QONDAGI GLYUKOZA DARAJASINI ANIQLASHDA KO‘RSATKICHLAR ANIQLIGI VA O‘LCHOV XATOLIKLARINI KELTIRIB CHIQARADIGAN OMILLAR

Turapov Ulug’bek Urazkulovich,
Ravshanov Shahzod Alisher o’g’li
Jizzax Politexnika instituti

Received: 24.10.2025
Revised: 25.10.2025
Accepted: 26.10.2025

Har qanday analitik tibbiy asbob-uskunalar singari, glyukozani uzluksiz monitoringi qurilmasiga qo‘yiladigan barcha talablardan eng muhimi ko‘rsatkichlarning aniqligidir. Va bu nafaqat o‘lchovlarni doimiy ravishda olib boradigan mustaqil qurilmadan yopiq kontur printsipi bo‘yicha tashkil etilgan sun'iy oshqozon osti beziga o‘tish istiqbollari, balki shifokorlar va bemorlar uchun ko‘rsatmalarning ishonchliligini tasdiqlash zarurati bilan ham bog‘liq. Xalqaro standartlashtirish tashkiloti (ISO 15197:2013) ishlab chiqqan mezonlarga muvofiq, agar qondagi glyukoza kontsentratsiyasini aniqlashda glyukoza konsentratsiyasining haqiqiy qiymati <4,2 mmol/l bo‘lganda, uning xatoligi 0,63 mmol/l gacha qiymat ichida bo‘lsa, sensor aniqligi normal hisoblanadi. Glyukoza kontsentratsiyasinining <4,2 mmol/l qiymatlarida maksimal ruxsat etilgan xatolik 15% ni tashkil qiladi [3]. Biroq, bu standartlar faqat glyukometr(GUM)larga nisbatan qo‘llaniladi. GUM qurilmalari uchun metrologik aniqlik standartlari tasdiqlanmagan [4]. Shu bilan birga, ROST05-A me'yoriy hujjati (Klinik va laboratoriya standartlari instituti Diabetik texnologiya jamiyati bilan hamkorlikda tayyorlangan) ishlab chiqilgan bo‘lib, unda o‘lchov aniqligining ba'zi nazorat ko‘rsatkichlari, shuningdek, GUMda to‘qimalararo suyuqlikdagi glyukoza uchun tasdiqlangan standartlar mavjud [5]. GUM aniqligini baholashning ko‘pgina usullari GUM qurilmasining ish faoliyatini chiziqli regressiya tahlili usullaridan foydalangan holda tegishli sonli qiymatlari bilan taqqoslash, turli klinik ahamiyatga ega zonalar yordamida o‘rtacha kvadratik og‘ishlarning qoldiq yig‘indisi va o‘rtacha absolyut og‘ish xatolarini tahlil qilingan [8,9].

Shu bilan birgalikda, tibbiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, qurilmaning o‘lchovlari 20% xatolikga ega bo‘lsa, uy sharoitida diabet terapiyasi jarayoniga salbiy ta'sir ko‘rsatmaydi. Agar xatolik tahlil natijalarining 20% dan ortiq bo‘lsa, qurilma yoki va test chiziqlari (ishdan chiqqan yoki eskirganligiga qarab) zudlik bilan o‘zgartirilishi kerak [30].

Sensorning to‘g‘riligini baholash uchun qo‘llanma sifatida, Klarkning fikriga ko‘ra, GUM va klinik analizator o‘lchovlari o‘rtasidagi nisbiy farqlarni ifodalovchi turli xil klinik ahamiyatga ega zonalar yordamida xato tahlilidan foydalanish afzalroqdir (ikkinchisi "haqiqiy" glikemiya sifatida qabul qilinadi) [11].

O‘lchov xatolarini keltirib chiqaradigan omillar. GUM qurilmasining har bir komponenti o‘lchash xatosining potentsial manbai hisoblanadi. Eng muhim xatolar asosan kalibrlash jarayoni va glyukoza sensorlarining aniqligi (shu jumladan, selektivlik) bilan bog‘liq.

Kalibrlash glyukozani aniqlashda birlamchi ma'lumotlarni (masalan, elektr yoki optik signalning intensivligi) foydalanuvchi uchun ma'lumot beruvchi informativ ko‘rsatkichlarga (glyukoza konsentratsiyasi qiymati) aylantirish uchun zarur. GUM qurilmalarini kalibrlash ko‘p hollarda bemor sensor yoki qurilmadan foydalanisfdan oldin amalga oshirilmaydi (glyukometrlarning test chiziqlaridagi kabi).

Kalibrlash tartibi va uning ruxsat etilgan minimal chastotasi glyukozani aniqlash usuliga, sensorning invazivlik darajasiga va boshqalarga bog‘liq holda o‘zgarib turadi. Bundan tashqari, bir marta olingan kalibrlash shablonini bir qator sabablarga ko‘ra GUM qurilmasi (yoki sensori) butun umri davomida ishlatib bo‘lmaydi [12].

Sensor selektivligi. GUM qurilmasining selektivligi uning organizmda aylanib yuradigan metabolitlarning butun spektridan faqat glyukozaga javob berish qobiliyatini anglatadi. Biroq, elektrokimyoviy va optik xususiyatiga ko‘ra D-glyukozaga o‘xshash ko‘plab molekulalar mavjud bo‘lib, bu bizga sensorning selektivligi GUM texnologiyalarini rivojlantirishga asosiy to‘siq sifatida gapirish imkonini beradi.

Nisbatan yaqin kelajakda mukammal GUM qurilmalarini yaratish ehtimoli ancha yuqori ko‘rinadi.

Xulosalar. Ushbu bobda bajarilgan ilmiy-tadqiqot natijasida olingan ilmiy natijalar quyidagilardan iborat:

Sog‘lom insonlar uchun qondagi glyukozaning ko‘rsatkichi 3,3-5,5 mmolG‘l oralig‘ida bo‘lishi, 5,5 mmolG‘l dan ortiq bo‘lishi qandli diabetdan darak berishi, glyukoza ko‘rsatkichining pastroq qiymatlari o‘sma kasalliklarining rivojlanishida uchrashi aniqlandi;

Uzoq vaqt davomida uglevodlarni iste'mol qilish tanadagi shakar miqdorini oshishiga olib kelishi aniqlandi;

Qon tarkibidagi glyukozani aniqlash uchun qo‘llaniladigan qurilmalarning samaradorligi tahlil qilish uchun zarur bo‘lgan qon namunasining hajmi va sifati, test

chizig‘i yoki kartrijning sifati, test natijasining o‘zgaruvchanligi, test chizig‘ida ishlatiladigan ferment kabi omillar bilan xarakterlanishi ma’lum bo‘ldi;

Qonni tarkibidagi glyukozani aniqlash usuliga ko‘ra invaziv glyukometrlarning aksariyati fotometrik va elektrokimyoviy turlatga ajratilishi ko‘rsatildi;

Invaziv glyukometrlarning aksariyatida glyukoza darajasini aniqlash test chizig‘idagi reagent bilan qondagi glyukoza o‘zaro ta'sirlashganda yuzaga keladigan tok oqimning o‘zgarishini o‘lchashga asoslanganligi ma’lum bo‘ldi. Bunda fotometrik glyukometrlar test chizig‘ini qon bilan bo‘yashga asoslanganligi, elektrokimyoviy glyukometrlarda test chizig‘ida kapillyar mavjud bo‘lib, u barmoq teshilganda kerakli qonni tajriba sinovi uchun olishi aniqlandi.

Hozirgi vaqtda glikemiyani o‘z-o‘zini nazorat qilish uchun ishlatiladigan barcha glyukometrlarning umumiy kamchiliklari yetarli darajada aniqlikdan tashqari, yuqori narx va ularning invazivligidan iborat ekanligi aniqlandi;

Noinvaziv usullar glyukozaning qon va to‘qimalarning fizik xususiyatlariga ta'sirini o‘lchash hamda glyukoza molekulasining funktsional guruhlarini aniqlashga asoslanganligi aniqlandi.

Glyukoza darajasini noinvaziv usullar bilan kuzatish uchun tadqiqot namunasi sifatida qondan tashqari, to‘qima suyuqligi, ko‘z suyuqligi, tupurik, siydik va terdan foydalanish munkinligi ma’lum bo‘ldi.

Qondagi glyukoza darajasini aniqlashning barcha optik usullarining kamchiliklari ko‘rsatildi. Xalqaro standartlashtirish tashkiloti (ISO 15197:2013) ishlab chiqqan mezonlarga muvofiq, agar qondagi glyukoza kontsentratsiyasini aniqlashda glyukoza konsentratsiyasining haqiqiy qiymati <4,2 mmol/l bo‘lganda, uning xatoligi 0,63 mmol/l gacha bo‘lsa, aniqlik normal hisoblanishi ma’lum bo‘ldi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO’YXATI

1. He R., Wei H., Gu H. et al. G‘G‘ J. Biomed. Optics. 2012. V. 17(10). P. 101513-1.

2. Sigel P.H., Lee Y., Pikov V. G‘G‘ 39th Int. Conf. Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz 2014): proceedings. 2014. T2G‘D-8. http:G‘G‘www.irm_mw_thz2014.orgG‘sitesG‘defaultG‘filesG‘T2_D_8.10_Siegel. pdf

3. Sun C.K., Tsai Y.F., Chen H. G‘G‘ United States Patent Application Publication. US 2013G‘0289370 A1. 2013. http://www.faqs.org/patents/app/2013 0289370#ixzz 3HQzAOszh

4. ISO 15197:2013. In vitro diagnostic test systems -- Requirements for blood-glucose monitoring systems for self-testing in managing diabetes mellitus. 2013:46.

5. Clarke WL, Kovatchev B. Continuous Glucose Sensors: Continuing Questions about Clinical Accuracy. J Diabetes Sci Technol. 2007;1(5):669-675. doi: 10.1177G‘193229680700100510.

6. D'Archangelo MJ. New guideline supports the development and evaluation of continuous interstitial glucose monitoring devices. J Diabetes Sci Technol. 2008;2(2):332-334. Pmc2771489.

7. Kovatchev BP, Gonder-Frederick LA, Cox DJ, Clarke WL. Evaluating the accuracy of continuous glucose-monitoring sensors: continuous glucose-error grid analysis illustrated by TheraSense Freestyle Navigator data. Diabetes Care. 2004;27(8):1922-1928.

8. Clarke WL, Cox D, Gonder-Frederick LA, et al. Evaluating clinical accuracy of systems for self-monitoring of blood glucose. Diabetes Care. 1987;10(5):622-628. doi: 10.2337G'diacare.10.5.622.

9. Oliver NS, Toumazou C, Cass AE, Johnston DG. Glucose sensors: a review of current and emerging technology. Diabet Med. 2009;26(3):197-210. doi: 10.1111G'j.1464-5491.2008.02642.x.

10. Kovatchev BP, Gonder-Frederick LA, Cox DJ, Clarke WL. Evaluating the accuracy of continuous glucose-monitoring sensors: continuous glucose-error grid analysis illustrated by TheraSense Freestyle Navigator data. Diabetes Care. 2004;27(8):1922-1928.

11. Dialekar.ru - vse pro lechenie diabeta. Sravnenie glyukometrov po tochnosti [Elektronno'y resurs]: portal. -Rejim dostupa: http://dialekar.ru/252-sravnenie-glyukometrov-po-tochnosti-rekomenduyu-modeli-dlya-raznyh-tipov-lyudey.html

12. Clarke WL, Cox D, Gonder-Frederick LA, et al. Evaluating clinical accuracy of systems for self-monitoring of blood glucose. Diabetes Care. 1987;10(5):622-628. doi: 10.2337G'diacare.10.5.622.

13. Onuki Y, Bhardwaj U, Papadimitrakopoulos F, Burgess DJ. A review of the biocompatibility of implantable devices: current challenges to overcome foreign body response. J Diabetes Sci Technol. 2008;2(6):1003-1015.

14. H.M. Heise, R. Marbach, G. Janatsch, J.D. Kruse-Jarres, Determination of Glucose in Whole Blood Attenuated Total Reflection Infrared Spectroscopy,‖ Anal. Chem. 1989: 61, 2009-2015.

15. Portnov F.G. Elektropunkturnaya refleksoterapiya. - Riga: Zinatne, 1987. –352 s.