

UREĐAJI ZA KONTINUIRANO MJERENJE KONCENTRACIJE GLUKOZE U INTERSTICIJSKOJ TEKUĆINI

JASNA RADANOVIĆ, EMINA CERIĆ, MAJA VINKOVIĆ*

Uređaji za kontinuirano mjerenje glikemije (continuous glucose monitoring system, CGMS) omogućuju mjerenje koncentracije glukoze iz intersticijske tekućine tijekom cijelog dana. Bolesnici sa šećernom bolešću mogu ih koristiti ili kao dopunsku metodu klasičnom mjerenju glukoze iz kapilarne krvi ili kao alternativu mjerenju iz kapilarne krvi. U usporedbi s mjerenjem glikemije iz kapilarne krvi, ovo je relativno neinvazivna metoda koja daje uvid u trend kretanja razine šećera u krvi i bolesnicima pomaže u pravovremenom otkrivanju razdoblja neprepoznatih hiperglikemija ili asimptomatskih hipoglikemija. To je osobito važno u pedijatrijskoj populaciji u koje upotreba CGMS uređaja pruža mogućnost velikog broja mjerenja, praćenje razina glikemija "na daljinu" i upozorenje u vidu alarma u slučaju razvoja hipoglikemije. Korištenje ovih uređaja poboljšava metaboličku kontrolu šećerne bolesti što se očituje poboljšanjem vrijednosti HbA1c, smanjenjem broja hipoglikemija i povećanjem vremena provedenog unutar ciljnih vrijednosti glikemije.

Deskriptori: CGMS, NEINVAZIVAN POSTUPAK, METABOLIČKA KONTROLA ŠEĆERNE BOLESTI

Uvod

Za postizanje dobre metaboličke kontrole bolesnici sa šećernom bolešću moraju redovito provoditi samokontrolu koja uključuje redovito mjerenje koncentracije glukoze iz kapilarne krvi više puta dnevno. Na osnovu provedenog mjerenja bolesnik odlučuje o daljnjim postupcima, kao što je određivanje doze inzulina prije obroka, korekcija hiperglikemije, zbrinjavanje hipoglikemije ili planiranje tjelesne aktivnosti. Veći broj mjerenja omogućuje i bolju procjenu razina glikemije te bolesnici uglavnom mjere koncentraciju glukoze iz

kapilarne krvi između 4 i 10 puta dnevno, a u ranoj dječjoj dobi nerijetko i više od 10 puta dnevno.

Mjerenje glukoze iz kapilarne krvi daje precizne i pouzdane podatke, no ima određena ograničenja: radi se o invazivnom postupku s ograničenim brojem informacija jer daje samo trenutnu vrijednost glikemije, bez uvida u brzinu ili smjer kretanja razine šećera u krvi, a čak i u dobro reguliranih bolesnika postoje razdoblja neprepoznatih hiperglikemija ili asimptomatskih hipoglikemija, što je osobito često u djece mlađe životne dobi. Prije svakog mjerenja bolesnik mora svjesno poduzeti niz aktivnosti koje omogućuju očitavanje rezultata (postavljanje trakice u aparat, ubod u prst, postavljanje kapi krvi na trakicu...), što za-

*Zavod za endokrinologiju i dijabetes
Klinika za pedijatriju, KBC Zagreb

htijeva pomoć odrasle osobe u mlađe djece, a nerijetko dovodi od izbjegavanja provođenja samokontrole u adolescenata.

Uređaji za kontinuirano mjerenje glikemije u intersticijskoj tekućini

Uređaji za kontinuirano mjerenje glikemije (continuous glucose monitoring system, CGMS) su uređaji koji mjere koncentraciju glukoze iz tjelesnih tekućina tijekom cijelog dana. Informacije o mjerenjima šalju u pravilnim vremenskim intervalima na prijemnik i tako omogućuju bolji uvid u fluktuacije glikemije. Još od 1999. započeo je razvoj uređaja koji bi omogućili kontinuirano mjerenje glikemije, no tek u posljednjih desetak godina došlo je do razvoja komercijalnih uređaja čija preciznost je postala zadovoljavajuća za svakodnevnu uporabu kod bolesnika. CGMS uređaji koriste se bilo kao dopunska metoda uz klasično mjerenje glukoze iz kapilarne krvi ili kao alternativa mjerenju iz kapilarne krvi. CGMS uređaji sastoje se od senzora, odašiljača i prijemnika. Koncentracija glukoze se najčešće mjeri u intersticijskoj tekućini pomoću senzora postavljenog u potkožno masno tkivo, pri čemu se u kemijskoj reakciji senzora sa glukozom stvara struja koja je proporcionalna koncentraciji glukoze. Svakih 5 do 15 minuta odašiljač prenosi signal do prijemnika/čitača koji postoji kao samostalan uređaj ili je integriran u inzulinskoj pumpi.

Neki CGMS uređaji su prvenstveno namijenjeni zdravstvenom osoblju jer pokazuju retrogradni prikaz kretanja glikemije te se dobiveni podaci naknadno prenose u računalo radi analize. Druga vrsta uređaja prvenstveno je namijenjena osobnoj uporabi bolesnika jer daje prikaz glikemije u stvarnom vremenu (real-time continuous glucose monitoring systems, rtCGMS) na zaslonu čitača i to u obliku brojčanog ili grafičkog prikaza. Primjeri rtCGMS su Dexcom G4 i G5 (Dexcom, San Diego, CA, USA), Enlite i Guardian

Connect (Medtronic, Minneapolis, MN, USA), FreeStyle Navigator II (Abbott Laboratories, Chicago, IL, USA) i Animas Vibe (Animas Corporation, West Chester, PA, USA). U tu skupinu se ubraja i uređaj za brzo neinvazivno mjerenje koncentracije glukoze (flash glucose monitoring system, FGMS; Abbott FreeStyle Libre) koji ne mjeri glikemije kontinuirano, već očitava podatke skeniranjem senzora pomoću čitača. FGMS se sastoji od senzora postavljenog u potkožno masno tkivo nadlaktice i čitača te omogućuje neograničen broj mjerenja.

Uređaji za kontinuirano mjerenje koncentracije glukoze mogu se koristiti kod svih oblika terapije (konvencionalna terapija inzulinom, intenzivirana terapija, inzulinska pumpa). Nove generacije inzulinskih pumpi automatski su povezane sa sensorima, te inzulinska pumpa ujedno služi i kao prijemnik. Neki od tih sustava imaju mogućnost automatskog prekida isporuke inzulina kod hipoglikemije ili prijeteće hipoglikemije, ili mogućnost promjene bazalne doze inzulina prema mjerenjima CGMS-a.

CGMS uređaji mogu generirati i do 288 mjerenja u danu, a osim trenutne koncentracije glukoze, prikazuju i smjer i brzinu promjene koncentracije glukoze. RtCGMS prikazom trenutne koncentracije glukoze i trendova promjene koncentracije omogućuju trenutno donošenje terapijske odluke (primjena inzulina, prevencija nastanka hipoglikemije), a retrogradna analiza podataka omogućuje dodatno planiranje korekcije terapije kao i precizniji uvid u učinke različite vrste hrane i aktivnosti. Većina "real-time" uređaja ima postavku alarma koji zvučnim signalima ili vibracijom upozoravaju bolesnika na hipoglikemiju, hiperglikemiju ili nagle promjene koncentracije glukoze. To je osobito korisno kod djece mlađe životne dobi koja ne znaju prepoznati simptome hipoglikemije te u bolesnika koji imaju neosjetljivost na

hipoglikemije. Novije generacije uređaja posjeduju prediktivne alarme koji prema brzini promjene glikemije i trenutnoj glikemiji izračunavaju očekivanu koncentraciju glukoze unutar određenog razdoblja te bolesnika unaprijed upozoravaju na vjerojatni razvoj hipoglikemije ili hiperglikemije i prije njihovog nastanka.

Kako bi se osigurala točnost mjerenja, za većinu uređaja potrebno je barem dva puta dnevno kapilarno izmjeriti koncentraciju glukoze i prema tome kalibrirati rtCGMS (FGMS ne zahtijeva kalibraciju). Također, kapilarno mjerenje je bitno za provjeru točnosti mjerenja senzora, osobito kada mjerenja ne odgovaraju simptomima ili postoji sumnja da je senzor disfunkcionalan.

Prema brojnim studijama korištenje CGMS uređaja unaprjeđuje metaboličku kontrolu šećerne bolesti što je vidljivo prema smanjenju vrijednosti HbA1c, smanjenju broja i duljini trajanja hipoglikemija, te povećanju vremena provedenog unutar ciljnih vrijednosti glikemije. Dugoročno, primjena CGMS smanjuje rizik nastanka kroničnih komplikacija. Korištenje CGMS uređaja nije pokazalo povećanje troškova u odnosu na korištenje klasične metode mjerenja koncentracije glukoze iz kapilarne krvi glukometrom. Nedostaci ovih uređaja su mogućnost pojave odstupanja od stvarne koncentracije glukoze u krvi, koje je to veće što se koncentracija glukoze u krvi brže mijenja.

Posebnu primjenu uređaji za CGMS imaju u pedijatrijskoj populaciji. U pedijatrijskih bolesnika teško je postići optimalnu metaboličku kontrolu - u najmlađih bolesnika unos hrane i tjelesna aktivnost su nepredvidivi, roditelji i djeca boje se teških i noćnih hipoglikemija ili hipoglikemija za vrijeme boravka u vrtiću ili školi zbog čega održavaju razine šećera u višem rasponu, a adolescenti često izgube motivaciju za redovitom samokontrolom zbog čega izbje-

gavaju mjerenje koncentracije glukoze u krvi glukometrom. Upotreba rtCGMS odgovara na neke od problema i izazova kontrole šećerne bolesti u djece i adolescenata pružanjem relativno neinvazivne metode s velikim brojem mjerenja, pružanjem uvida u načine djelovanja hrane i tjelesne aktivnosti, mogućnošću praćenja razina šećera "na daljinu" ili alarmima koji upozoravaju na razvoj hipoglikemije.

Zaključak

Većina studija pokazala su poboljšanje kontrole šećerne bolesti tip 1 uz primjenu rtCGMS-a, bilo kroz poboljšanje vrijednosti HbA1c ili smanjenje broja hipoglikemija. Najbolji učinci primjene CGMS-a postižu se u bolesnika koji su motivirani za bolju samokontrolu te u pedijatrijskoj populaciji u bolesnika čiji su roditelji dobro educirani i znaju interpretirati rezultate dobivene primjenom CGMS-a. Nove tehnologije značajno olakšavaju provođenje samokontrole osoba oboljelih od šećerne bolesti i omogućuju postizanje bolje regulacije bolesti, što u konačnici smanjuje rizike nastanka kroničnih komplikacija i poboljšava kvalitetu života bolesnika i njihovih članova obitelji.

LITERATURA

1. Danne T, Nimri R, Battelino T, Bergenstal RM, Close KL, DeVries H et al. International Consensus on Use of Continuous Glucose Monitoring. *Diabetes Care* 2017; 40: 1631-40.
2. Lane JE, Shivers JP, Zisser H. Continuous glucose monitors: current status and future developments. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes* 2013; 20: 106-11.
3. Olczuk D, Priefer R. A history of continuous glucose monitors (CGMs) in self-monitoring of diabetes mellitus. *Diab Met Syndr: Clin Res Rev* (2017), <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2017.09.005>
4. Pettus J, Edelman SV. Recommendations for Using Real-Time Continuous Glucose Monitoring (rtCGM) Data for Insulin Adjustments in Type 1 Diabetes. *Journal of Diabetes Science and Technology* 2017; 11 (1): 138-47.