.

The mean age did not differ significantly between patients with and without polyneuropathy (~65.5 years). However, patients with coronary artery disease had a significantly higher mean age (67.17 ± 12.99 years) compared with those without coronary involvement (62.07 ± 11.39 years; $p = 0.0160$).

The mean duration of diabetes was 15.24 ± 9.77 years, with the longest disease duration being 42 years.

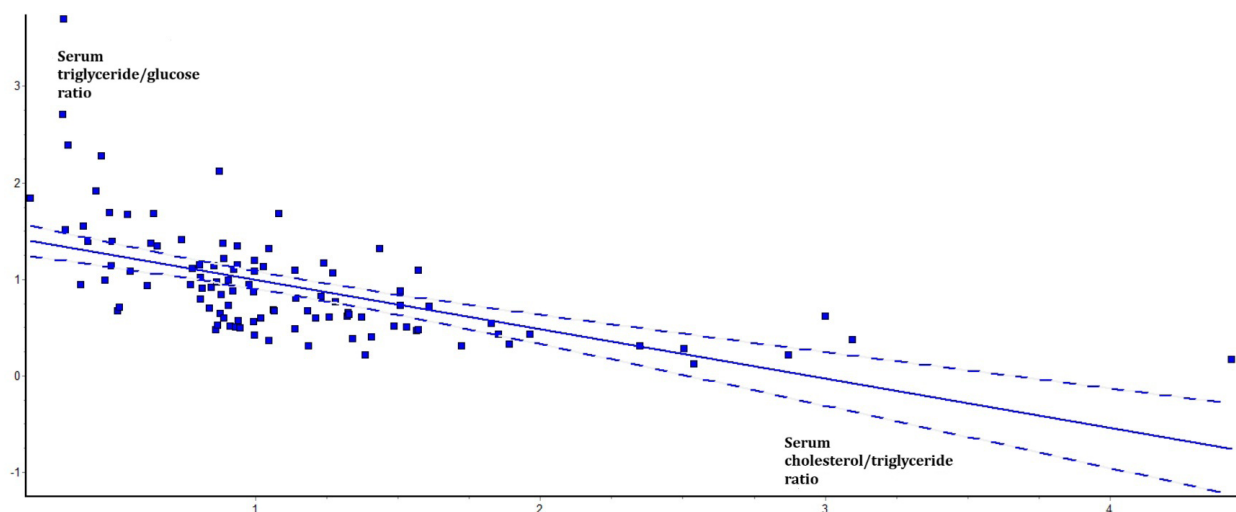


Figure 4. Relationship between serum triglyceride and uric acid concentration

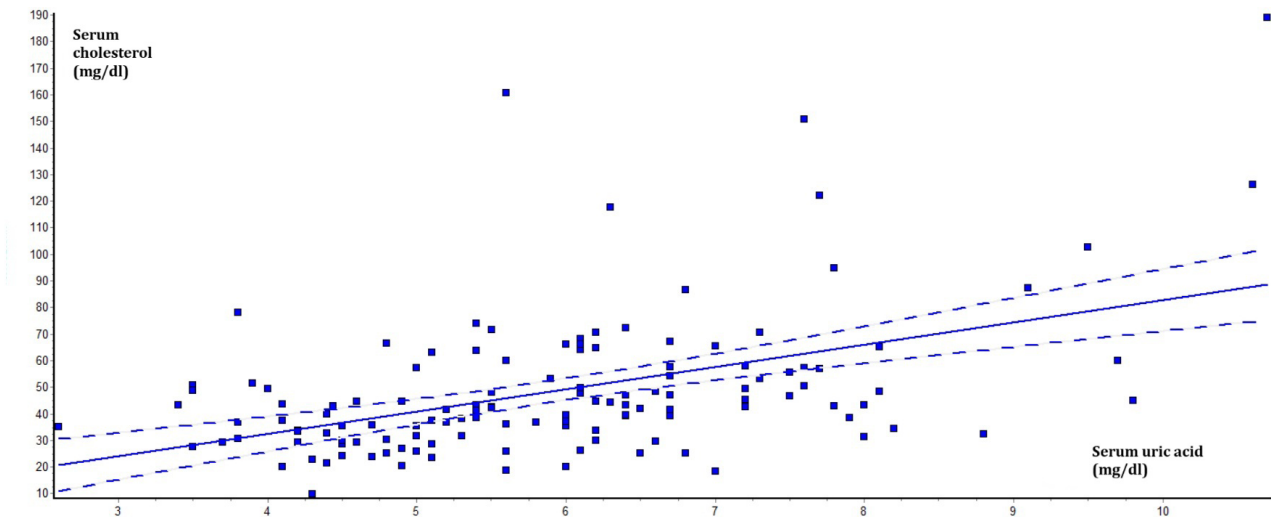


Figure 5. Relationship between serum total cholesterol and uric acid levels

Hypertension was present in 93.67% of patients, and 48.6% were current smokers.

Discussion

One limitation of this study was that HDL-cholesterol measurements were not performed during the assessment period in the central hospital laboratory, preventing LDL-cholesterol calculation. As a result, non-HDL cholesterol and the triglyceride/HDL ratio could not be evaluated.

According to the literature, a cholesterol/triglyceride ratio above 1.54 indicates elevated levels of small dense

LDL particles. These particles carry heightened atherogenic risk due to their greater propensity for vascular deposition, increased susceptibility to oxidation, and reduced receptor affinity. This lipid profile is most frequently associated with insulin resistance [9,14]. A triglyceride/glucose ratio above 1.19 is also indicative of insulin resistance.

In our cohort, patients with elevated values in the two ratios were not identical; overall, 39% of patients showed a pathological value in at least one ratio. This finding suggests that both ratios should be calculated when assessing risk, as they are inexpensive and easily derived from routine laboratory parameters. Literature also supports the strong positive correlation between

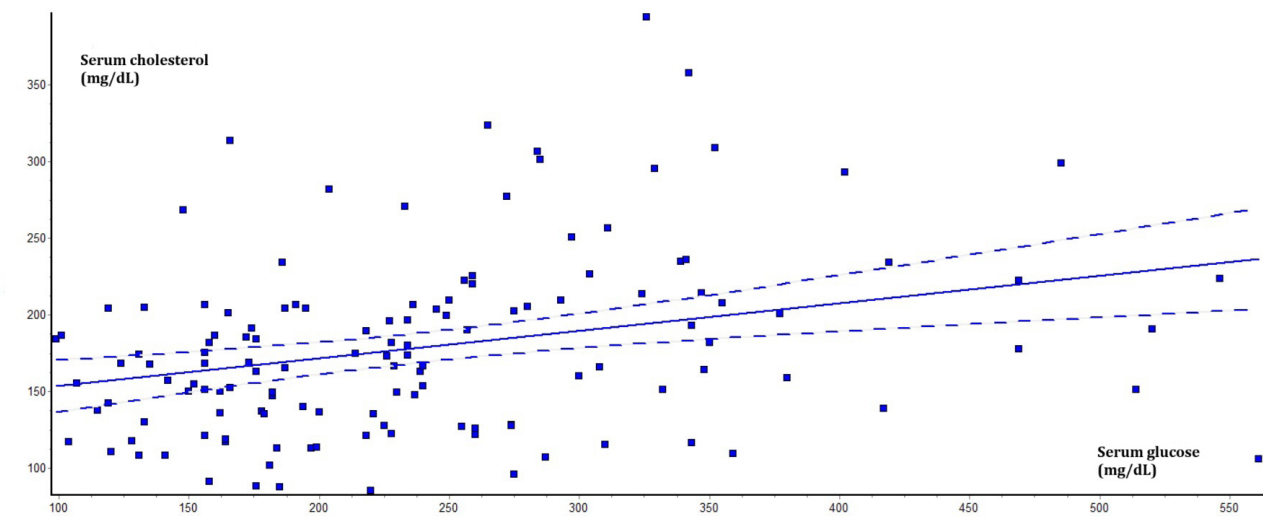


Figure 6. Relationship between blood glucose levels measured at referral and serum cholesterol

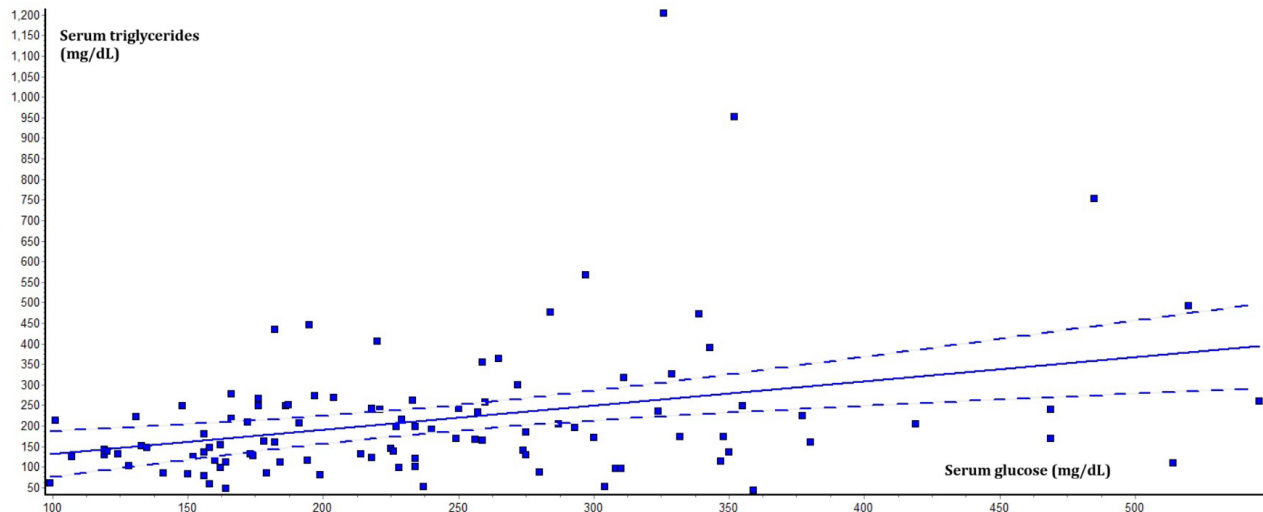


Figure 7. Relationship between blood glucose values measured at referral and serum triglyceride levels

the triglyceride/glucose ratio and the triglyceride-glucose index [13]. In high cardiovascular risk patients, maintaining laboratory values within physiological ranges is essential for preventing complications, achievable through both pharmacological and lifestyle interventions.

In our cohort, the most common complication was diabetic neuropathy, followed by other cardiovascular complications. Unlike prior reports [5], diabetic patients with polyneuropathy were not significantly older than those without it, whereas patients with coronary artery disease were significantly older, which is consistent with published data [5].

Diabetic neuropathy is among the earliest detectable microvascular complications of diabetes. Its prevalence in T2DM increases with disease duration and may reach approximately 50% after 10 years. In our study, the prevalence exceeded this value, likely reflecting the long-standing disease duration of our cohort. The coexistence of hypertension and the high prevalence of smoking (nearly half of patients) are additional factors predisposing to cardiovascular complications.

Conclusion

One-third of overweight/obese T2DM patients had elevated uric acid levels, and more than half had dyslipidemia. Derived ratios revealed pathological values consistent with insulin resistance and increased cardiovascular risk in over one-third of patients.

We observed strong correlations between multiple laboratory markers, reflecting imbalances across metabolic pathways.

Targeting abnormal laboratory markers is essential for implementing secondary prevention strategies, particularly for reducing cardiovascular complications.

Acknowledgements

This study was carried out with the support of grant no. 294/6/2020 01.14 provided by the George Emil Palade University of Medicine, Pharmacy, Science and Technology, Târgu Mureș.

References

1. International Diabetes Federation, <https://diabetesatlas.org/>, 10. kiadás
2. Imamura M, Maeda S. Perspectives on genetic studies of type 2 diabetes from the genome-wide association studies era to precision medicine. *J Diabetes Investig.* 2024; 15(4):410-22.
3. Zatterale F, Longo M, Naderi J, Raciti GA, Desiderio A, Miele C, és mts. Chronic adipose tissue inflammation linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes. *Front Physiol.* 2020; 10:1607.
4. Geng T, Zhu K, Lu Q, Wan Z, Chen X, Liu L, és mts. Healthy lifestyle behaviors, mediating biomarkers, and risk of microvascular complications among individuals with type 2 diabetes: A cohort study. *PLoS medicine.* 2023; 20(1):e1004135.
5. Mansour A, Mousa M, Abdelmannan D, Tay G, Hassoun A, Alsafar H. Microvascular and macrovascular complications of type 2 diabetes mellitus: Exome wide association analyses. *Front Endocrinol.* 2023; 14:1143067.

6. Barb D, Repetto EM, Stokes ME, Shankar SS, Cusi K. Type 2 diabetes mellitus increases the risk of hepatic fibrosis in individuals with obesity and nonalcoholic fatty liver disease. *Obesity*. 2021; 29(11):1950-60.
7. Li X, Zhai Y, Zhao J, He H, Li Y, Liu Y, és mts. Impact of metabolic syndrome and its components on prognosis in patients with cardiovascular diseases: a meta-analysis. *Front Cardiovasc Med*. 2021; 8:704145.
8. Paragh G, Juhász I, Szentimrei R, Balogh Z. Metabolikus szindróma. *Metabolizmus*. 2022; 20(4):195-200
9. Yoshida A, Kouwaki M, Matsutani Y, Fukuchi Y, Naito M. Usefulness of serum total cholesterol/triglyceride ratio for predicting the presence of small, dense LDL. *J Atheroscler Thromb*. 2004; 11(4):215-9.
10. Che B, Zhong C, Zhang R, Pu L, Zhao T, Zhang Y, Han L. Triglyceride-glucose index and triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio as potential cardiovascular disease risk factors: an analysis of UK biobank data. *Cardiovasc Diabetol*. 2023; 22(1):34.
11. Hosseini SM. Triglyceride-glucose index simulation. *J Clin Basic Res*. 2017; 1(1):11-6.
12. Kassab HS, Osman NA, Elrahmany SM. Assessment of Triglyceride–Glucose Index and Ratio in Patients with Type 2 Diabetes and Their Relation to Microvascular Complications. *Endocrine Research*. 2023; 48(4):94-100.
13. Anoop S, Jebasingh FK, Rebekah G, Kurian ME, Mohan VR, Finney G, Thomas N. The triglyceride/glucose ratio is a reliable index of fasting insulin resistance: Observations from hyperinsulinaemic-euglycaemic clamp studies in young, normoglycaemic males from southern India. *Diabetes Metab Syndr.: Clin Res Rev*. 2020; 14(6):1719-23.
14. Vekic J, Zeljkovic A, Cicero AF, Janez A, Stoian AP, Sonmez A, Rizzo M. Atherosclerosis development and progression: the role of atherogenic small, dense LDL. *Medicina*. 2022; 58(2):299.
15. Pető A, Tóth LI, Hernyák M, Lőrincz H, Molnár Á, Nagy AC, Lukács M, Kempler P, Paragh G, Harangi M, Ferenc S. Correlations between distal sensorimotor polyneuropathy and cardiovascular complications in diabetic patients in the North-Eastern region of Hungary. *Plos one*. 2024; 19(7):e0306482.

Laboratóriumi állapotjelzők vizsgálata túlsúlyos/ elhízott 2-es típusú cukorbetegknél a szívérrendszeri szövődmények szempontjából

Akácsos-Szász Orsolya-Zsuzsa, Nemes-Nagy Enikő, Nyulas Kinga-Ilona, Rezműves Maria-Gabriela, Tilinca Mariana Cornelia

Marosvásárhelyi „George Emil Palade” Orvosi, Gyógyszerészeti, Tudomány és Technológiai Egyetem

Összefoglaló • A 2-es típusú diabétesz (2TDM) egy krónikus anyagcsere-betegség, amely világszerte növekvő tendenciát mutat napjainkban. Ezen kórkép gyakran társul túlsúllyal, illetve diszlipidémiával. Legtöbb esetben megfigyelhető az inzulinrezisztencia, amely kialakulását elősegíti az elhízás és a krónikus gyulladás. Tanulmányunk célja laborvizsgálatok és prediktív arányok segítségével felmérni kórházba utalt emelkedett testtömegindexet (TTI) mutató 2TDM páciensek csoportját a szívérrendszeri szövődmények szempontjából. A tanulmány a Marosvásárhelyi Megyei Sürgősségi Kórház Diabetológia, Táplálkozástan és Anyagcsere-betegségek Osztályán történt, 2022. 01.–10. között beutalt, 25 kg/m² fölötti TTI-t mutató, korábban diagnosztizált 2TDM pácienseken. A TTI mellett demográfiai és laboratóriumi adatokat gyűjtöttünk a kórház adatbázisából. A statisztikai feldolgozás a GraphPad InStat3-mal történt. A vizsgált 142 túlsúlyos/elhízott 2-es típusú cukorbeteg átlagéletkora 65,48 év, 54%-uk vidéki, a nemek szerinti eloszlás fele-fele arányban volt. A betegek kb. harmadánál találtunk emelkedett húgysav, illetve koleszterin-szintet, 55,7%-uknál pedig hipertrigliceridémiát. Pozitív korreláció volt kimutatható a fő lipidparaméterek között, illetve ezek és a húgysavszint között, és negatív korreláció a triglicerid/vércukor, illetve koleszterin/triglicerid arány között. A diabéteszes neuropátia és koszorúérbetegség voltak a leggyakoribb szövődmények. A tanulmányi csoport tagjainak több, mint felénél kimutatható a diszlipidémia, harmaduknál a húgysavszint emelkedése. Számos összefüggés fedezhető fel a fő anyagcsereparaméterek és a származtatott arányok között. A kóros értékek rendezése jelentősen hozzájárulhat a szívérrendszeri szövődmények megelőzéséhez.

Kulcsszavak • 2. típusú cukorbetegség, diszlipidémia, húgysav, testtömegindex, túlsúly

DOI: 10.2478/orvtudert-2024-0011

Orvostudományi Értesítő 2024, 97(2): 112–125

Bevezető

A diabétesz napjainkban egyre szélesebb körben terjedő krónikus anyagcsere-betegség, amely a legfrissebb adatok alapján közel 550 millió felnőttet érint világszerte a 20–79 év közti korosztályból [1]. Az esetek túlnyomó többségében (több, mint 90%-ban) 2TDM jelentkezik. Az egészségtelen életmódi szokások nagymértékben befolyásolják a 2TDM kialakulását, a hasnyálmirigy inzulintermelésének kimerülését okozva [2].

A diabéteszsel élő egyéneknél igen gyakran jelentkező túlsúly/elhízás krónikus gyulladást tart fenn a szervezetben, amely súlyosbító tényezőként járul hozzá az inzulinrezisztenciához és a cukorbetegség szívérrendszeri

szövődményeinek kialakulásához. Obesitas esetén a zsírszövetben található makrofágok gyulladásos citokineket termelnek, amelyek negatív hatást gyakorolnak az inzulin jelátviteli rendszerére [3].

A diabétesz fennállásának időtartama, a szénhidrát-háztartás egyensúlyának mértéke, az életvitel (diéta, mozgás, dohányzási szokások), illetve a társuló kórképek (mint például az igen gyakori hipertónia és diszlipidémia) nagymértékben befolyásolják a szövődmények kialakulásának idejét és súlyosságát [4].

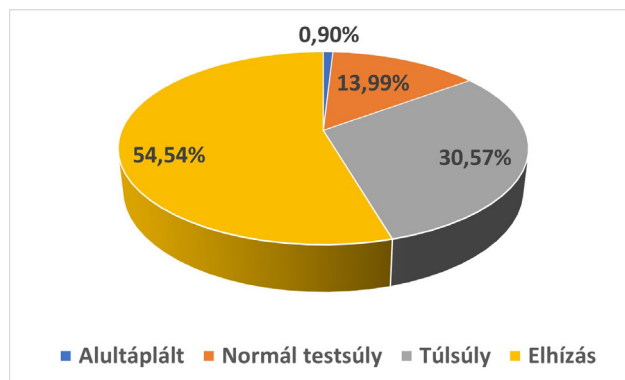
Cukorbetegknél igen gyakoriak a szívérrendszeri makro- és microvascularis szövődmények. A nagyobb erek érintettsége vérellátási zavart okozhat a szív- és agy területén, illetve a végtagok szintjén. A kiserek patológiás elváltozásai különböző szervek szintjén

jelentkezhetnek, mint például a nephropathia, retinopathia [5].

Laboratóriumi vizsgálatok segítségével betekintést nyerhetünk a diabétesszel élő egyének cukoranyagcsere-jének állapotába, a vérsírok szintjére (szérum triglicerid, összkoleszterin, illetve a HDL- /magas sűrűségű/ és LDL- /alacsony sűrűségű/ koleszterin frakciók), a vese- és májfunkció érintettségére, illetve egyes gyulladásos markerek értékeire. Ezen állapotjelzők patológiás értékei hozzájárulnak a szívérrendszeri kockázat növeléséhez [4]. Elhízással társuló 2-es típusú cukorbetegségeknél gyakran kialakul a zsírmáj. A steatosist számos esetben a máj kötőszövetes átépülése követi, így cirrózis alakul ki; különösen a magas szérum glutamát-piruvát transzamináz (GPT) aktivitást mutató páciensek tartoznak az emelkedett kockázati kategóriába [6].

Metabolikus szindrómában szenvedő páciensek közép és hosszú távon emelkedett kockázattal rendelkeznek szívérrendszeri megbetegedésekre azokhoz képest, akiknél ez nem mutatható ki. Ez a különbség a mortalitási mutatókban is nyomon követhető. A metabolikus szindróma magába foglalja az emelkedett vércukorszintet, diszlipidémiát (magas szérum trigliceridszint alacsony antiaterogén HDL-koleszterin frakcióval), obesitast (főleg hastájéki elhízást), emelkedett vérnyomást [7,8].

A szokványos biokémiai állapotjelzők alapján különböző származtatott értékek hozzájárulhatnak az inzulinrezisztencia és a szív-érrendszeri kockázat felméréséhez, különös tekintettel a kis, sűrű LDL-partikulumok szintjére. Ilyen mutatók a triglicerid/glükóz arány, illetve a triglice-



1. ábra. A testtömeg indexek eloszlása a 2-es típusú cukorbetegségeknél

rid-glükóz index, amely ezen állapotjelzők logaritmálásával származtatható [$\ln(\text{vércukor} \times \text{triglicerid}/2)$], meg a triglicerid/HDL-koleszterin arány; ezen számításoknál minden felhasznált laborérték mg/dl-ben van kifejezve [9-13].

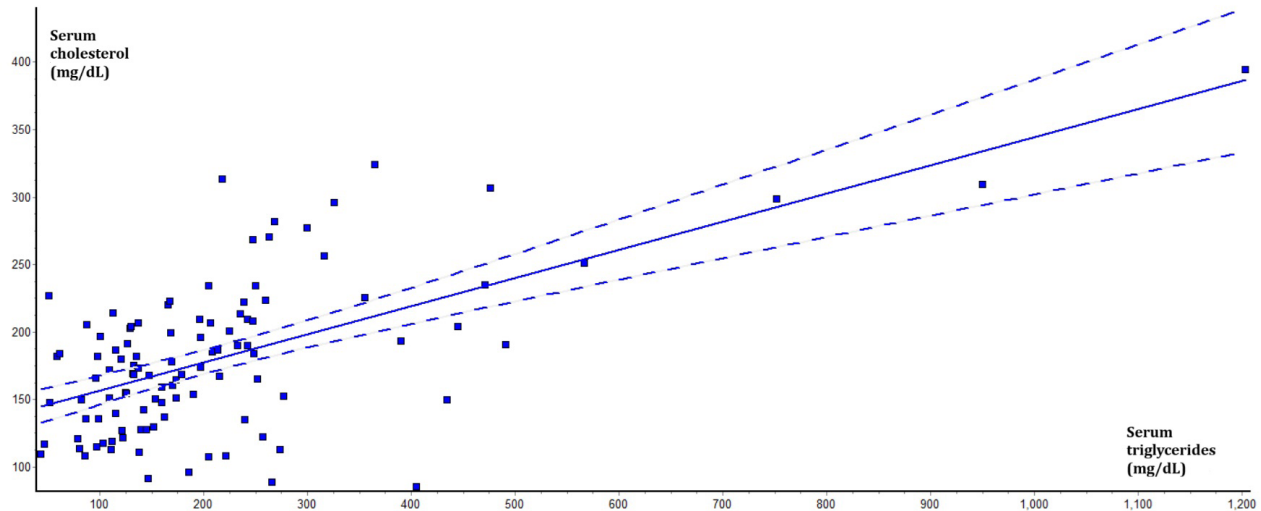
Tanulmányunk célja laboratóriumi állapotjelzők és prediktív származtatott értékek vizsgálata túlsúlyos/elhízott 2. típusú cukorbeteg esetanyagon és összefüggések feltárása a különböző anyagcsere-folyamatokra vonatkozó meghatározások értékei között a szívérrendszeri szövődmények szempontjából.

Anyag és módszer

A tanulmány a Marosvásárhelyi Megyei Sürgősségi Kórház Diabetológia, Táplálkozástan és Anyagcsere-

1. táblázat. A felmért túlsúlyos/elhízott 2-es típusú cukorbeteg biokémiai állapotjelzői

Állapotjelző	Mértékegység	Átlag $\pm$ SD	Minimális Érték	Maximális Érték
HbA1c	%	8,52 $\pm$ 2,06	4,8	15
Vércukorszint (beutaláskor)	mg/dL	242,14 $\pm$ 98,39	99	561
Vércukorszint (kibocsátáskor)	mg/dL	127,02 $\pm$ 41,79	79	392
Összkoleszterin	mg/dL	178,66 $\pm$ 58,89	85,3	394
Triglicerid	mg/dL	212,07 $\pm$ 169,45	43,1	1203,9
Húgysav (nők)	mg/dL	6,02 $\pm$ 1,62	2,6	10,7
Húgysav (férfiak)	mg/dL	5,78 $\pm$ 1,47	3,2	10,6
Karbamid	mg/dL	49,08 $\pm$ 27,69	9,8	189
Kreatinin (nők)	mg/dL	1,04 $\pm$ 0,53	0,45	3,46
Kreatinin (férfiak)	mg/dL	1,48 $\pm$ 1,52 (medián: 1,01)	0,58	9,75
GOT	U/L	26,81 $\pm$ 20,88	8,9	150,6
GPT	U/L	29,53 $\pm$ 26,02	7,3	171,7
GGT	U/L	94,94 $\pm$ 244,55 (medián: 37)	10	2237



2. ábra. A cukorbeteg páciensek szérumszintjei közötti összefüggés

betegségek Osztályára 2022 január – október periódusban beutalt, patológiásan magas (25 kg/m^2 fölötti) testtömeg-index értékkel rendelkező, előzőleg diagnosztizált 2TDM esetanyag történt.

A dolgozat tiszteletben tartja a Helsinki Deklaráció előírásait. A tanulmány a Marosvásárhelyi Megyei Sürgősségi Kórház és a Marosvásárhelyi George Emil Palade Orvosi, Gyógyszerészeti, Tudomány és Technológiai Egyetem etikai bizottságainak jóváhagyásával zajlott. A felmérés során demográfiai, antropometriai, illetve laboratóriumi adatokat gyűjtöttünk a kórházi adatbázisból. A biokémiai állapotjelzők meghatározása Cobas 6000 készülékkel történt. A statisztikai feldolgozáshoz a GraphPad InStat3 programcsomagot használtuk (páratlan Student t teszt, Pearson korreláció), a szignifikancia határának a $p < 0,05$ -öt állapítottuk meg.

Eredmények

A tanulmányban 164 túlsúlyos/elhízott 2-es típusú cukorbeteg szerepelt, amely az említett periódusban beutalt (205 páciens) 2TDM esetanyag 69%-át teszi ki.

Az összes 2-es típusú cukorbetegbe magába foglaló csoportban a testtömeg indexek (TTI) átlaga $31,36 \pm 6,13 \text{ kg/m}^2$ volt, az értékek $16,8$ és 50 kg/m^2 között változtak. A TTI-ek eloszlása a teljes csoportban az **1. ábrán** látható.

A tanulmányi csoportban, amelyben nem szerepeltek a normális vagy alacsony TTI-el rendelkező cukorbeteg, a TTI átlagértéke $32,93 \pm 4,91 \text{ kg/m}^2$ volt. A felmért páci-

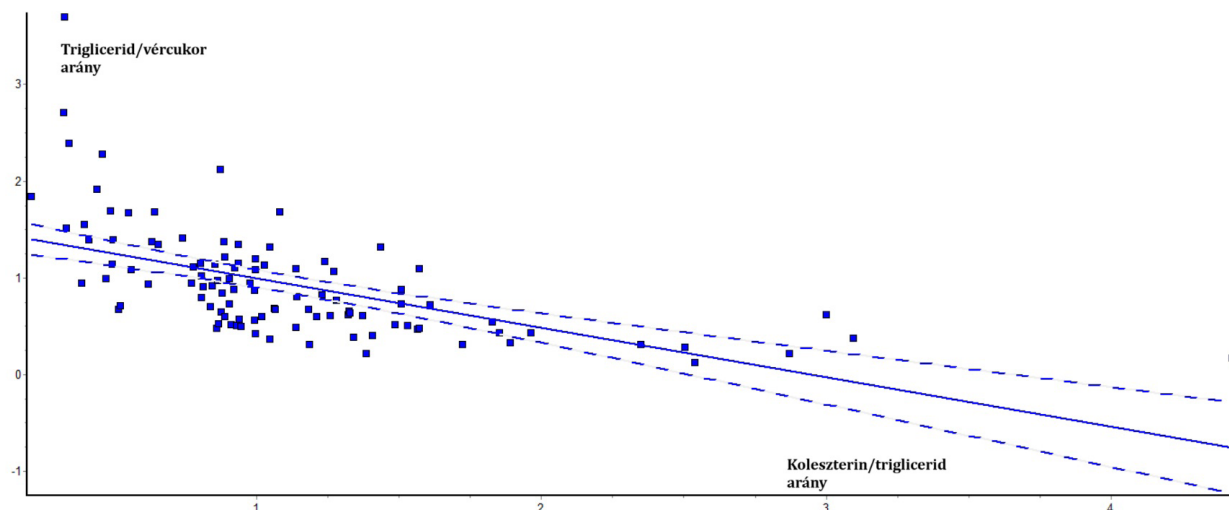
ensek átlagéletkora $65,48 \text{ év} \pm 11,38 \text{ (SD)}$ volt, a betegek fele a női nemhez tartozott, 54%-uk vidéki környezetből származott.

Az általunk vizsgált túlsúlyos/elhízott cukorbeteg páciensek csoportjában mindössze 27%-nál találtunk a kórházi felvételnél optimális (7% alatti) glikált hemoglobint (HbA1c) értéket. Pozitív összefüggést találtunk ezen állapotjelző és a beutaláskor mért vércukor értékei között ($r=0,6106$, $p < 0,0001$), illetve a HbA1c és a kibocsátáskor mért glykaemia között ($r=0,2284$, $p=0,0090$).

A tanulmányi csoportban a nők 46,4%-ánál és a férfiak 18,8%-ánál találtunk emelkedett húgysavszintet (összesítve a páciensek 33,1%-ánál). Nőknél 6 mg/dl, férfiaknál 7 mg/dl fölötti szérumsavértékeket tekintettünk kórosnak. A szérumsav szintje a nők 28,6%-ánál haladta meg az 1,1 mg/dl-es értéket, míg a férfiak 25,4%-ánál találtunk 1,3 mg/dl fölötti értékeket. A felmért páciensek 55,7%-uknál volt jelen magasabb triglicerid koncentráció (150 mg/dl feletti) és 31,9%-uknál volt megfigyelhető 200 mg/dl fölé emelkedett szérumsavszint, sok esetben magas trigliceridszinttel társulva. A lényegesebb biokémiai állapotjelzők átlag-, minimális és maximális értékei az **1. táblázatban** vannak feltüntetve.

A különböző állapotjelzők közötti összefüggéseket vizsgálva erős pozitív korreláció volt kimutatható a szérumsav- és koleszterinszint között ($r=0,6077$, $p < 0,0001$) (**2. ábra**).

A triglicerid/vércukor arány tekintetében beteganyagunk 23%-ánál találtunk patológiásan emelkedett, 1,19 fölötti eredményt, míg a koleszterin/triglicerid arány a



3. ábra. A triglicerid/vércukor és koleszterin/triglicerid arány közötti összefüggés

páciensek 16%-ánál mutatott 1,54 fölötti értéket. Ezen arányok között erős negatív korrelációt ($r=-0,5834$, $p<0,0001$) találtunk (3. ábra).

Pozitív korrelációt találtunk ($r=0,3247$, $p=0,0007$) továbbá a felmért páciensek szérumszén-triglicerid és húgysav szintjei között (4. ábra).

Hasonlóképpen pozitív korrelációt mutatott ($r=0,4741$, $p<0,0001$) a tanulmányi csoport pácienseinek szérumszén-összkoleszterin- és húgysavkoncentráció (5. ábra).

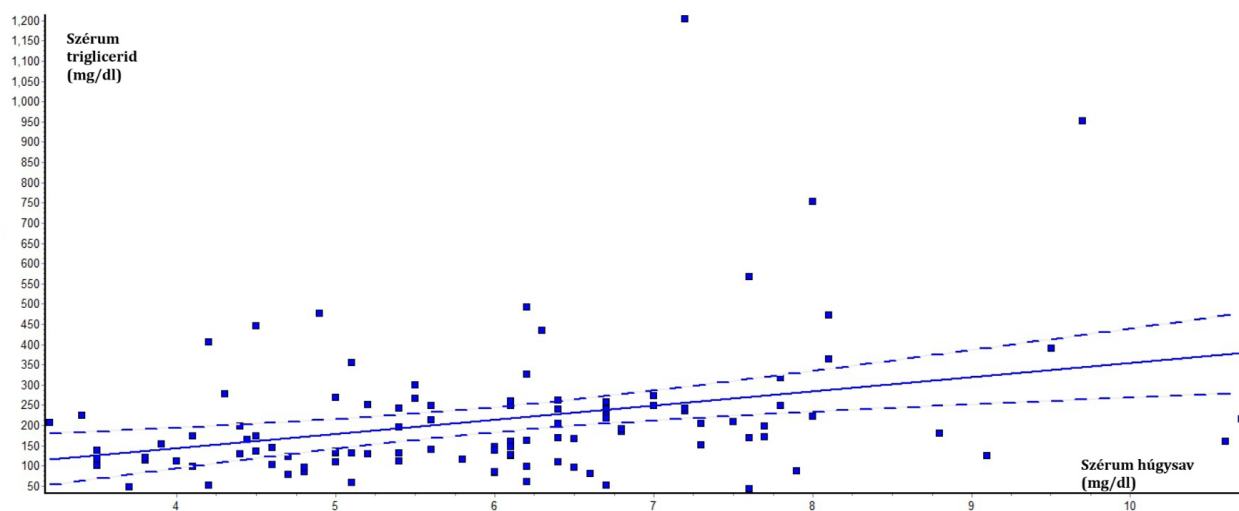
A beutaláskor mért vércukorszintek pozitív korrelációt mutattak ($r=0,2988$, $p=0,0005$) a szérumszén-összkoleszterin értékekkel (6. ábra).

Pozitív korrelációt mutattak ($r=0,3378$, $p=0,0005$) a

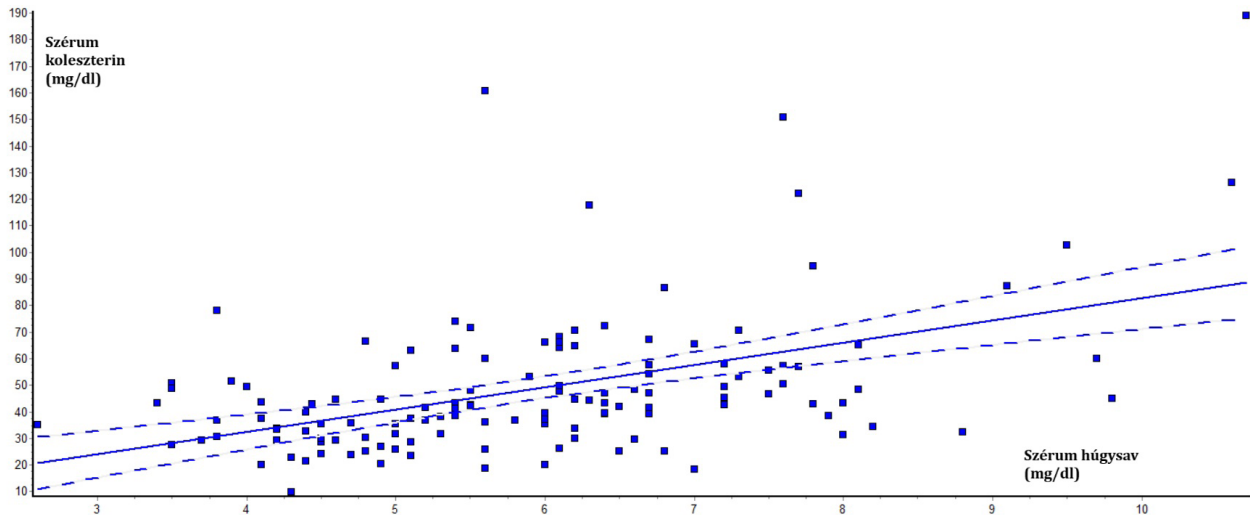
beutaláskor mért vércukorértékek a szérumszén-triglicerid koncentrációval (7. ábra).

Várható módon pozitív összefüggést mutattak egymással a vese-, és a májfunkcióra, illetve cholestasisra utaló állapotjelzők: a szérumszén-karbamid és kreatinin esetében $r=0,6429$, $p<0,0001$, míg a két transzamináz aktivitása között $r=0,8847$, $p<0,0001$. A GPT, GGT, illetve GOT, GGT aktivitások között szintén pozitív korreláció mutatható ki ($r=0,6265$, $p<0,0001$, illetve $r=0,7352$, $p<0,0001$).

Enyhe pozitív összefüggést találtunk a beutalási vércukorszint és a szérumszén-karbamid értéke között ($r=0,1734$, $p=0,0419$). Nem találtunk összefüggést a beutalási vércukor és egyéb metabolikus állapotjelző között, mint a



4. ábra. A szérumszén-triglicerid és húgysav koncentráció közötti összefüggés



5. ábra. A szérumszékesszterin és a húgysav szintje közötti összefüggés

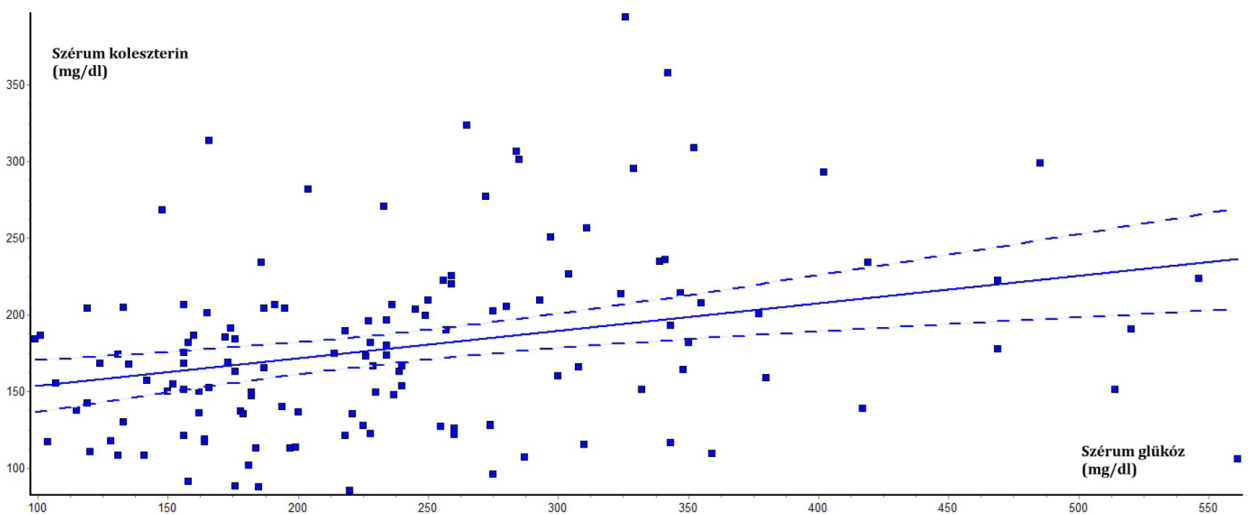
szérumszékesszterin-koncentráció ($r=0,1043$, $p=0,2360$), illetve a szérumszékesszterin ($r=0,1623$, $p=0,1795$).

Esetanyagunkban a leggyakrabban előforduló szövőd-mény a diabéteszes neuropátia volt (68,3%), ezt követte a coronariabetegség (58,5%), nephropathia (24,6%), perifériás arteriopátia (22,9%), retinopathia (21,1%) és agyi vascularis történés (6,3%). A betegek 9,9%-ánál olyan súlyos volt a végtagi erek érintettsége, hogy amputáció szerepelt a kórelőzményben. Azonos átlagéletkort (kb. 65,5 évet) találtunk a polineuropátiás, illetve ezen szövőd-ményt nem mutató cukorbeteg körében, ellenben azoknál a diabéteszsel élő egyének-nél, akiknél coronariabetegség szerepelt a kórelőzményben, az átlagéletkor ($67,17 \pm 12,99$ év) szignifikánsan magasabb volt ($p=0,0160$) azok-

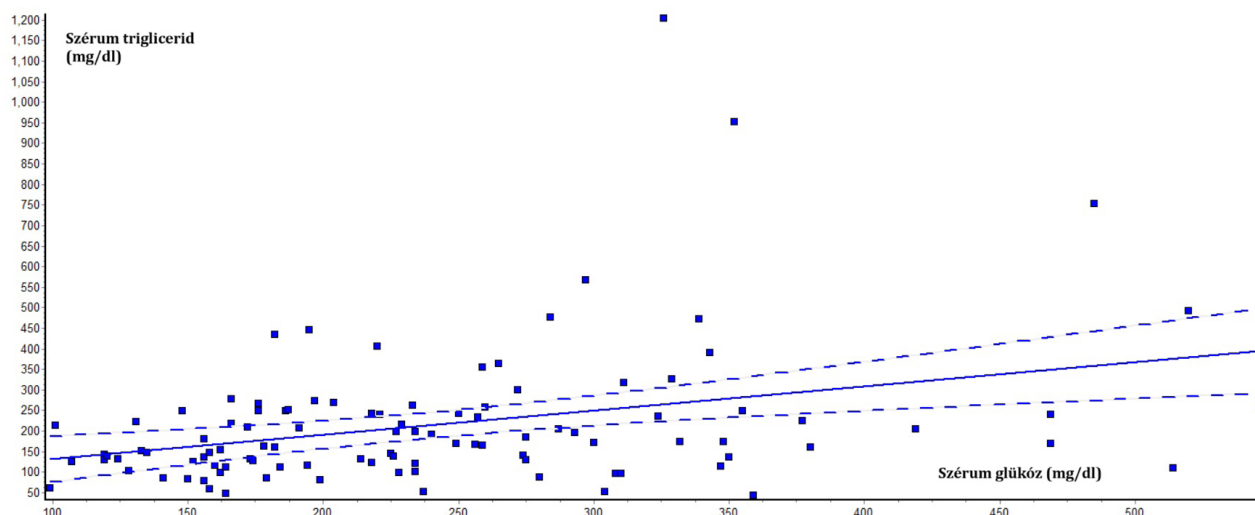
hoz képest, akiknél nem volt dokumentálva ilyen szövőd-mény ($62,07 \pm 11,39$ év). A diabétesz fennállásának átlagértéke $15,24 \pm 9,77$ év volt (a leghosszabb időtartam 42 év volt). A cukorbeteg páciensek 93,67%-ánál hipertónia is fennállt, és a dohányzás előfordulási aránya 48,6% volt.

Megbeszélés

A tanulmány korlátai közül említésre méltó, hogy a fel-mérés periódusában a kórház központi laboratóriuma nem végzett HDL-koleszterin meghatározásokat a beu-talt pácienseknek, emiatt az LDL-koleszterin frakció kiszámítására sem volt mód a tanulmány keretén belül.



6. ábra. A beutaláskor mért vércukor értékek és a szérumszékesszterin közötti összefüggés



7. ábra. A beutaláskor mért vércukor értékek és a szérum trigliceridszint közötti összefüggés

Ebből kifolyólag a szívérrendszeri kockázat ezen vetületének felmérésére nem volt lehetőségünk, továbbá a non-HDL-koleszterin kiszámolására sem volt mód, illetve a triglicerid/HDL arány sem volt származtatható.

Szakirodalmi adatok szerint az 1,54 fölötti koleszterin/triglicerid arány a kis, tömör LDL-partikulumok emelkedett szintjére utal. Ezen lipoproteinek kiemelt atherogen kockázattal rendelkeznek, mivel igen hajlamosak az erekbe való lerakódásra, könnyen oxidálódnak, és csökkent LDL-receptor affinitással rendelkeznek. Ezen típusú diszlipidémia társul leggyakrabban inzulinrezisztenciával [9,14]. A triglicerid/vércukor arány 1,19 fölötti értéke szintén inzulinrezisztenciára utal. Érdekes módon a felmért cukorbeteg páciensek körében nem voltak azonosak a két arány esetében az emelkedett értékkel rendelkező páciensek, így összesítve az esetek 39%-ánál találtunk egyik vagy másik aránynál patológiásan magas értéket. Ezen megfigyelés alapján megfogalmazódik az ajánlás, hogy mindkét arányt érdemes kiszámolni és szem előtt tartani a szövődményekre való hajlam felmérésekor. Mindkét arány egyszerűen származtatható és olcsó eljárásnak minősül, mivel rutinszerűen mért laboratóriumi állapotjelzőkön alapszik. Szakirodalmi adatok alátámasztják az erős pozitív korrelációt a triglicerid/vércukor arány és a triglicerid-vércukor index között, ezen utóbbi kiszámítása valamivel bonyolultabb képlet alapján történik [13].

A magas szívérrendszeri kockázati csoportban a laboratóriumi értékek fiziológiás tartományban tartása kritikusán fontos a szövődmények megelőzése szempontjából, amelyre lehetőség van gyógyszeres kezeléssel, illetve

az egészséges életmódhoz kapcsolódó szokások betartásával. Esetanyagunknál a leggyakrabban előforduló szövődmény a diabéteszes neuropátia volt, de gyakoriak voltak az egyéb cardiovascularis eredetű szövődmények is. Irodalmi adatokkal ellentétben a polineuropátiás cukorbeteg életkora nem volt szignifikánsan magasabb azokhoz képest, akiknél ez a szövődmény nem jelentkezett. Ezzel szemben a coronariabetegséggel szövődött páciensek szignifikánsan idősebbek voltak, mint azok, akiknek kórelőzményében nem szerepelt koszorúér-érintettség. Ez utóbbi megállapítás összhangban áll a szakirodalomban közzétett adatokkal [5]. A diabéteszes neuropátia a cukorbetegség egyik legfontosabb, korán kimutatható microvascularis szövődménye, előfordulási aránya a 2TDM pácienseknél nagyban változik, jelentősen nő a cukorbetegség időtartamával párhuzamosan, 10 éve tartó diabétesz esetén kb. 50%-ra tehető [5]. Felmérésünkben ezt az értéket meghaladó százalékot találtunk, amely a páciensek több éve tartó diabéteszes állapotával magyarázható, ugyanis korábban diagnosztizált cukorbetegeket válogattunk be a tanulmányba. A magasvérnyomás társulása a diabéteszhez, illetve a dohányzás jelenléte a páciensek szinte felénél elősegítő tényezőként szerepel a szívérrendszeri szövődmények kialakulásában.

Következtetés

A felmért túlsúlyos/elhízott 2TDM páciensek harmadánál volt emelkedett húgysavszint, illetve a betegek több, mint felénél találtunk diszlipidémiát. A származtatott

arányok alapján a páciensek több, mint egy harmadánál mutatható ki patológiás érték, amely inzulinrezisztenciára, illetve fokozott szívérrendszeri kockázatra utal. Számos állapotjelző között találtunk szoros összefüggést, amely a különböző anyagcsereutakat érintő egyensúly kibillenésének tudható be.

A kóros laboratóriumi állapotjelzők szintjének csökkentése fontos feladat, amely hozzájárul a másodlagos prevenció megvalósításához az érintett pácienseknél, különösen a szívérrendszeri szövődményeket illetően.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a Marosvásárhelyi George Emil Palade Orvosi, Gyógyszerészeti, Tudomány és Technológiai Egyetem 294/6/2020 01.14-es számú kutatási támogatásának (grantjának) segítségével valósult meg.

Irodalom

(Lásd az angol nyelvű cikk végén.)