



Današnji glukometri imaju mogućnost prebacivanja rezultata mjerenja ŠUK-a u računalo, a opremljeni su i programima koji omogućuju analizu prebačenih podataka. Izvještaji koje na taj način dobijemo sadrže podatke o broju mjerenja, prosječnu vrijednost mjerenja i standardnu devijaciju. U ovom članku objašnjavamo što je standardna devijacija i što ona govori o kvaliteti naše regulacije dijabetesa.

Standardna devijacija kao procjena regulacije dijabetesa

Danijela Barić i Vedran Krčadinac

Koliko smo dobro regulirani?

Pretraga kojom se ocjenjuje kvaliteta regulacije dijabetesa je HbA1c, glikozilirani hemoglobin. Rezultat je usporediv s prosječnom razinom koncentracije šećera u krvi (ŠUK) u posljednja dva do tri mjeseca, npr. prema sljedećoj tablici preuzetoj iz [3].

HbA1c (%)	ŠUK (mmol/l)
5	5.4
6	7.0
7	8.6
8	10.2
9	11.8
10	13.4
11	14.9
12	16.5

Niže vrijednosti HbA1c odgovaraju nižem prosjeku šećera i boljoj regulaciji dijabetesa. Današnji glukometri pamte više stotina mjerenja i direktno računaju tjedne ili mjesečne prosjeke. Za izmjerene šećere u pravilu također vrijedi da niži prosjek odgovara boljoj regulaciji. Međutim, moguće je imati stabilne ili manje stabilne šećere, a da pritom prosjek bude isti! Pogledajmo

naprimjer sljedeći izmišljeni niz vrijednosti ŠUK-a:

5, 7, 5, 7, 5, 7, 5, 7, 5, 7.

Prosječnu vrijednost dobijemo računanjem aritmetičke sredine, tj. tako da zbrojimo sve članove niza i podijelimo s brojem

koliko ih ima. Na isti način računali smo prosjek ocjena u školi! Za gornji niz prosjek je $60/10 = 6.0$ i on predstavlja gotovo idealnu regulaciju šećera, kod koje nikada ne izlazimo izvan preporučenih granica. Pogledajmo sljedeći niz ŠUK-ova, kod kojeg smo stalno u hipoglikemiji ili hiperglikemiji:

2, 10, 2, 10, 2, 10, 2, 10, 2, 10.

Prosječna vrijednost je također 6.0, ali niz predstavlja znatno lošiju regulaciju od prvog niza. Razlika je u tome što prvi niz manje odstupa od prosječne vrijednosti nego drugi. *Standardna devijacija* (SD) je način da ocijenimo odstupanje od prosjeka.

Za pojedine članove niza odstupanje dobivamo oduzimanjem prosječne vrijednosti 6.0. Tako od prvog niza oduzimanjem prosjeka dobivamo novi niz

-1, 1, -1, 1, -1, 1, -1, 1, -1, 1,

a od drugog niza dobivamo niz

-4, 4, -4, 4, -4, 4, -4, 4, -4, 4.

Aritmetička sredina obaju novih nizova je nula. Razlog je što početni nizovi poprimaju vrijednosti iznad ili ispod prosjeka, a članovi novih nizova su u jednakoj mjeri veći ili manji od nule. Zato ćemo umjesto aritmetičke sredine izračunati takozvanu kvadratnu sredinu. Članove novih nizova najprije kvadriramo, tj. pomnožimo same sa sobom:

1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,

16, 16, 16, 16, 16, 16, 16, 16, 16, 16.

Sada su svi članovi nizova veći od nule. Zbrojimo ih, podijelimo s brojem članova i na kraju napravimo operaciju inverznu

kvadriranju. ti. izračunamo kvadratni korijen. Za prvi niz dobivamo $\sqrt{10/10} = \sqrt{1} = 1$, a za drugi niz $\sqrt{160/10} = \sqrt{16} = 4$. To nam govori da drugi niz četiri puta više odstupa od srednje vrijednosti nego prvi niz.

Primjer iz stvarnog života

Pogledajmo sada primjer deset mjerenja prepisanih iz glukometra jednog od autora ovog članka:

6.1, 4.8, 6.1, 3.3, 10.2, 5.9, 4.0, 9.3, 6.7, 6.1.

Prosječna vrijednost ovih brojeva je 6.25. Oduzmemo li je od niza mjerenja dobit ćemo niz

-0.15, -1.45, -0.15, -2.95, 3.95, -0.35, -2.25, 3.05, 0.45, -0.15.

Kao i ranije, aritmetička sredina ovih brojeva je nula. Računamo kvadratnu sredinu tako da ih kvadriramo:
0.0225, 2.1025, 0.0225, 8.7025, 15.6025, 0.1225, 5.0625, 9.3025, 0.0225, 0.0225,

zbrojimo (41.165), podijelimo s deset (4.1165) i na kraju korjenujemo. Rezultat zaokružen na dvije decimale je 2.03. Standardnu devijaciju možemo dobiti tako da početne brojeve prepisemo u Excel tablicu i primijenimo funkciju STDEV.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	6.1	4.8	6.1	3.3	10.2	5.9	4	9.3	6.7	6.1	2.138665	
2												

Vidimo da se u Excelu dobiva nešto viša vrijednost SD (oko 2.14) u odnosu na ranije izračunatu vrijednost (2.03). Standardna devijacija niza brojeva zapravo se ne računa kao kvadratna sredina – nakon kvadriranja i zbrajanja trebali bismo dijeliti s brojem koji je za jedan manji od duljine niza, u našem slučaju s devet umjesto s deset. Sve ostalo računa se točno kao što smo opisali; SD našeg niza od deset mjerenja je $\sqrt{41.165/9} = \sqrt{4.57} = 2.14$. Umanjivanje broja s kojim dijelimo je takozvana *Besselova korekcija* i služi tome da izračunata vrijednost bude *nepristrani procjenitelj* standardne devijacije ŠUK-a. Čitatelje s jačom probavom za matematiku i statistiku upućujemo na članak u Wikipediji [4].

U praksi deset mjerenja nije dovoljno za ocjenu regulacije dijabetesa. Trebali bismo računati standardnu devijaciju većeg uzorka mjerenja. To je najlakše napraviti tako da podatke iz glukometra prebacimo na računalo i koristimo softver dobiven s kabelom za povezivanje. Programi koje nude proizvođači glukometara obično imaju razne vrste izvještaja koji uključuju standardnu devijaciju. U prošlim mjesec dana spomenuti autor mjerio je šećer 173 puta, prosjek tih mjerenja je 5.87 mmol/l, a standardna devijacija je 1.84. U posljednjih godinu dana broj mjerenja je 2225, prosjek je 6.03 mmol/l, a SD je 1.92.

Kolika treba biti standardna devijacija ŠUK-a?

Prema [2], regulacija dijabetesa je idealna ako standardna devijacija pomnožena s 3 daje broj manji od prosječne vrijednosti ŠUK-a, no prihvatljivo je i kada SD pomnožena s 2 rezultira brojem koji je još uvijek manji od prosjeka. Gornji primjer od 2225 mjerenja tijekom cijele godine zadovoljava stroži uvjet, što je manje od godišnjeg prosjeka 6.03 mmol/l. Međutim, dijabetičari s tipom 1 ne mogu uvijek ostvariti tako dobar rezultat [2].

Zašto je uopće važno imati dovoljno malenu standardnu devijaciju? Očito je da manja SD odgovara manjim razlikama između rezultata pojedinačnih mjerenja, odnosno manjoj *varijabilnosti šećera*.

Drugim riječima, šećeri su nam stabilniji i kreću se unutar manjeg intervala vrijednosti, odnosno manje skaču i padaju.

Kakav to utjecaj ima na naše zdravlje? Jasno je da nam je svakodnevica s dijabetesom lakša što su nam šećeri stabilniji i predvidljiviji. Međutim, znanstvenici su nedavno došli do zaključka da prevelika odstupanja od prosjeka dodatno doprinose bržem razvoju dugotrajnih komplikacija dijabetesa jer u većoj mjeri oštećuju i male i velike krvne žile [1].

Smisao “dobre” SD gubi se kada je prosječna vrijednost ŠUK-a previsoka ili preniska. Zamislimo niz od 10 mjerenja:

11.6, 13.8, 11.9, 9.3, 16.9, 14.4, 17.8, 7.4, 19.3, 10.4.

Prosječna vrijednost ŠUK-a je 13.28 mmol/l i nitko ne bi bio zadovoljan takvim brojkama u svojem glukometru! Međutim, SD ovdje iznosi 3.87, što je po kriteriju iz [2] idealno ($3.87 \times 3 = 11.61 < 13.28$). U obrnutoj situaciji, kada je prosječni ŠUK prenizak, naizgled poželjna vrijednost SD može skrivati brojne hipoglikemije. Osim toga, standardna devijacija ovisi o učestalosti i o navikama mjerenja šećera, tj. o “gustoći” uzorka. Ako npr. šećer mjerimo samo prije doručka, za očekivati je da će SD biti niža nego pri češćem mjerenju jer će nam promaknuti skokovi i padovi koji se događaju tijekom dana.

Određivanje udjela HbA1c i dalje je najvažniji način praćenja regulacije dijabetesa. HbA1c daje pouzdanu procjenu vrijednosti glikemija u posljednja 2-3 mjeseca, neovisno o tome koliko smo često mjerili šećer. Međutim, praćenje vrijednosti standardne devijacije ŠUK-a omogućuje nam detaljniji uvid u kvalitetu regulacije te pruža dodatnu informaciju o stabilnosti šećera u krvi.

Literatura:

1. I.B. Hirsch i M. Brownlee, *Should minimal blood glucose variability become the gold standard of glycemic control?*, *Journal of Diabetes and Its Complications* 19 (2005), 178-181.
2. I.B. Hirsch i C.G. Parkin, *Is A1c the best measure of glycemic control?*, *US Endocrine Review*, 2005. <http://www.touchbriefings.com/pdf/1479/Hirsch.pdf>
3. D.M. Nathan i dr., *Translating the A1C assay into estimated average glucose values*, *Diabetes Care* 31 (2008), 1473-1478.
4. Wikipedia, *Bessel's correction*. http://en.wikipedia.org/wiki/Bessel's_correction (veljača 2012.).