

Faktory ovplyvňujúce urgentnú návštevu zdravotníckeho zariadenia pre dekompenzáciu DIABETU

Dana Kozáková¹

január 2024

Abstrakt: Cieľom práce je zanalyzovať dostupné faktory pri manažmente diabetu typu 1, ktoré môžu ovplyvniť urgentnú návštevu zdravotníckeho zariadenia, resp. využitie záchrannej zdravotnej služby z dôvodu ťažkej hypoglykémie alebo diabetickej ketoacidózy (DKA). Tieto stavy sú neželané z rôznych uhlov. Pre jednotlivcov predstavujú zhoršenie zdravotného stavu, pre zdravotníctvo taktiež zhoršenie zdravia pacienta, no aj neočakávanú zvýšenú starostlivosť a pre ekonómov zvýšené náklady na zdravotnú starostlivosť. Možné faktory týchto javov sú spôsobe manažmente diabetu, resp. v pridružených ochoreniach. V tej prvej oblasti je veľké množstvo faktorov, ktoré som sa rozhodla preskúmať z verejne dostupných dát (JCHR, 2022).

Kľúčové slová: diabetes, DKA, dekompenzácia diabetu, PROBIT, lineárny model.

JEL klasifikácia: C51, C52, I11, I12

1 Úvod

Vybrala som si tému diabetu, lebo sa jej „bohužiaľ“ venujem už vyše 15 rokov. Z osobného hľadiska ma zaujíma, ako možno zlepšiť kompenzáciu diabetu a zároveň žiť čo najnormálnejší život. Preto som hľadala dáta, na ktorých by som mohla skúmať faktory kompenzácie. Tu som však narazila na niekoľko limitov: Nie je vždy úplne exaktné, čo je lepšia kompenzácia. Isté hranice „správnej“ glykémie sú určené. Avšak neplatí tu jednoduchý vzťah čím nižšia glykémia tým lepšie. Druhým faktorom je pomerne veľká komplexnosť rôznych možných nastavení inzulínových dávok. Nemenej dôležitý je podľa mňa postoj, podpora okolia apod. Pri hľadaní dát som našla pomerne rozsiahle dáta týkajúce sa diabetikov v USA. Po ich prelúskaní, čo ponúkajú, som sa rozhodla pokúsiť sa pozrieť na faktory kompenzácie trochu z iného uhla.

Urgentná návšteva zdravotníckeho zariadenia kvôli diabetu predstavuje vždy situáciu, že udržanie glykémie v odporúčaných hladinách zásadne zlyhalo. Nastal jeden z dvoch opačných javov: ťažká hypoglykémia alebo hyperglykémia spojená s ketoacidózou.

¹ Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, obor: Statistika a analýza dat, 568075@mail.muni.cz

Na tieto javy môžeme nazerať aj optikou zdravotných politík. Každá návšteva zdravotníckeho zariadenia znamená spotrebovanie istých služieb a tým automaticky vznikajú náklady. Cieľom zdravotnej politiky by malo byť zabezpečiť čo najlepšiu zdravotnú starostlivosť (a tým čo najlepšiu kvalitu života ľudí) pri čo najnižších nákladoch. V tomto minivýskume sa teda zameriam na to, ktoré faktory sú determinantmi pre odvrátiteľné návštevy a hospitalizácie v zdravotníckych zariadeniach z dôvodu dekompenzácie diabetu typu 1.

2 Dáta

Dáta sú získané z databázy T1D Exchange, ktorá je dostupná cez JCHR (2022). Tieto dáta predstavujú zistenia o 2454 diabetikoch z USA v roku 2016. Údaje boli získané prostredníctvom dotazníka, teda obsahujú najmä nemedicínske údaje. Týkajú sa bežného života diabetika a jeho postojov. V prípade nepľnoletých diabetikov vyplňali dotazník rodičia za svoje dieťa. V datasete je viac ako 200 premenných, z nich som vybrala iba relevantné pre cieľ výskumu. Všetky preskúmané premenné sú dostupné v gretl súbore. Týkajú sa oblastí:

- demografické údaje
- spôsob podávania inzulínu
- pridružené ochorenia a liečba
- manažment diabetu v škole
- náklady na manažment diabetu, poistenie
- postoj k ochoreniu a jeho manažmentu, zvládanie činností

3 Overovanie dát

Vzhľadom na charakter a množstvo dát som sa rozhodla overiť faktory návštevy postupne prostredníctvom LOGIT modelu.

3.1 Overenie vplyvu demografických premenných

Vplyv veku, trvania diabetu a roku zistenia diabetu na urgentnú návštevu zdravotníckeho zariadenia sa nepotvrdil. Pri skúmaní vplyvu veku a rasy / etnicity som zistila nejaké významné p-hodnoty. V súbore boli použité tri možnosti pre pohlavie. Okrem muža a ženy, taktiež možnosť transgender (kódované ako Sex = 2). Vzhľadom na početnosť tejto skupiny (1), je pre ďalšie skúmanie nerelevantná. Početnosť 7 rôznych rás a etníc bola rôzna. Najpočetnejšiu nehispánsku som použila ako referenčnú. Porovnávaním rôznych modelov som dospela k východiskovému LOGIT modelu, ktorý zhrňa významné demografické faktory.

Tabuľka 1 Základný LOGIT model

LOGIT model	početnosť (N = 2454)	p-hodnota	koeficient / slope	exp(koeficient)	vplyv
konštanta		1,25E-130	-2,752		
rasa 3 (Black / African American)	74	5,15E-06	0,139	1,149	14,9%
rasa 4 (Hispanic / Latino)	134	0,0148	0,052	1,054	5,4%
pohlavie (muž)	1034	0,0759	-0,017	0,983	-1,7%

V tomto prvom modeli vidíme, že významný vplyv má príslušnosť k afro-americkej, či hispánskej rase. Avšak myslím si, že samotný etnický pôvod nespôsobuje zhoršenie zdravotného stavu pri diabete. Predpokladám, že sú tu iné faktory súvisiace s týmito menšinami, ktoré sú priamou príčinou urgentných návštev.

3.2 Podávanie inzulínu a manažment glykémie

V súčasnosti sa pri manažmente diabetu typu 1 používajú na podávanie inzulínu inzulínové perá alebo čoraz častejšie využívané inzulínové pumpy. Preverila som viacero premenných: okrem základných z výskumu aj vhodné krížové členy – napr. používanie CGM pri perách, pravidelné meranie glukometrom, meranie glukometrom pri perách apod. Významné sa ukázali len podávanie inzulínu pumpou a využívanie CGM (kontinuálny monitoring).

3.3 Náklady na zdravotnú starostlivosť

Ďalšími dôležitými parametrami sú výdavky na zdravotnú starostlivosť vrátane výdavkov na poistenie a otázky, či zdravotné poistenie pokrýva všetky výdavky spojené s diabetom. Tu sa potvrdil významný vplyv *výdavkov na zdravotnú starostlivosť*. Ale zároveň sa stali nevýznamné predchádzajúce premenné – hispánska rasa a kontinuálny monitoring. Preto som ich v ďalšom skúmaní vypustila, keďže predpokladám, že novozavedená premenná lepšie vystihuje vplyv.

3.4 Dostupná starostlivosť

Najmä pre školopovinné deti je dôležité, aby mali v prípade potreby k dispozícii zdravotného asistenta, či inú zaškolenú osobu, ktorá im pomáha odhadovať sacharidové jednotky v jedle, skontroluje podávanie bolusov k jedlu, či koriguje výkyvy glykémie. V rámci datasetu bolo zisťovaných niekoľko základných parametrov týkajúcich sa školskej dochádzky, ale aj, či je v škole určená osoba na asistenciu pri manažmente diabetu, či má dieťa v škole uložený glukagón na prvú pomoc pri hypoglykémii apod. Do modelu som po preskúmaní zaradila iba významné parametre: jeden predstavuje premennú vyjadrujúcu, že diadiet'a má v škole akúkoľvek osobu k dispozícii pre manažment diabetu. Druhá premenná *dostupná pomoc* vyjadruje, že diabetik má pri sebe vždy osobu, ktorá by mu pomohla v prípade vážnej hypoglykémie.

3.5 Iné zdravotné komplikácie

Je celkom očakávané, že ďalšie pridružené ochorenia okrem diabetu môžu zhoršiť jeho kompenzáciu. Spomedzi dostupných parametrov, ktoré boli zisťované iba dopytovaním, nie zo zdravotnej dokumentácie, sa preukázali ako významné parametre kvantifikujúce *počet pádov*, návštevy zdravotníckych zariadení kvôli iným komplikáciám ako diabetes, či prekonanie ťažkej hypoglykémie za posledné obdobie, ako aj prítomnosť postihnutia končatín.

3.6 Vzdelanie a povolanie

Pri diabete zohráva veľkú úlohu porozumenie toho, ako funguje spracovanie sacharidov v tele, ako pôsobí inzulín, stres a ďalšie hormóny, pohyb, ale najmä ako reaguje konkrétny diabetik na všetky tieto faktory. Dotazník predložený respondentom neskúmal v podstate žiadne takéto vedomosti, na ktoré sa v edukácii kladie dôraz. Nepriamo to môžeme skúmať cez vzdelanie a povolanie. Pri overovaní ich vplyvu sa potvrdila významnosť *vzdelania* s negatívnym koeficientom a významnosť *povolania*, kde je zahrnutý status „nezamestnaný, invalidní, na rodičovskej dovolenke“ apod.

3.7 Odhadnutý model a jeho interpretácia

Celý model teda zahŕňa len významné regresné koeficienty a úrovňovú konštantu. Vybrala som si LOGIT model, ktorý nepredpokladá normalitu rozdelenia náhodných chýb.

Tabuľka 2 Výsledný LOGIT model

LOGIT model	početnosť (N = 2454)	p-hodnota	koeficient / slope	exp(koeficient)	vplyv
konštant		1,50E-07	-2,064		
rasa 3 (Black / African American)	74	0,0133	0,049	1,050	5,0%
pohlavie (muž)	1034	0,012	-0,018	0,982	-1,8%
podávanie inzulínu (pumpa)	1740	0,0453	-0,016	0,984	-1,6%
úroveň vzdelania	ordinálna	2,48E-05	-0,005	0,995	-0,5%
nezamestnaný	206	0,0014	0,041	1,041	4,1%
výdavky na zdravotnú starostlivosť	ordinálna	0,0100	-0,005	0,995	-0,5%
určená osoba v škole	512	3,24E-06	-0,082	0,921	-7,9%
dostupná pomoc	175	0,0019	-0,013	0,988	-1,2%
počet pádov	kardinálna	2,29E-05	0,017	1,018	1,8%
postihnutie končatín	ordinálna	0,0155	0,014	1,014	1,4%
návštevy z iného dôvodu	194	1,42E-06	0,022	1,022	2,2%
ťažká hypoglykémia	345	0,0006	0,003	1,003	0,3%

Z výsledného modelu mi vyšli tieto faktory, ktoré znižujú pravdepodobnosť urgentnej návštevy zdravotníckeho zariadenia:

- **pohlavie:** muži majú o 1,8% nižšiu pravdepodobnosť. Tento parameter zrejme súvisí s ochotou kontaktovať lekára v prípade zdravotných problémov
- **inzulínová pumpa:** podávanie inzulínu pumpou oproti perám znižuje pravdepodobnosť urgentnej návštevy zariadenia o 1,6%
- **úroveň vzdelania:** v datasete je použitých až 15 stupňov vzdelania. V propozíciách je uvedené, že v prípade diabetika dieťaťa je v tomto poli uvedené vzdelanie rodiča. Z modelu vyplýva, že každým stupňom vzdelania klesá pravdepodobnosť urgentnej návštevy o približne 0,5%. Priložené propozície však nekorešpondujú s odpoveďami, kde je ako najvyššie ukončené vzdelanie „v domácnosti“ uvedené aj nižšie (predškolské, nižšie školské apod.) Tu teda narážame na kvalitu dát. Pri dotazníkových dátach je reliabilita vždy otázna.
- **výdavky na zdravotnú starostlivosť:** Táto ordinálna premenná predstavuje interval výšky výdavkov vrátane zdravotného poistenia. Z modelu vyplýva, že zvýšením výdavkov o približne 250 dolárov klesne pravdepodobnosť urgentnej návštevy o približne 0,5%.

Faktory, ktoré naopak zvyšujú pravdepodobnosť urgentnej návštevy zdravotníckeho zariadenia:

- **čierna / afro-americká rasa:** Tento významný regresor je zrejme „signálny“ a zrejme v sebe zahŕňa iný neznámy parameter.
- **nezamestnaný:** nezamestnaní rodičia, či samotní diabetici významne častejšie navštevujú zdravotnícke zariadenia s dekompenzáciou diabetu ako ľudia pracujúci na plný úväzok
- **určená osoba v škole:** významnosť a hlavne smer tohto faktora je prekvapujúci. Teoreticky znamená, že tie deti, ktoré majú oficiálne určenú osobu pre zvládanie manažmentu diabetu v škole, častejšie urgentne navštevujú zariadenia kvôli dekompenzácií. Toto zistenie je tak trochu aj v rozpore s proklamovanou potrebou zdravotných asistentov v školách, ktorá sa rieši aj v slovenskom prostredí. Zo známych skutočností a smeru koeficientu možno skôr usudzovať, že práve tie dlhodobo dekompenzované deti majú skôr určenú osobu pre zvládanie diabetu než deti, ktoré sú lepšie kompenzované a zvládajú to lepšie samé, resp. s rodičom na telefóne.
- **dostupná pomoc:** aj tento parameter ma prekvapil svojím znamienkom. Vysvetlenie je zrejme podobné ako pri predchádzajúcom. Deti, ktoré sú viac dekompenzované, majú poruke dostupnú pomoc pri hypoglykémii a zároveň častejšie vyhľadajú s rodičmi zdravotnícke zariadenie kvôli problémom.
- **počet pádov, návštevy zariadení z iného dôvodu, postihnutie končatín, ťažká hypoglykémia s bezvedomím** – to všetko sú parametre, ktoré úzko súvisia so zdravotným stavom diabetika v poslednom období a sú pravdepodobným prediktorom urgentných návštev zdravotníckeho zariadenia

3.7.1 Ďalšie parametre modelu

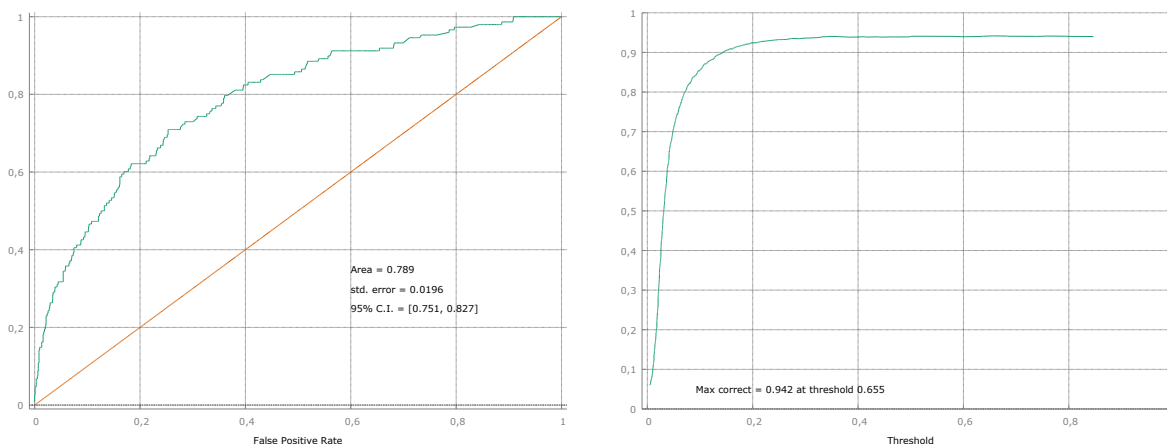
Preskúšala som všetky determinanty pre stanovenú závislú premennú zo získanej databázy + ich vhodné krížové členy. Získaný model obsahuje niekoľko nezávislých premenných. Ich vzájomnú koreláciu som preverila cez VIF hodnoty. Výsledky nenaznačujú problémy s multikolinearitou.

Charakteristiky modelu svedčia o tom, že tieto regresory nevysvetľujú dostatočne variabilitu počtu návštev. Pseudo R^2 má hodnotu len 0,164067. Podiel správne predikovaných hodnôt je pomerne vysoký (až 94,2%). Avšak je to zrejme práve vďaka tomu, že približne toľko je v súbore nulových hodnôt závislej premennej.

Tabuľka 3 Charakteristiky PROBIT modelu

Početnosti		Predpovedané	
		0	1
Skutočné	0	2299	7
	1	136	12

ROC krivka nám vyjadruje nakoľko presný je vytvorený model. Hodnota 0,789, je pomerne „slušná“, ale model samozrejme nie je dokonalý. Krivka sa relatívne rovnomerne dvíha ponad diagonálu, čiže rozlišovacia schopnosť modelu je pomerne dobrá.



Obrázok 1 ROC krivka a hranica pre rozhodovanie

Graf vyjadrujúci vzťah medzi prahom a hranicou pre rozhodovanie ukazuje, že maximálna presnosť (94,2%) je pri prahu 0,655. V ňom vidíme, že presnosť veľmi rýchlo stúpa hneď od začiatku, a potom je takmer lineárna. Čiže bez ohľadu na to, či je prah 0,3 alebo 0,7, je výsledná presnosť takmer rovnaká. To je zrejme spôsobené tým, že závislá premenná nadobúda hodnotu 1 len v približne 6% všetkých prípadoch.

4 Záver

Čo dodať na záver. Mojou ambíciou bolo nájsť prediktory urgentnej návštevy zdravotníckeho zariadenia z dôvodu zhoršenia základného ochorenia u diabetikov 1. typu. Očakávala som, že sa potvrdia prediktory ako využívanie inzulínovej pumpy, či kontinuálneho monitoringu, ktoré sú v rámci diskusií o kompenzácii často spomínané. Podobne je často spomínaná asistencia najmä v školách, podpora pre rodičov diabetí, edukácia.

Samotné vyjadrenie miery kompenzácie jednou premennou je však pomerne zložité. Ak by sme to chceli veľmi zjednodušiť, tak za neho môžeme považovať priemernú hodnotu glykémie v nejakom rozumnom období. Mnou zvolená premenná – urgentné návštevy zdravotníckeho zariadenia pri hypoglykémii, resp. diabetickej ketoacidóze – je vlastne zisťovaním, prítomnosti extrémov v kompenzácii diabetu. A tu sa môže sila determinantov líšiť.

Moje osobné závery a prínosy z tohto spracovania:

- získavanie, preštudovanie a transformovanie dát mi trvalo násobne viac času ako samotné ekonometrické skúmanie v Gretli
- dotazníkové dáta majú vždy istú mieru nepresnosti a záleží od kvality tvorca dotazníka aj jeho prevedenia, aby sa predišlo nekorektným odpovediam
- napriek naozaj veľkému množstvu potenciálnych regresorov sa ako významných potvrdilo len niekoľko
- hoci by som tento model neodporúčala ako vhodný prediktor pre návštevy, niektoré zistenia prinášajú zmysluplné podnety a zistenia v tejto oblasti
- „Šedivá je teória, zelený strom života“ – pekné pripravené dáta ukazujú to, čo očakávame. Spracovanie reálnych dát prináša „WTF“ momenty, aj momenty, že to nedáva úplne zmysel a nie je jasné, čo ďalej.

5 Referencie

JCHR, 2022. JAEB CENTER FOR HEALTH RESEARCH: Datasets & Documents. 2022.
T1D EXCHANGE. 2016. www.t1dexchange.org, 2016.
NĚMEC, Daniel, ed. Základy ekonometrie: distanční studijní opora. Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta, 2019.