

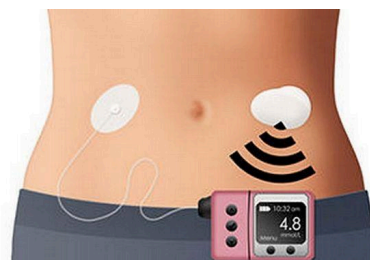


Marija Milenković RA 89-2023
Maša Božić RA 74-2023
Teodora Jović 184-2023

Zadatak 1

- Veštački pankreas sa sistemom zatvorene petlje (tzv. closed-loop) podrazumeva sistem koji na osnovu monitoringa vrednosti glukoze izračunava kolika je količina insulina (kod nekih uređaja i glukagona) potrebno da se oslobodi u krvotok za uspostavljanje normoglikemije [1].

- Ovaj sistem funkcioniše tako što preuzima očitavanja sa kontinuiranog monitora glukoze i koristi algoritam da javi pumpi koliko insulina treba da isporuči. To radi 24 sata dnevno.



- Glavni ciljevi idealnog sistema zatvorene petlje su: minimiziranje hipoglikemije, sprečavanje postprandijalne hiperglikemije i održavanje nivoa glukoze u ciljnom opsegu korišćenjem kompjuterizovanog algoritma za podešavanje bazalne doze i administriranje korektivnih bolusnih doza insulina [2].
- Tri uređaja čine sistem veštačkog pankreasa [3]:
 1. **Kontinuirani monitor glukoze (CGM)** prati nivo glukoze u krvi svakih nekoliko minuta pomoću malog senzora koji se ubacuje ispod kože. Senzor bežično šalje informacije programu sačuvanom na pametnom telefonu ili na insulinskoj pumpi.
 2. **Algoritam (softver)** povezuje senzor i pumpu, analizira podatke i automatski određuje koliko insulina treba dati i kada.
 3. **Insulinska pumpa** će isporučiti male doze insulina tokom dana kada nivo glukoze u krvi nije u vašem ciljnom opsegu. Postoje različite vrste insulinskih pumpi. Jedna vrsta pumpe se nosi van tela na kaišu ili u džepu ili torbici. Insulin teče iz pumpe kroz plastičnu cev koja se povezuje sa manjom cevi, nazvanom kateter, koja ima iglu koja se ubacuje ispod kože i ostaje na mestu nekoliko dana. Druga vrsta pumpe se direktno pričvršćuje na kožu lepljivom podlogom i daje insulin kroz kateter ubačen ispod kože. Ova vrsta pumpe se menja svakih nekoliko dana.
- Primeri upravljačkih petlji u ovom sistemu:

1. Primer upravljačke petlje [4]:

1. **Merenje (izmerena veličina)** - merena veličina je nivo glukoze uz pomoć CGM senzora
2. **Upravljač (kontrolna jedinica)** - algoritam analizira podatke i odlučuje koliko insulina treba da se da
3. **Izvršna veličina / Aktuator** - insulinska pumpa ubrizgava odgovarajuću dozu insulina.
4. **Povratna sprega (feedback)** - novi nivo glukoze se ponovo meri i koristi za korekciju naredne doze insulina

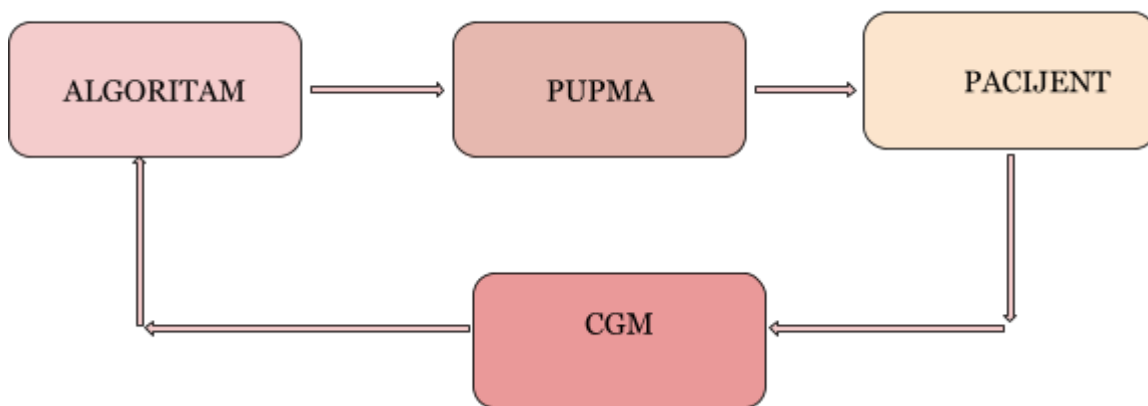


2. Primer upravljačke petlje:

- Većina sistema koristi samo insulin, ali neki eksperimenti uključuju i glukagon (hormon koji podiže šećer u krvi) kako bi bolje oponašali prirodnu funkciju pankreasa. Merena veličina je glukoza u krvi, a upravljačka doziranje insulina i glukagona. Prednost je brže ispravljanje količine glukoze.

3. Primer upravljačke petlje:

- U nekim sistemima korisnik ručno unosi obroke ili fizičku aktivnost, a sistem automatski koriguje insulin na osnovu toga (otvorena petlja).



Analiza blok dijagrama:

- **algoritam:** donosilac odluke - donosi odluku o količini insulina koja se daje pacijentu
 - **pumpa:** izvršni organ - pomoću katetera ili igle ubrizgava insulin
 - **pacijent:** objekat upravljanja - nivo glukoze se menja kao odgovor na ubrizgani insulin
 - **CGM:** merni uređaj - meri nivo glukoze u krvi pacijenta
-
- Ulazni signal u regulator predstavlja razliku (grešku) izmerenog nivoa glukoze u krvi koji meri CGM senzor i željene vrednosti i šalje ga algoritmu. Algoritam, kao donosilac odluke, na osnovu tog signala određuje potrebnu količinu insulina i šalje upravljački signal pumpi. Pumpa, kao izvršni organ, ubrizgava odgovarajuću dozu insulina u telo pacijenta. Pacijent je objekat upravljanja, a nivo glukoze u njegovoj krvi je upravljana veličina, koja se menja kao odgovor na ubrizgani insulin.



Poremećaji i šumovi:

- CGM: slaba preciznost, posebno kod brzih promena; kašnjenje signala, glukoza u međućelijskoj tečnosti kasni za krvlju 5–15 min)
 - algoritam: pacijent ne prijavi obrok, pogrešno očitana vrednost glukoze zbog stresa ili hormonskih poremećaja, gubitak veze
 - pumpa: vreme da insulin deluje, vreme isporuke insulina, baterija, greške na monitoru, zapušanje katetera
 - pacijent: ishrana, stres, bolest, alkohol
-
- U zatvorenim upravljačkim petljama, ključnu ulogu ima greška. U ovom sistemu ona predstavlja razliku između željenog nivoa glukoze u krvi i trenutne, merene vrednosti koju očitava CGM senzor. Na osnovu te greške algoritam donosi odluku o količini insulina koju pumpa treba da isporuči kako bi se nivo glukoze približio željenim vrednostima.

Literatura

1. <https://medupdate.rs/vestacki-pankreas-meta-analiza-dosadasnjih-studija/>
2. <https://www.rbmedical.rs/sistem-zatvorene-petlje-vestacki-pankreas/>
3. <https://www.niddk.nih.gov/health-information/diabetes/overview/managing-diabetes/artificial-pancreas#systems>
4. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6821212/>

Svi sajтови su posećeni u julu 2025.