

**FASTING GLUCOSE AND GLUCOSE TOLERANCE TEST INDEXES
IN SCREENING OF DIABETES AND PREDIABETES**

Azerbaijan State Advanced Training Institute for Doctors named after A.Aliyev (Baku, Azerbaijan)

Statya2021@mail.ru

The presented article provides information about the research work conducted to study new indicators for screening diabetes and prediabetes and the interaction between them. 182 people were involved in the study and were randomly divided into 2 equal groups: the training group (91 people; 23 men, 68 women) and the control group (91 people; 23 men, 68 women). From laboratory tests, fasting glucose, glycohemoglobin were determined, and a 2-hour oral glucose tolerance test (with a 75 g glucose load) was performed. Based on the anamnestic and anthropometric data of 182 people, as well as laboratory test results, a questionnaire was created for the early detection of diabetes and prediabetes. In the preparation of the questionnaire, 288 signs were analyzed for each person and indices were calculated using the multiple linear regression method. The most informative indicators were age, waist circumference, body mass index, systolic and diastolic blood pressure, history of arterial hypertension, history of gestational diabetes, physical activity level, and frequency of diabetes in first-degree relatives. Using simple indicators in the new questionnaire, each person can obtain estimated results that are very close to the real laboratory test results without undergoing laboratory tests. A statistically significant correlation between the real results obtained in the laboratory test and the indices was achieved in both groups (training group; $p < 0.001$) (control group; $p < 0.001$). The use of cut-off points made it possible to detect 100% of patients with diabetes, 67% of prediabetes, and 83-85% of people with normal carbohydrate metabolism.

Key words: estimated value for screening fasting glucose and glucose tolerance test indexes, prediabetes, diabetes mellitus, questionnaires, screening.

Connection of the publication with planned research works.

The title of the PhD thesis, of which the work is a part “Development of a new screening method for detecting diabetes and prediabetes”.

Introduction.

According to the latest information of the International Diabetes Federation, the sharp increase in the prevalence and complications of diabetes mellitus (DM) leads to an extreme increase in the severity of this disease [1]. Prediabetes is the condition that precedes diabetes and is the main stage in the development of diabetes. One in three people in the United States has prediabetes [1, 2]. According to recent data, diabetic macrovascular, microvascular and neurological complications begin to be observed already in the prediabetes stage [3, 4]. An encouraging factor is that it is possible to return to normal glucose metabolism in prediabetes, which can be achieved primarily through lifestyle changes and/or pharmacological intervention [5]. Early diagnosis of DM is possible as a result of screening for this disease [6]. Since laboratory examinations for the detection of DM and prediabetes are expensive, there are a number of questionnaires that are economically viable [2, 7, 8, 9].

The aim of the study.

To develop a new indicator for the diagnosis of DM and prediabetes using questionnaires based on laboratory indicators, anamnestic, anthropometric data.

Object and research methods.

Laboratory analysis of each of the 182 people examined in the study was carried out. Consents were obtained from patients to participate in the study, and all ethical standards were followed in the conduct of the study (Ethics Committee at the Association of Endocrinology, Diabetology and Therapeutic Education of the Republic of Azerbaijan). Before the examination day,

each patient was informed in advance and 1 day before fasting for 8-12 hours before examination was recommended. But to each patient not to diet on the day before the examination, in the usual standard manner feeding is recommended. Laboratory examination was carried out in venous blood and fasting glucose in venous blood in each patient, glycohemoglobin was checked and 75 g oral glucose tolerance test was conducted. 75 grams oral glucose tolerance test and 182 was conducted in 134 people. Glucose tolerance test 75 grams dry conducted with glucose. First, fasting venous blood glucose level checked, then a solution of 75 grams of dry glucose dissolved in 200 ml of warm water was presented to the patient to drink within 5 minutes. During the reception of the solution and registration of glucose levels in venous blood after 30, 60, 90, 120 minutes was conducted. Diagnosing DM and prediabetes was carried out based on the standards proposed by Azerbaijan Association of Endocrinology, Diabetology and Therapeutic Education (AEDTTA) for discussion [10, 11].

182 people aged 20-79 (46 men, 136 women) were included in the general group and underwent the following necessary examinations: In order to diagnose diabetes, the ADA [2] presented by the American Diabetes Association, CANRISK [7] presented by the Canadian Diabetes Association, FINDRISK [8] presented by the Finnish Diabetes Association, and AUSDRISK [9] presented by the Australian Diabetes Society were completed. From the anthropometric indicators: height, mass, waist circumference were recorded, body mass index was calculated by dividing the mass (kg) by the square of the height (m²) and was evaluated according to the classification of the World Health Organization [12]. Office blood pressure was measured in a medical institution. Laboratory examination included the study of glycohemoglobin (HbA1c) by the SDA1c Care (SD biosensor, Korea) and venous plasma glucose by Precision PCx

Medi Sense (Abbot, USA). As a result of examinations, DM was detected in 36 patients, and prediabetes in 46 patients, and glucose metabolism disorders were not detected in 100 patients.

The questions in the questionnaires used in the study were answered. The symptoms corresponding to each response were analyzed. In general, all signs were analyzed and simple and combined forms of those simple signs were studied for each person. The number of simple signs was 20, and the number of complex signs was 268. Finally, the informativeness of 288 signs, simple and complex, was studied. As a result, signs with higher informativeness for the diagnosis of the calculated estimated value for screening fasting glucose (ScrFG) and estimated value for screening glucose tolerance test (ScrGGT) indexes were determined. These include age, waist circumference, body mass index, systolic and diastolic arterial pressure, history of arterial hypertension, history of gestational diabetes, incidence of DM in first-degree relatives, and level of physical activity. The procedures for using these indicators and the calculated glycohemoglobin index (ScrHbA1C) have been previously published [13]. **Table 1** presents information characterizing the state of carbohydrate metabolism in the considered groups based on the diagnostic indicator of fasting glucose and oral glucose tolerance test.

Table 1 – Fasting glucose (mg/dl) and oral glucose tolerance test (mg/dl) in patients with DM group, prediabetes group and normal carbohydrate metabolism group

Group name	Fasting Glucose (mg/dl)	Glucose tolerance test (mg/dl)
Diabetes mellitus (n=36)	179,7±68,6	204,7±52,1
Prediabetes (n=46)	111,1±8,2	130,8±13,7
Normal carbohydrate metabolism (n=100)	93,4±10,4	108,3±13,6

In the **table 1**, we can see the distribution of the examined persons according to the laboratory examination results. So, out of 182 people, 36 people had diabetes, 46 people had prediabetes, and 100 people had normal carbohydrate metabolism.

Finally, patients included in the general study group (n=182) were randomly divided into 2 equal groups: the main group (n=91), which was trained in previous studies and was called the training group, and the control group (n=91). Based on the data of the training group, the ScrFG and ScrGGT indexes should be created and applied. The control group has the purpose of objective control over the developed methodology, therefore, due to its composition, the control group is as similar as possible to the training group as much as possible. The total number of men (n=23; 25.3%) and women (n=68; 74.7%) was equal in both the training group and the control group. In the training group and the control group, people with DM (n=17; 18.7%), prediabetes (n=24; 26.4%) and people with normal carbohydrate metabolism (n=50; 54.9%) are at the same level. The characteristics of the training group and the control group are listed in **table 2**.

As can be seen from **table 2**, no statistically significant difference was found between the indicators of both groups (in all cases p>0.05). This article presents the average values ± Standard Deviation (root mean

square deviation). The statistical significance of the differences between the average grades was determined based on the “Student” criterion. The “χ²” criterion was applied to compare the variables [14]. An analysis of the correlation between HcbA1c, fasting glucose and various anamnestic, anthropometric indicators, systolic and diastolic arterial pressure level was performed [15]. The indexes were developed using the multiple linear regression method.

Research results and their discussion.

Calculation of the ScrFG index and ScrGGT index. Both indexes ScrFG (mg/dl) and ScrGGT (mg/dl) were calculated using the following equation:

$$\text{ScrFG index} = -26,9391 + 0,1065 * X_1 + 0,3147 * X_2$$

$$\text{ScrGGT index} = 72,7201 + 0,2308 * X_1 + 0,3458 * X_2$$

The given formulas will be presented in the form of an online calculator. So, everyone will get the estimated results by answering the questions in this online calculator. Which means that the results of the index will be very close to the results of real laboratory examination. In the near future, the calculator will be uploaded to the web pages and used by everyone with ease.

Turning to the details, there was statistically significant correlation (p<0.001 in all cases) between the real fasting glucose and ScrFG index in training group (r=0.55), as in control group (r=0.51) and in total group (r=0.52) (p<0.001 in both cases). For ScrFG index at the 80 mg/dL cutoff, 100% of DM and prediabetes cases will be detected at follow-up, but only 9% of individuals with normal carbohydrate metabolism will be detected. At the cutoff point of 140 mg/dl, 100% of individuals with normal carbohydrate metabolism will be identified, but no cases of DM or prediabetes will be detected. Between

the cut-off points of 80 mg/dL and 140 mg/dL, a point needs to be found that will define the maximum number of all patients with DM and people with prediabetes without exceeding the appropriate number of individuals with normal carbohydrate metabolism. The number of DM patients to be detected is less than 100% at the cutoff point of 125 mg/dL and higher. The significance of the ScrFG index cutoff at 125 mg/dl means that individuals below 125 mg/dl are considered healthy and will not be screened. Others should be examined. At this point, the maximum Youden coefficient (64.7%) is characterized by the highest overall diagnostic accuracy (82.4%). It is known that it is recommended to use tests with a Youden coefficient above 50% for diagnosis. Characteristics such as the sensitivity of the diagnostic test (81.7%) and the specificity of the test (83.0%), the diagnostic value of a positive result (79.8%), the diagnostic value of a negative result (84.7%), are quite high, although not maximal. The “125 mg/dl” cut-off point is characterized by both the minimal spread in quality indicator values (SD=7.4) and the average value of the six analyzed quality indicators (79.4%). Values of this indicator correlates with the values of the real glucose after oral glucose tolerance test (r=+0.52; [95% CI +0.406; +0.618]). The use of the cut-off point 145 mg/dl allows to identify 100% of patients with DM, 67.4% of prediabetes cases and requires examination of 15% persons without carbo-

Table 2 – Training Group and Control Group characteristics

Parameter	Training group (n=91)	Control group (n=91)	P value
Age in years (M±SD)	50.1±14.86	51.5±14.69	>0.05
Height in cm (M±SD)	163.2±8.84	162.9±9.07	>0.05
Weight in kg (M±SD)	81.1±19.06	78.2±17.88	>0.05
WC ¹ in cm (M±SD)	97.2±14.10	94.7±14.30	>0.05
BMI ² in kg/m ² (M±SD)	30.6±7.11	29.5±6.04	>0.05
Normal weight (n; %)	18 (19.8)	17 (18.7)	>0.05
Overweight (n; %)	30 (33.3)	38 (41.8)	>0.05
Obesity (n; %)	43 (47.3)	36 (39.6)	>0.05
Obesity I (n; %)	23 (25.3)	18 (19.8)	>0.05
Obesity II (n; %)	14 (15.4)	13 (14.3)	>0.05
Obesity III (n; %)	6 (6.6)	5 (5.5)	>0.05
SBP ³ in mmHg (M±SD)	130.5±18.97	82.5±10.60	>0.05
DBP ⁴ in mmHg (M±SD)	129.8±17.99	82.3±10.70	>0.05
HbA1c (mmol/mol)	41.0±15.60	41.0±15.42	>0.05
Fasting glucose (mg/dl)	115.4±49.90	114.5±41.14	>0.05
OGTT ⁵ 2-hour glucose	134.3±52.19	134.5±53.60	>0.05

Notes: ¹WC – waist circumference, ²BMI – Body Mass Index, ³SBP – systolic blood pressure, ⁴DBP – diastolic blood pressure, ⁵OGTT – oral glucose tolerance test.

hydrate metabolism disorders. This point is characterized by maximum Youden Index (66.7%), by the highest (83.5%) Overall Diagnostic Accuracy. Such characteristics as Sensitivity (81.7%), Specificity (85.0%), Positive Predictive Value (81.7%), Negative Predictive Value (85.0%), although not the maximum, are at the same time quite high. Thus, a new questionnaire consisting of informative features was developed. Calculation of proposed index provides the basis for the early detection of DM and prediabetes and seems economically feasible.

Also there was statistically significant correlation ($p < 0.001$ in all cases) between the real glucose after oral glucose tolerance test and ScrGGT index in training group ($n=91$; $r=0.57$), as in control group ($n=91$; $r=0.51$) and in total study group ($n=182$; $r=0.54$). The ScrGGT index values in the training group and in the control group were significantly higher ($p < 0.001$ in both cases) in individuals with impaired glucose metabolism (Diabetes + Prediabetes) than in individuals without normal glucose metabolism. The values of the ScrGGT index did not significantly differ when comparing individuals with normal glucose metabolism (or impaired glucose metabolism) in training group and in control group ($p < 0.05$).

Thus, a new indicator, the ScrFG index, was developed to select individuals who need screening for DM and prediabetes. Using a cutoff point of 125 mg/dL allows identification of 100% of DM patients, 67.4% of PD

cases, and 83% of subjects with normal carbohydrate metabolism. The ScrGGT index, using a cutoff point of 145 mg/dL identification of 100% of DM patients, 67.4% of PD cases, and 85% of subjects with normal carbohydrate metabolism. Apparently, the results of both indices are close to each other in detecting diabetes and prediabetes. The newly prepared questionnaire will be presented in the form of an electronic calculator.

In our study, we used questionnaires FIND-RISK, AUSDRISK, CANRISK and ADA. Informativeness of 288 signs, simple and complex according to the answers in the questionnaires we used, were analyzed and we found out that the signs with more informativeness were more informative than the anamnestic data – arterial hypertension in the anamnesis, gestational diabetes in the anamnesis, diabetes in the 1st degree relative, physical activity, and anthropometric data – systolic, diastolic blood pressure, waist circumference, body mass index, age were more informative. As a result, the use of two indices – ScrFG and ScrGGT indexes are suggested. A calculated index is an individual response for a single person. It is not a diagnostic indicator of DM or prediabetes. Anyone can enter the answers to some simple questions into an electronic calculator and get an approximate calculated index, which will be very close to those numbers if they undergo a real examination. With this, we will facilitate the work of doctors as well as patients. Values of this new indicators for the screening of DM and prediabetes named ScrFG and ScrGGT indexes correlates with the values of the real fasting glucose and real fasting glucose tolerance test.

Conclusions.

The new indicator – Estimated value for screening fasting glucose named ScrFG index and fasting glucose tolerance test index named ScrGGT index have been developed to select individuals who need to be screened for diabetes and prediabetes. The use of the cut-off point 125 mg/dl (ScrFG) and 145 mg/dl (ScrGGT) allows to identify 100% of patients with diabetes mellitus, 67% of prediabetes cases and requires examination of 15-17% persons without carbohydrate metabolism disorders.

Prospects for further research.

Research is planned for early detection of prediabetes and its impact to prevent such a formidable disease as diabetes mellitus and its associated micro and macrovascular and cardiovascular complications.

DOI 10.29254/2077-4214-2025-1-176-244-251

УДК 616.43

Мірзазаде В. А., Алієва А. З., Султанова С. С., Гусейнова Н. Н.

ПОКАЗНИКИ РІВНЯ ГЛЮКОЗИ НАТЩЕ ТА ТОЛЕРАНТНОСТІ ДО ГЛЮКОЗИ В СКРИНІНГУ ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ ТА ПРЕДІАБЕТУ

Азербайджанський державний інститут удосконалення лікарів ім. А.Алієва (м. Баку, Азербайджан)

Statya2021@mail.ru

У статті представлено інформацію про нові показники скринінгу діабету і предіабету та дослідження, проведені з метою визначення взаємодії між ними. У дослідженні взяли участь 182 особи, які випадковим

чином були розділені на 2 рівні групи: основну (91 особа; 23 чоловіки, 68 жінок) і контрольну групу (91 особа; 23 чоловіки, 68 жінок). Глюкозу та глікований гемоглобін натще визначали за допомогою лабораторних тестів і проводили 2-годинний пероральний глюкозотолерантний тест (із 75 г глюкози). На підставі анамнестичних та антропометричних даних 182 осіб, а також результатів лабораторного обстеження було створено опитувальник з метою раннього виявлення цукрового діабету та преддіабету. Під час складання анкети для кожної людини було проаналізовано 288 характеристик і розраховано показники методом множинної лінійної регресії. До більш інформативних ознак належали вік, окружність талії, індекс маси тіла, систолічний і діастолічний артеріальний тиск, артеріальна гіпертензія в анамнезі, гестаційний діабет в анамнезі, рівень фізичної активності, захворюваність на цукровий діабет у родичів першого ступеня споріднення. Використовуючи прості ознаки в новій анкеті, кожна людина може отримати розрахункові результати, максимально наближені до реальних результатів лабораторного обстеження, не проходячи лабораторних досліджень. Статистично значима кореляція між реальними результатами, отриманими під час лабораторного обстеження, і показниками отримана в обох групах (основна група; $p < 0,001$) (контрольна група; $p < 0,001$). Використання точок відсікання дало змогу виявити 100% хворих на ЦД, 67-69% преддіабету і 83-85% осіб із нормальним вуглеводним обміном.

Ключові слова: розрахункове значення для скринінгу індексів глюкози натще та тесту толерантності до глюкози, преддіабет, цукровий діабет, анкети, скринінг.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Назва кандидатської дисертації, частиною якої є робота «Розробка нового скринінгового методу виявлення цукрового діабету та преддіабету».

Вступ.

Згідно з останніми даними Міжнародної федерації діабету, різке зростання поширеності та ускладнень цукрового діабету (ЦД) призводить до екстремального зростання тяжкості цього захворювання [1]. Преддіабет – стан, що передує діабету і є основною стадією розвитку діабету. У кожній третій людині в США є преддіабет [1, 2]. Згідно з останніми даними, діабетичні макросудинні, мікросудинні та неврологічні ускладнення починають спостерігатися вже на стадії преддіабету [3, 4]. Позитивним фактором є можливість повернення до нормального метаболізму глюкози при преддіабеті, чого можна досягти, насамперед, завдяки зміні способу життя та/або фармакологічного втручання [5]. Рання діагностика ЦД можлива в результаті скринінгу цього захворювання [6]. Оскільки лабораторні дослідження для виявлення ЦД і преддіабету є дорогими, існує низка опитувальників, які є економічно вигідними [2, 7, 8, 9].

Мета дослідження.

Розробка нового показника для діагностики ЦД і преддіабету з використанням опитувальників на основі лабораторних показників, анамнестичних, антропометричних даних.

Об'єкт і методи дослідження.

Було проведено лабораторне дослідження у кожного з обстежених 182 осіб. Пацієнти надали згоду на участь у дослідженні та було дотримано всіх етичних норм під час його проведення (Етичний Комітет при Асоціації Ендокринології Діабетології та Терапевтичного Навчання Азербайджанської Республіки). Перед днем обстеження кожен пацієнт був проінформований заздалегідь і за 1 день до обстеження було рекомендовано голодування протягом 8-12 годин до обстеження. Але кожному пацієнту зазначили не дотримуватися дієти в день перед обстеженням, було рекомендовано харчування у звичайному стандартному режимі. Проводили лабораторне дослідження венозної крові та натще у венозній крові кожного пацієнта перевіряли рівень глікованого гемоглобіну та проводили пероральний тест на толерантність

до глюкози 75 г. Пероральний тест на толерантність до глюкози 75 г та 182 проводили у 134 осіб. Тест на толерантність до глюкози 75 г сухої проводили з глюкозою. Спочатку перевіряли рівень глюкози у венозній крові натще, потім пацієнту пропонували випити розчин 75 г сухої глюкози, розчиненої у 200 мл теплої води протягом 5 хвилин. Під час прийому розчину проводили реєстрацію рівня глюкози у венозній крові через 30, 60, 90, 120 хвилин. Діагностика ЦД і преддіабету проводилася на підставі стандартів, запропонованих для обговорення Азербайджанською асоціацією ендокринології, діабетології та терапевтичної освіти (AEDTTA) [10, 11].

У загальну групу було включено 182 особи віком 20-79 років (46 чоловіків, 136 жінок), яким було проведено такі необхідні обстеження. Для діагностики ЦД було заповнено опитувальники ADA [2], представлений Американською діабетичною асоціацією, CANRISK [7], представлений Канадською діабетичною асоціацією, FINDRISK [8], представлений Фінською діабетичною асоціацією, і AUSDRISK [9], представлений Австралійським діабетичним товариством. З антропометричних показників реєстрували: зріст, масу тіла, окружність талії, індекс маси тіла розраховували шляхом ділення маси (кг) на квадрат зросту (m^2), його оцінювали за класифікацією Всесвітньої організації охорони здоров'я [12]. Офісний артеріальний тиск вимірювали в медичному закладі. Лабораторне обстеження включало дослідження глікогемоглобіну (HbA1c) на приладі SDA1c Care (SD biosensor, Корея) і глюкози венозної плазми на приладі Precision PCx Medi Sense (Abbot, США). У результаті обстежень у 36 пацієнтів виявлено ЦД, у 46 пацієнтів – преддіабет, у 100 пацієнтів порушень обміну глюкози не виявлено.

На запитання анкет, що використовуються в дослідженні, були дані відповіді. Аналізували симптоми, що відповідають кожній відповіді. Загалом аналізували всі ознаки і вивчали прості та комбіновані форми цих простих ознак у кожної людини. Кількість простих ознак становила 20, а комбіновані ознаки – 268. Нарешті, було вивчено інформативність 288 ознак, простих і комбінованих. У результаті було визначено ознаки, що мають вищу інформативність для діагностики розрахункових індексів ScrFG (розрахункове значення для скринінгу рівня глюкози натщесерце) і ScrGGT (розрахункове значення для скринінгового

тесту на толерантність до глюкози). До них належать вік, окружність талії, індекс маси тіла, систолічний і діастолічний артеріальний тиск, артеріальна гіпертензія в анамнезі, частота ЦД у найближчих родичів, рівень фізичної активності. Методики використання цих показників і розрахункового індексу глікогемоглобіну (ScrHbA1c) були опубліковані раніше [13]. У таблиці 1 наведено відомості, що характеризують стан вуглеводного обміну в розглянутих групах на основі діагностичного показника глюкози натще та перорального тесту на толерантність до глюкози.

У таблиці 1 представлено розподіл обстежених осіб за результатами лабораторного обстеження. Так, зі 182 осіб у 36 осіб був діабет, у 46 осіб був предіабет, а у 100 осіб був нормальний вуглеводний обмін.

Зрештою пацієнти, які увійшли в загальну групу дослідження (n=182), були випадковим чином розділені на 2 рівні групи: основну групу (n=91), що пройшла навчання в попередніх дослідженнях, яку було названо навчальною групою, і контрольну групу (n=91). На підставі даних навчальної групи мають бути створені та застосовані індекси ScrFG і ScrGGT. Контрольна група має на меті об'єктивний контроль розробленої методики, тому за своїм складом контрольна група максимально наближена до навчальної. Загальна кількість чоловіків (n=23; 25,3%) і жінок (n=68; 74,7%) була однаковою як у навчальній, так і в контрольній групі. У групі тренувань і в контрольній групі на одному рівні перебувають особи із ЦД (n=17; 18,7%), предіабетом (n=24; 26,4%) та особи з нормальним вуглеводним обміном (n=50; 54,9%). Характеристики основної та контрольної групи наведено в таблиці 2.

Як видно з таблиці 2, статистично значимої різниці між показниками обох груп не виявлено (у всіх випадках p>0,05). У цій статті подано середні значення ± стандартне відхилення (середньоквадратичне відхилення). Статистична значущість відмінностей між середніми балами визначалася на основі критерію «Стьюдента». Для порівняння змінних застосовували критерій «χ²» [14]. Проведено аналіз кореляції між HcbA1c, глюкозою натще та різними анамнестичними, антропометричними показниками, рівнем систолічного та діастолічного артеріального тиску [15]. Індекси розробляли з використанням методу множинної лінійної регресії.

Результати дослідження та їх обговорення.

Розрахунок індексу ScrFG та індексу ScrGGT. Обидва індекси ScrFG (мг/дл) і ScrGGT (мг/дл) були розраховані з використанням такого рівняння:

$$\text{Індекс ScrFG} = -26,9391 + 0,1065 * X_1 + 0,3147 * X_2$$

$$\text{Індекс ScrGTT} = 72,7201 + 0,2308 * X_1 + 0,3458 * X_2$$

Наведені формули будуть представлені у вигляді онлайн-калькулятора. Таким чином, кожен отримує передбачувані результати, відповівши на запитання в цьому онлайн-калькуляторі. Це означає, що результати індексу будуть дуже близькі до результатів

Таблиця 1 – Рівень глюкози натще (мг/дл) і пероральний тест на толерантність до глюкози (мг/дл) у пацієнтів із ЦД2, предіабетом і нормальним вуглеводним обміном

Назва групи	Глюкоза натще (мг/дл)	Тест на толерантність до глюкози (мг/дл)
Цукровий діабет (n=36)	179,7±68,6	204,7±52,1
Предіабет (n=46)	111,1±8,2	130,8±13,7
Нормальний вуглеводний обмін (n=100)	93,4±10,4	108,3±13,6

реального лабораторного дослідження. У найближчому майбутньому калькулятор буде завантажено на веб-сторінку і ним з легкістю зможе користуватися кожен.

Звертаючись до деталей, була статистично значуща кореляція (p<0,001 у всіх випадках) між реальним рівнем глюкози натще та індексом ScrFG в основній групі (r=0,55), як і в контрольній групі (r=0,51), і в загальній групі (r=0,52) (p<0,001 в обох випадках). Для індексу ScrFG за порогового значення 80 мг/дл під час подальшого спостереження буде виявлено 100% випадків ЦД і предіабету, але тільки 9% осіб із нормальним вуглеводним обміном. За порогового значення 140 мг/дл буде виявлено 100% осіб із нормальним вуглеводним обміном, але жодного випадку ЦД або предіабету не буде виявлено. Між точками відсікання 80 мг/дл і 140 мг/дл необхідно знайти

Таблиця 2 – Характеристики основної та контрольної груп

Показник	Основна група (n=91)	Контрольна група (n=91)	P значення
Вік у роках (M±)	50.1±14.86	51.5±14.69	>0.05
Зріст у см (M±)	163.2±8.84	162.9±9.07	>0.05
Вага у кг (M±)	81.1±19.06	78.2±17.88	>0.05
OT ¹ у см (M±)	97.2±14.10	94.7±14.30	>0.05
ІМТ ² у кг/м ² (M±)	30.6±7.11	29.5±6.04	>0.05
Нормальна вага (n; %)	18 (19.8)	17 (18.7)	>0.05
Надлишкова вага (n; %)	30 (33.3)	38 (41.8)	>0.05
Ожиріння (n; %)	43 (47.3)	36 (39.6)	>0.05
Ожиріння I (n; %)	23 (25.3)	18 (19.8)	>0.05
Ожиріння II (n; %)	14 (15.4)	13 (14.3)	>0.05
Ожиріння III (n; %)	6 (6.6)	5 (5.5)	>0.05
CAT ³ у мм рт. ст. (M±)	130.5±18.97	82.5±10,60	>0.05
DAT ⁴ у мм рт. ст. (M±)	129.8±17.99	82.3±10.70	>0.05
HbA1c (ммоль/моль)	41.0±15.60	41.0±15.42	>0.05
Глюкоза натще (мг/дл)	115.4±49.90	114.5±41.14	>0.05
ПГТТ ⁵ 2-год глюкоза	134.3±52.19	134.5±53.60	>0.05

Примітки: ¹OT – окружність талії, ²ІМТ – індекс маси тіла, ³CAT – систолічний артеріальний тиск, ⁴DAT – діастолічний артеріальний тиск, ⁵ПГТТ – пероральний глюкозотолерантний тест.

точку, що визначить максимальну кількість усіх пацієнтів із ЦД і людей із предіабетом, не перевищуючи при цьому відповідну кількість осіб із нормальним вуглеводним обміном. Кількість пацієнтів із ЦД, які мають бути виявлені, становить менш як 100% при точці відсікання 125 мг/дл і вище. Значимість порогового значення індексу ScrFG у 125 мг/дл означає, що особи з рівнем нижче 125 мг/дл вважаються здоровими і не проходять скринінг. Інші мають бути розглянуті. На цьому етапі максимальний коефіцієнт Юдена (64,7%) характеризується найбільшою загальною

ною діагностичною точністю (82,4%). Відомо, що для діагностики рекомендується використовувати тести з коефіцієнтом Юдена вище 50%. Такі характеристики, як чутливість діагностичного тесту (81,7%) і специфічність тесту (83,0%), діагностична цінність позитивного результату (79,8%), діагностична цінність негативного результату (84,7%), є доволі високими, хоча й не максимальними. Порогове значення «125 мг/дл» характеризується як мінімальним розкидом значень показника якості ($SD=7,4$), так і середнім значенням шести аналізованих показників якості (79,4%). Значення цього показника корелюють зі значеннями реальної глюкози після орального тесту на толерантність до глюкози ($r=+0,52$; [95% ДІ +0,406; +0,618]). Використання точки відсікання 145 мг/дл дає змогу виявити 100% хворих на ЦД, 67,4% випадків предіабету і потребує обстеження 15% осіб без порушень вуглеводного обміну. Ця точка характеризується максимальним індексом Юдена (66,7%), найвищою (83,5%) загальною діагностичною точністю, а також такими характеристиками, як чутливість (81,7%), специфічність (85,0%), позитивна прогностична цінність (81,7%), негативна прогностична цінність (85,0%), хоча й не є максимальними, водночас є досить високими. Таким чином, було розроблено новий опитувальник, що складається з інформативних ознак. Розрахунок пропонованого індексу дає підґрунтя для раннього виявлення ЦД і предіабету та видається економічно доцільним.

Також було виявлено статистично значущу кореляцію ($p<0,001$ у всіх випадках) між реальним рівнем глюкози після перорального тесту на толерантність до глюкози та індексом ScrGGT в основній групі ($n=91$; $r=0,57$), як у контрольній групі ($n=91$; $r=0,51$), так і в загальній групі дослідження ($n=182$; $r=0,54$). Значення індексу ScrGGT в основній групі та в контрольній групі були достовірно вищими ($p<0,001$ в обох випадках) в осіб із порушенням метаболізму глюкози (цукровий діабет + предіабет), ніж в осіб без нормального метаболізму глюкози. Значення індексу ScrGGT достовірно не відрізнялися під час порівняння осіб із нормальним метаболізмом глюкози (або порушеним метаболізмом глюкози) у групі тренувань і в контрольній групі ($p<0,05$).

Таким чином, було розроблено новий показник, індекс ScrFG, для відбору осіб, яким необхідно обстеження на ЦД і предіабет. Використання точки відсікання 125 мг/дл дає змогу ідентифікувати 100% пацієнтів із ЦД, 67,4% випадків ПД і 83% суб'єктів із

нормальним вуглеводним обміном. Індекс ScrGGT, використовуючи точку відсікання 145 мг/дл, ідентифікує 100% пацієнтів із ЦД, 67,4% випадків ПД і 85% суб'єктів із нормальним вуглеводним обміном. Очевидно, результати обох індексів близькі один до одного у виявленні діабету і предіабету. Нещодавно підготовлену анкету буде представлено у вигляді електронного калькулятора.

У нашому дослідженні ми використовували опитувальники FINDRISC, AUSDRISK, CANRISK і ADA. Було проаналізовано інформативність 288 ознак, простих і складних за відповідями у використаних нами опитувальниках, і ми з'ясували, що ознаки з більшою інформативністю були інформативнішими за анамнестичні дані – артеріальна гіпертензія в анамнезі, гестаційний цукровий діабет в анамнезі, цукровий діабет у родичів 1-го ступеня, фізична активність, та антропометричні дані – систолічний, діастолічний артеріальний тиск, окружність талії, індекс маси тіла, вік. У результаті пропонується використання двох індексів – індексів ScrFG та ScrGGT. Розрахунковий індекс – це індивідуальна відповідь для однієї людини. Він не є діагностичним показником ЦД або предіабету. Будь-хто охочий може ввести відповіді на кілька простих запитань в електронний калькулятор і отримати приблизний розрахунковий індекс, що буде дуже близький до цих чисел при реальному обстеженні. Цим ми полегшимо роботу як лікарям, так і пацієнтам. Значення нових показників для скринінгу ЦД і предіабету, названих індексами ScrFG і ScrGGT, корелюють зі значеннями реальної глюкози натще і реальному тесту на толерантність до глюкози натще.

Висновки.

Розроблено новий показник – Розрахункове значення для скринінгу глюкози натще – індекс ScrFG та індекс тесту на толерантність до глюкози натще – індекс ScrGGT для відбору осіб, яким необхідно пройти скринінг на діабет і предіабет. Використання порогових значень 125 мг/дл (ScrFG) і 145 мг/дл (ScrGGT) дає змогу виявити 100% хворих на цукровий діабет, 67% випадків предіабету та потребує обстеження 15-17% осіб без порушень вуглеводного обміну.

Перспективи подальших досліджень.

Плануються дослідження для раннього виявлення предіабету і вплив на нього для запобігання такому грізному захворюванню, як цукровий діабет і пов'язаних із ним мікро- і макроваскулярних та серцево-судинних ускладнень.

References / Література

- Centers for Disease Control and Prevention. National Diabetes Statistics Report. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; 2020. Available from: <https://www.cdc.gov/diabetes/php/data-research/index.html>.
- American Diabetes Association. Diagnosis and Classification of diabetes: Standards of Care in Diabetes-2024. Diabetes Care. 2024;47:S20-S42.
- Palladino R, Tabak AG, Khunti K, Valabhji J, Majeed A, Millett C, et al. Association between pre-diabetes and microvascular and macrovascular disease in newly diagnosed type 2 diabetes. BMJ Open Diabetes Res Care. 2020;8(1):e001061. DOI: [10.1136/bmjopen-2019-001061](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-001061).
- Lin YC, Lin CS, Chang TS, Lee JE, Tani J, Chen HJ, et al. Early sensory neurophysiological changes in prediabetes. J Diabetes Investig. 2020;11(2):458-465. DOI: [10.1111/jdi.13151](https://doi.org/10.1111/jdi.13151).
- Sallar A, Dagogo-Jack S. Regression from prediabetes to normal glucose regulation: State of the science. Exp Biol Med (Maywood). 2020;245(10):889-896. DOI: [10.1177/1535370220915644](https://doi.org/10.1177/1535370220915644).
- Vasavada A, Taub LF. Diabetes Mellitus Screening. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554615/>.
- Public Health Agency of Canada. CANRISK: the Canadian diabetes Risk Questionnaire. Ottawa: Public Health Agency of Canada; 2011. 16 p. Available from: <https://www.healthycanadians.gc.ca/en/canrisk>.
- Gyberg V, Hassan D, Toumilehto J, Ryden L. Measuring risk online--feasibility of using FINDRISC in an online workplace survey. Primary Care Diabetes. 2012;6:103-107. DOI: [10.1016/j.pcd.2011.12.003](https://doi.org/10.1016/j.pcd.2011.12.003).
- Wong KC, Brown AM, Stephen CH. Ausdrisk: Application in General Practice. Australian Family Physician. 2011;40(7):524-6.

10. Mirzazade VA, Aliyeva TT, Abbasova NE, Mammadhasanov RM. Standards of diagnosis diabetes mellitus and prediabetes. Invitation to discussion. Baku: Azerbaijan Association of Endocrinology, Diabetology and Therapeutic Education; 2017.
11. Ismayilova S, Sultanova S, Huseynova A, Mirzazade V. Definition of Norma/Prediabetes Cutt-off Point for Glycated Hemoglobin on the Basis of Glucose Tolerance Test and fasting Glucose Interrelationships. J of the Endocrine Society. 2021;5:320.
12. Jonathan Q, Pumell JQ. Definitions, Classification, and Epidemiology of Obesity. South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc.; 2023. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279167/>.
13. Mirzazade V, Sultanova S, Aliyeva A, Huseynova A, Ismayilova S, Huseynova N. Estimated HbA1c as an Index for Diabetes and Prediabetes Screening. EC Diabetes and Metabolic Research. 2021;5.4:04-12 Available from: <https://ecronicon.net/assets/ecdmr/pdf/ECDMR-05-00152.pdf>.
14. MedCalc. Comparison of proportions calculator. Available from: https://www.medcalc.org/calc/comparison_of_proportions.php.
15. Simple linear regression calculator. Available from: https://stats.blue/Stats_Suite/correlation_regression_calculator.html.

ПОКАЗНИКИ РІВНЯ ГЛЮКОЗИ НАТЩЕ ТА ТОЛЕРАНТНОСТІ ДО ГЛЮКОЗИ В СКРИНІНГУ ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ ТА ПРЕДІАБЕТУ

Мірзазаде В. А., Алієва А. З., Султанова С. С., Гусейнова Н. Н.

Резюме. Метою цього дослідження є розробка нового методу скринінгу – нових показників – передбачуваної глюкози натще (ScrFG) та індексу тесту толерантності до глюкози натще (ScrGGT) на основі анамнестичних та антропометричних даних кожного обстежуваного з використанням запитань із різноманітних анкет, які використовують у світі для раннього виявлення діабету та предіабету.

Об'єкт і методи дослідження. Під час нашого дослідження було отримано дані 182 осіб і результати лабораторних досліджень. 46 осіб віком 20-79 років були чоловіками і 136 жінками. Усі вони були обстежені з використанням анкет для діабету, антропометрії та визначення артеріального тиску. HbA1C досліджували за допомогою SDA1c Care (SD biosensor, Корея). Після глюкози натще і навантаження глюкозою 75 г рівень глюкози у венозній плазмі визначали за допомогою Precision PCx Medi Sense (Abbott, США). Кожній людині було проведено двогодинний тест на толерантність до глюкози.

Індекси ScrFG і ScrGGT розраховували методом множинної лінійної регресії. У кожного пацієнта було вивчено 288 симптомів, і дев'ять інформативних симптомів було відібрано та включено в анкету. Як інформативні показники використовували вік, окружність талії, індекс маси тіла, систолічний і діастолічний артеріальний тиск, артеріальну гіпертензію в анамнезі, гестаційний цукровий діабет в анамнезі, цукровий діабет у родича 1-го ступеня спорідненості, фізичну активність. Для порівняння категоріальних змінних застосовували тести хі-квадрат. Якісні характеристики діагностичного тесту, такі як чутливість, специфічність, позитивна прогностична цінність, негативна прогностична цінність, загальна діагностична точність та індекс Юдена, використовували для оцінювання точки відсікання для індексів ScrFG і ScrGGT.

Результати. Статистично значима кореляція між реальним рівнем глюкози натщесерце та показником ScrFG, отриманим унаслідок лабораторного обстеження, була отримана в обох групах (дослідна група; $r=0,52$; $p<0,001$) (група контролю; $r=0,41$; $p<0,001$). Аналогічно, статистично значима кореляція ($p<0,001$ у всіх випадках) спостерігалася між реальним рівнем HbA1c і ScrHbA1 у групі дослідження ($n=91$; $r=0,5462$), а також у контрольній групі ($n=91$; $r=0,51$) відповідно. Значення показників ScrFG і ScrGGT у групі дослідження і в контрольній групі були достовірно вищими ($p<0,001$ в обох випадках) в осіб із порушенням метаболізму глюкози (діабет + предіабет), ніж в осіб без нормального метаболізму глюкози. Значення індексів ScrFG і ScrGGT достовірно не відрізнялися, коли порівнювали осіб із нормальним метаболізмом глюкози (або порушеним метаболізмом глюкози) у досліджуваній групі та в контрольній групі ($p<0,05$).

Висновки. Значення запропонованих нами нових показників корелювали з реальними показниками глікемії натще та реальними результатами тесту толерантності до глюкози. Використання для ScrFG порогового значення 125 мг/дл дало змогу виявити 100% хворих на ЦД, 67,4% на предіабет і 83% осіб із нормальним вуглеводним обміном, а для ScrGGT порогового значення 145 мг/дл дає змогу виявити 100% хворих на цукровий діабет, 67,4% випадків предіабету і потребує обстеження 15% осіб без порушень вуглеводного обміну. Нові показники індексів глікемії натще та тесту толерантності до глюкози будуть представлені у вигляді електронного калькулятора.

Ключові слова: розрахункове значення для скринінгу індексів глюкози натще та тесту толерантності до глюкози, предіабет, цукровий діабет, анкети, скринінг.

FASTING GLUCOSE AND GLUCOSE TOLERANCE TEST INDEXES IN SCREENING OF DIABETES AND PREDIABETES

Mirzazade V. A., Aliyeva A. Z., Sultanova S. S., Guseynova N. N.

Abstract. The aim of this study is to develop a new screening method – new indicators – estimated fasting glucose (ScrFG) and fasting glucose tolerance test index (ScrGGT) based on the anamnestic and anthropometric data of each examined person using questions from various questionnaires used in the world for early detection of diabetes and prediabetes.

Object and research methods. In the course of our research, 182 people's data and laboratory test results were obtained. 46 of the persons aged 20-79 were men and 136 were women. All of them examined by using questionnaires for diabetes, anthropometry, and blood pressure determination The HbA1C examined by the SDA1c Care (SD biosensor, Korea). After fasting glucose and 75g glucose loading, venous plasma glucose level was determined by Precision PCx Medi Sense (Abbott, USA). Each individual was given a two-hour glucose tolerance test.

ScrFG and ScrGGT indexes were calculated by multiple linear regression method. 288 symptoms were studied in each patient and nine informative symptoms were selected and included in the questionnaire. Age, waist circumference, body mass index, systolic and diastolic blood pressure arterial hypertension in the anamnesis, gestational diabetes in the anamnesis, diabetes in the 1st degree relative, physical activity were more informative

were used as informative indicators. Chi-square tests were applied to compare categorical variables. Qualitative features of the diagnostic test such as sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value, overall diagnostic accuracy, and Youden's index were used to estimate the cutoff point for ScrFG and ScrGGT indices.

Results. A statistically significant correlation between real fasting glucose and ScrFG index obtained as a result of laboratory examination was obtained in both groups (training group; $r=0.52$; $p<0.001$) (control group; $r=0.41$; $p<0.001$). Similarly, there was statistically significant correlation ($p<0.001$ in all cases) between the real HbA1c and ScrHbA1 in training group ($n=91$; $r=0.5462$), as in control group also ($n=91$; $r=0.51$) consequently. The ScrFG and ScrGGT indexes values in the training group and in the control group were significantly higher ($p<0.001$ in both cases) in individuals with impaired glucose metabolism (Diabetes + Prediabetes) than in individuals without normal glucose metabolism. The values of the ScrFG and Scr GGT indexes did not significantly differ when comparing individuals with normal glucose metabolism (or impaired glucose metabolism) in training group and in control group ($p<0.05$).

Conclusions. The values of the new indicators we proposed were correlated with real fasting glucose and real glucose tolerance test results. The use of a cut-off point for ScrFG – 125 mg/dl allowed to detect 100% of DM patients, 67.4% of prediabetes, and 83% of individuals with normal carbohydrate metabolism and for ScrGGT cut-off point 145 mg/dl allows to identify 100% of patients with diabetes mellitus, 67.4% of prediabetes cases and requires examination of 15% persons without carbohydrate metabolism disorders. New indicators of fasting glucose and glucose tolerance test indices will be presented in the form of an electronic calculator.

Key words: estimated value for screening fasting glucose and glucose tolerance test indexes, prediabetes, diabetes mellitus, questionnaires, screening.

ORCID and contributionship / ORCID автора та його внесок до статті:

Mirzazade V. A.: <https://orcid.org/0000-0003-3477-0882> ^{CEF}

Aliyeva A. Z.: <https://orcid.org/0000-0002-8764-3628> ^{ABD}

Sultanova S. S.: <http://orcid.org/0000-0001-6497-8129> ^{CE}

Guseynova N. N.: <https://orcid.org/0000-0002-6393-3807> ^E

Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

The Authors declare no conflict of interest / Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Aliyeva Aygun Zalimkhan kizi / Алієва Айгюн Залимхан кизи

Azerbaijan State Advanced Training Institute for Doctors named after A.Aliyev / Азербайджанський державний інститут удосконалення лікарів ім. А.Алієва

Azerbaijan, AZ1012, Baku, 3165 Tbilisi Avenue / Адреса: Азербайджан, AZ1012, м. Баку, Тбіліський проспект 3165

Tel: +994557621780 / Тел.: +994557621780

E-mail: Statya2021@mail.ru

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Received 27.10.2024 / Стаття надійшла 27.10.2024 року

Accepted 03.03.2025 / Стаття прийнята до друку 03.03.2025 року

DOI 10.29254/2077-4214-2025-1-176-251-260

UDC 615.24:612.172-074:616.127-092.9:599.323.4

Mukvych V. V., Severynovska O. V.

CAFFEINE EFFECT ON ECHOCARDIOGRAPHY PARAMETERS IN RATS WITH DOXORUBICIN-INDUCED CARDIOMYOPATHYS

Oles Honchar Dnipro National University (Dnipro city, Ukraine)

mukvichv@ukr.net

Cancer remains one of the leading causes of death worldwide and in Ukraine, second only to cardiovascular disease. By 2025, the number of new cases of cancer may increase by 77%, translating to over 35 million diagnosed cases per year. Doxorubicin is a key chemotherapeutic agent used to treat various types of cancer. Its mechanism of action involves intercalating into DNA, inhibiting topoisomerase II, and inducing oxidative stress in tumor cells. However, one of the most promising areas of research is the study of the caffeine effect on the cardiovascular system in the context of doxorubicin-induced cardiomyopathy (DICM). The aim of the study is to investigate the caffeine effect on echocardiographic parameters in an experimental model of doxorubicin-induced cardiomyopathy in female rats to explore its potential cardioprotective effect and its role in regulating the autonomic nervous system. The study involved 36 white sexually mature female rats, which were randomly divided into three groups (12 animals per group): Group I – control group of female rats receiving saline (1 mg/kg) via gastric gavage, Group II – group of female rats treated with 1 mg/kg of doxorubicin via gastric gavage, Group III – group of female rats treated with caffeine (25