

---

**ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ**

«Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ  
ΣΤΟΝ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗ ΔΙΑΒΗΤΗ»

ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗ ΔΙΑΒΗΤΗ

---

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, 5-6 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2025



## Αντλίες ινσουλίνης: Σε ποιους και γιατί

**Φ. Αδαμίδου MSc, MRCP**

*Ενδοκρινολόγος, Ενδοκρινολογικό Τμήμα ΑΠΘ, ΓΝΘ «Ιπποκράτειο»*

Είναι γεγονός ότι η τεχνολογία με τη συμβολή της τεχνητής νοημοσύνης στην υπηρεσία των ασθενών με ΣΔτ1 προχωρά με γεωμετρική πρόοδο και αποτελεί πλέον απαραίτητο εργαλείο στη λήψη καθημερινών κλινικών αποφάσεων. Η πρώτη επανάσταση προήλθε με τη σύζευξη των συστημάτων συνεχούς καταγραφής γλυκόζης με τις αντλίες ινσουλίνης, αναβαθμίζοντας αρχικά τον ρόλο τους με στόχο την αποτροπή της υπογλυκαιμίας, για να φτάσουμε στην τελευταία πενταετία στα υβριδικά κλειστά συστήματα. Στο εγγύς μέλλον αναμένεται η πλήρης αυτοματοποίηση των συστημάτων αντλιών ινσουλίνης, που με τη διαμεσολάβηση προηγμένων αλγορίθμων, θα αναλαμβάνουν με ελάχιστη συνεισφορά από τον χρήστη τη γλυκαιμική διαχείριση. Το άτομο με ΣΔτ1 αποκτά αυτονομία, καθώς αίρονται οι περισσότεροι περιορισμοί στην καθημερινότητά του, ώστε να μην επικεντρώνεται στον διαβήτη, αλλά στην επίβλεψη της άρτιας –σύμφωνα με τις ανάγκες του– λειτουργίας του συστήματος. Αντίστοιχα, ο γιατρός αναλαμβάνει τον ρόλο του εκπαιδευτή και την υποστήριξη του ασθενούς, επικαιροποιώντας συνεχώς τη δική του γνώση και ενημέρωση σχετικά με την εξέλιξη της προσφερόμενης τεχνολογίας.

Πολυάριθμες μελέτες παρατήρησης, τυχαιοποιημένες μελέτες, συστηματικές ανασκοπήσεις και μετα-αναλύσεις, καθώς και μελέτες πραγματικού κόσμου δείχνουν ότι οι αντλίες ινσουλίνης επιτυγχάνουν, με σωστή χρήση, μια σειρά γλυκαιμικών καταληκτικών σημείων, με περιορισμό των κινδύνων και βελτίωση της ψυχοκοινωνικής κατάστασης των ασθενών. Τα οφέλη φαίνεται ότι είναι ανεξάρτητα από τη διάρκεια του διαβήτη, το φύλο, την προηγούμενη θεραπευτική μέθοδο και την HbA1c.

Με βάση τα παραπάνω, οι αντλίες ινσουλίνης και ειδικότερα οι αυτοματοποιημένες αντλίες έχουν ένδειξη για την πλειοψηφία των παιδιών και ενηλίκων με ΣΔτ1 και εφόσον το επιθυμούν αποτελούν πρώτη επιλογή θεραπείας (σε σχέση με μη αυτοματοποιημένες αντλίες ή πολλαπλές ενέσεις ινσουλίνης), ακόμη και από τη διάγνωση. Έτσι, τα κριτήρια επιλογής των ασθενών διευρύνονται σημαντικά και τα συστήματα αυτά γίνονται πλέον το πρότυπο φροντίδας στον ΣΔτ1, καθώς είναι ασφαλή και αποτελεσματικά ως προς τους γλυκαιμικούς στόχους, ενώ μειώνεται ο κίνδυνος της υπογλυκαιμίας, της διαβητικής κετοξέωσης και των μακροχρόνιων επιπλοκών και βελτιώνεται η ποιότητα ζωής.

Η χρήση αντλίας ινσουλίνης ενδείκνυται από την ηλικία των 2 ετών και δίνει τη δυνατότητα κοινής χρήσης δεδομένων γλυκόζης και ινσουλίνης σε πραγματικό χρόνο. Έτσι παρέχεται ασφάλεια και αυτονομία τόσο στα παιδιά σχολικής ηλικίας όσο και στους γονείς τους. Άτομα με νεφρική ανεπάρκεια ή μεταμόσχευση, ασθενείς με συχνές ή ανεπίγνωστες υπογλυκαιμίες και άτομα με αυξημένο κίνδυνο επιπλοκών από τον διαβήτη αποτελούν ιδιαίτερα επωφελούμενες ομάδες.

Η κύηση αποτελεί μια ιδιαίτερα απαιτητική βιολογική κατάσταση από πλευράς γλυκαιμικής ρύθμισης. Ενώ τα δεδομένα ασφάλειας και οφέλους της χρήσης των αντλιών στην κύηση είναι ενθαρρυντικά, χρειάζεται περισσότερη έρευνα με ειδικά για την κύηση γλυκαιμικά όρια και νεογνικά καταληκτικά σημεία.

Παράλληλα, η τεκμηρίωση οφέλους επεκτείνεται με νέα δεδομένα και σε ινσουλινοθεραπευόμενους ασθενείς με ΣΔτ2 και ορισμένες αντλίες σχεδιάζονται με γνώμονα τις δικές τους ανάγκες.

Τέλος, η τεχνολογία έχει και αυτή απαιτήσεις και περιορισμούς που είναι αναγκαίο να γίνουν αντιληπτοί τόσο από τους χρήστες όσο και από τους θεράποντες, για την αποκόμιση βέλτιστων αποτελεσμάτων.

## Βιβλιογραφία

1. *Biester T, Berget C, Boughton C, et al.* International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes clinical practice consensus guidelines 2024: Diabetes technologies – insulin delivery. *Horm Res Paediatr* 2024; 97: 636-62. doi: 10.1159/000543034.
2. *American Diabetes Association Professional Practice Committee.* 7. Diabetes technology: Standards of care in diabetes–2025. *Diabetes Care* 2025; 48: (Suppl. 1): S146-S166. doi: 10.2337/dc25-S007.
3. *Karges B, Rosenbauer J, Stahl-Pehe A, et al.* Hybrid closed-loop insulin therapy and risk of severe hypoglycaemia and diabetic ketoacidosis in young people (aged 2-20 years) with type 1 diabetes: A population-based study. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2025; 13: 88-96. doi: 10.1016/S2213-8587(24)00284-5.
4. *Templer S.* Closed-loop insulin delivery systems: Past, present, and future directions. *Front Endocrinol* 2022; 13: 919942. doi: 10.3389/fendo.2022.919942.

## Τι αντλία θα επιλέξω και γιατί

**Κ. Μαρκάκης, MD, PhD**

*Παθολόγος με εξειδίκευση στον σακχαρώδη διαβήτη, Β' Προπαιδευτική Παθολογική Κλινική, Μονάδα Έρευνας και Διαβητολογικό Κέντρο, ΠΓΝΑ «Αττικόν»*

Η ραγδαία ανάπτυξη συστημάτων συνεχούς υποδόριας έγχυσης ινσουλίνης κλειστού κυκλώματος (closed loop, CL) έχει φέρει μία επανάσταση στη θεραπεία του Σακχαρώδους Διαβήτη τύπου 1 (ΣΔΤ1) με κλινικές μελέτες να δείχνουν εντυπωσιακή βελτίωση της γλυκαιμικής ρύθμισης στην πλειονότητα των ασθενών και κυρίως αυτών που προηγουμένως είχαν πτωχή γλυκαιμική ρύθμιση. Τα συστήματα που διαθέτουμε σήμερα χαρακτηρίζονται ως υβριδικά κλειστά κυκλώματα (hybrid closed loop, HCL) δηλώνοντας έτσι ότι χρειάζεται ακόμη η συμμετοχή του χρήστη στη δήλωση του γεύματος, ενώ κάποια από αυτά έχουν χαρακτηριστικά που τείνουν προς την πλήρη αυτοματοποίηση, καθώς απαιτείται μόνο η ανακοίνωση του γεύματος και το μέγεθος του γεύματος σε αντίθεση με την εισαγωγή της ποσότητας των υδατανθράκων.

Η αξιολόγηση για τη χορήγηση των συστημάτων αυτών πρέπει να βασίζεται σε ισχυρά δεδομένα κλινικών δοκιμών, τυχαιοποιημένων μελετών αλλά και δεδομένων πραγματικού κόσμου, που να καταδεικνύουν την ασφάλεια και το κλινικό όφελος στη συγκεκριμένη ομάδα ασθενών (παιδιά, ενήλικες, εγκυμοσύνη) παράλληλα με άλλα δεδομένα που απαιτούνται για την έγκρισή τους και περιλαμβάνουν την ασφαλή χρήση του συστήματος συνεχούς καταγραφής γλυκόζης και της αντλίας, καθώς και την ασφαλή χρήση προσωπικών δεδομένων και την πλήρωση όρων κυβερνοασφάλειας. Τέτοια κλινικά δεδομένα έχουν προς το παρόν τα συστήματα MiniMed 780G (Medtronic), Omnipod 5 (Insulet) και Control IQ (Tandem) για ηλικία  $\geq 2$  ετών, CamAPS FX (CamDiab) για ηλικία  $\geq 1$  ετών, iLet Bionics (BetaBionics) για ηλικία  $\geq 6$  ετών, DLBG1 (Diabellor) για ηλικία  $\geq 18$  ετών. Όλα τα συστήματα αυτά έχουν δείξει μεγάλες αυξήσεις στον χρόνο εντός στόχου χωρίς αύξηση της υπογλυκαιμίας. Το σύστημα Touchcare Nano (Medtrum) δεν έχει παρουσιάσει ακόμη κλινικές μελέτες. Ειδικότερα για την εγκυμοσύνη έγκριση έχει πάρει η CamAPS FX, η οποία είναι η μόνη που διαθέτει εύρος στόχου για τον αυτόματο ρυθμό μέχρι τα 80 mg/dL και επομένως μπορεί να καλύπτει τις απαιτήσεις για τους καθορισμένους για την εγκυμοσύνη γλυκαιμικούς στόχους και έχει δώσει εξαιρετικά αποτελέσματα σε κλινική μελέτη σε εγκύους με ΣΔΤ1. Πρόσφατα πήρε έγκριση στην Ευρώπη και η Minimed 780G, μετά από μελέτη σε εγκύους με ΣΔΤ1 στην οποία έδειξε σημαντική βελτίωση του ειδικού για την εγκυμοσύνη χρόνου εντός στόχου έναντι της συνήθους αγωγής.

Επιπρόσθετα, έγκριση μετά από κλινικές μελέτες έχουν λάβει τα συστήματα Minimed 780G, Omnipod 5, Tandem Control IQ για τον Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 2 (ΣΔΤ2). Δεν υπάρχουν ακόμα ισχυρά στοιχεία όσον αφορά τη σύγκριση της αποτελεσματικότητας των συστημάτων αυτών. Μεταξύ των συστημάτων αυτών υπάρχουν διαφοροποιήσεις όσον αφορά το επίπεδο αυτοματοποίησης και την ανάγκη εισαγωγής της ποσότητας υδατανθράκων κατά το γεύμα έναντι της απλοποιημένης αναγγελίας μεγέθους (όπως μικρό, μεσαίο, μεγάλο) γεύματος και όσον αφορά τις παραμέτρους που μπορούν να είναι τροποποιήσιμες από τον χρήστη/ιατρό. Πιθανώς συστήματα με μεγάλο βαθμό αυτοματοποίησης να είναι καταλληλότερα για χρήστες με μικρή ικανότητα και διάθεση συμμετοχής, ενώ χρήστες που επιθυμούν να έχουν μεγαλύτερο έλεγχο να προτιμήσουν συστήματα που διατηρούν κάποια από τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος ανοιχτού κυκλώματος. Επιπλέον τα συστήματα αυτά προσφέρουν διαφοροποιημένες επιλογές προαιρετικά επιλέξιμων αυτοματοποιημένων ρυθμών για περιπτώσεις που ο ασθενής θέλει να χαλαρώσει ή να ενισχύσει τον αυτόματο ρυθμό, όπως σε άσκηση ή καταστάσεις stress αντίστοιχα.

Σημαντικό ρόλο στην επιλογή του συστήματος έχει η προτίμηση του ασθενούς. Παράμετροι που παίζουν ρόλο σε αυτό είναι η επιλογή αντλίας σωλήνωσης (tubed pump) ή αντλίας επαφής (patch pump). Οι αντλίες επαφής είναι γνωστό ότι γίνονται ευκολότερα αποδεκτές ειδικότερα από νέους ασθενείς. Αντλίες με σωλήνωση έχουν τα συστήματα MiniMed 780G, Control IQ, CamAPS FX, iLet Bionics και DLBG1 ενώ αντλίες επαφής διαθέτουν τα συστήματα Omnipod 5 και TouchCare Nano. Κάποιες από τις αντλίες με σωλήνωση διαθέτουν μικρό μήκος σωλήνωσης και μπορούν να τοποθετηθούν πάνω στο δέρμα του ασθενούς παρέχοντας στον ασθενή μία αίσθηση κοντά σε αυτή των αντλιών επαφής, όπως το νέο μοντέλο Mobi της Tandem, ή η αντλία Kaleido που χρησιμοποιεί το σύστημα DLBG1. Υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που παίζουν ρόλο στην προτίμηση/αποδοχή από τον χρήστη, όπως το μέγεθος και η εμφάνιση της αντλίας και η δυνατότητα χειρισμού και χορήγησης bolus από το κινητό τηλέφωνο.

Η εκτενής ενημέρωση του ασθενούς για όλα τα διαθέσιμα συστήματα, τις αρχές λειτουργίας, τα κλινικά δεδομένα και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους και η αφιέρωση χρόνου με τον ασθενή για να δει τα συστήματα αυτά και να εκφράσει τις σκέψεις και τις προσωπικές του ανάγκες και τελικά η λήψη κοινής απόφασης ιατρού και ασθενούς είναι απαραίτητα για τη σωστή επιλογή και αποδοχή από τον ασθενή.

## Βιβλιογραφία

1. Dekker P, Aanstoot HJ, Sas T, et al. Prevalence of and reasons for discontinuation of continuous subcutaneous insulin infusion in people with type 1 diabetes: a systematic review. *Diabetes Technol Ther* 2023; 25: 559-70. doi: 10.1089/dia.2023.0038.
2. Pemberton JS, Wilmot EG, Barnard-Kelly K, et al. CGM accuracy: contrasting CE marking with the governmental controls of the USA (FDA) and Australia (TGA): a narrative review. *Diabetes Obes Metab* 2023; 25: 916-39. doi: 10.1111/dom.14962.
3. Phillip M, Nimri R, Bergenstal RM, et al. Consensus recommendations for the use of automated insulin delivery technologies in clinical practice. *Endocr Rev* 2023; 44: 254-80. doi: 10.1210/endrev/bnac022.
4. Sherr JL, Heinemann L, Fleming GA, et al. Automated insulin delivery: benefits, challenges, and recommendations. A Consensus Report of the Joint Diabetes Technology Working Group of the European Association for the Study of Diabetes and the American Diabetes Association. *Diabetologia* 2023; 66: 3-22. doi: 10.1007/s00125-022-05744-z.
5. Royston C, Hovorka R, Boughton CK. Closed-loop therapy: recent advancements and potential predictors of glycemic outcomes. *Expert Opin Drug Deliv* 2025; 22: 875-92. doi: 10.1080/17425247.2025.2492363.

## Υπάρχει διαφοροποίηση ή όχι στις ινσουλίνες; Με ποια κριτήρια θα επιλέξω την κατάλληλη

**A. Κέφας, MD MSc PhD(c)**

*Παθολόγος, Ιατρείο Παχυσαρκίας, Β' Προπαιδευτική Παθολογική Κλινική ΑΠΘ, ΓΝΘ «Ιπποκράτειο»*

Η ανακάλυψη της ινσουλίνης πριν από περίπου έναν αιώνα άλλαξε ριζικά την πορεία του σακχαρώδους διαβήτη, μετατρέποντάς τον από θανατηφόρο νόσο σε χρόνιο, αντιμετωπίσιμο νόσημα. Η πρόοδος της τεχνολογίας, τόσο σε φαρμακολογικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο συστημάτων χορήγησης, στοχεύει σήμερα στη μέγιστη δυνατή προσέγγιση της φυσιολογικής έκκρισης ινσουλίνης, με βασικό στόχο την καλύτερη μεταγευματική ρύθμιση και τη μείωση της γλυκαιμικής μεταβλητότητας. Στο πλαίσιο αυτό, τα υπερταχείας δράσης ανάλογα, όπως το faster aspart και το ultra-rapid lispro (URLi), αποτελούν μια σημαντική εξέλιξη, ιδιαίτερα σε ασθενείς με Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 1 (ΣΔΤ1) που χρησιμοποιούν συνεχή υποδόρια έγχυση ινσουλίνης (CSII).

Η μελέτη Onset 4 εξέτασε την ασφάλεια και τη συμβατότητα του μορίου faster aspart σε ασθενείς με ΣΔΤ1 που χρησιμοποιούσαν αντλία ινσουλίνης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το νέο ανάλογο δεν συσχετίστηκε με αυξημένα επεισόδια απόφραξης του σετ έγχυσης σε σχέση με το κλασικό μόριο aspart. Το εύρημα αυτό έχει πρακτική σημασία, καθώς οι ασθενείς και οι κλινικοί ιατροί συχνά ανησυχούν για τεχνικές επιπλοκές με νέα σκευάσματα.

Η κλινική μελέτη Onset 5, τυχαίοποιημένη και διπλά τυφλή, συνέκρινε το μόριο faster aspart με την κλασική δομή aspart σε ασθενείς με ΣΔΤ1 υπό CSII. Το βασικό εύρημα ήταν η στατιστικά σημαντική μείωση των μεταγευματικών αιχμών γλυκόζης τόσο στη μία όσο και στις δύο ώρες μετά τα γεύματα, καθώς και η αύξηση του χρόνου εντός στόχου (TIR). Η συνολική μείωση της HbA1c ήταν συγκρίσιμη και το νεότερο μόριο έδειξε μη στατιστικά σημαντική κατωτερότητα. Τα δεδομένα ανέδειξαν τη βελτίωση της καθημερινής γλυκαιμικής διακύμανσης, η οποία σχετίζεται με καλύτερη ποιότητα ζωής και πιθανή μείωση μακροπρόθεσμων επιπλοκών.

Οι μελέτες PRONTO-Pump και PRONTO-Pump-2 εστίασαν στην αποτελεσματικότητα και ασφάλεια του μορίου URLi σε CSII. Η PRONTO-Pump επικεντρώθηκε στη συμβατότητα με τα σετ έγχυσης και απέδειξε ότι το URLi είναι πλήρως ασφαλές και δεν αυξάνει τον κίνδυνο αποφράξεων σε σύγκριση με το προκάτοχό του. Η PRONTO-Pump-2 παρείχε ισχυρότερα δεδομένα για την κλινική αποτελεσματικότητα: το URLi συσχετίστηκε με στατιστικά σημαντική διαφορά για χαμηλότερα επίπεδα μεταγευματικής γλυκόζης σε σχέση με τη συμβατική lispro στα 30, 60, 120 και 180 λεπτά με μείωση και στον χρόνο σε υπογλυκαιμία (TBR). Επιπλέον, οι μετρήσεις με συνεχή καταγραφή γλυκόζης (Continuous Glucose Monitoring, CGM) κατέδειξαν στατιστικά σημαντική μείωση της έκτασης κάτω από την καμπύλη (iAUC) για τη γλυκόζη στη διάρκεια τόσο της πρώτης όσο και της δεύτερης ώρας μετά το γεύμα, υποδηλώνοντας πιο άμεση και αποτελεσματική κάλυψη των γευμάτων.

Επιπρόσθετα, μελέτη με υβριδικά κλειστά συστήματα (HCL) ανέδειξε ότι το ultra-rapid lispro (URLi) παρέχει συγκρίσιμο 24ωρο γλυκαιμικό έλεγχο με τη συμβατική lispro με TIR 77% έναντι 77,8% αντίστοιχα και βελτίωση του πρώιμου μεταγευματικού ελέγχου. Σημαντικό είναι ότι δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στα ποσοστά ανεπιθύμητων ενεργειών ή στα σοβαρά υπογλυκαιμικά επεισόδια, ενισχύοντας το προφίλ ασφαλείας του σκευάσματος.

Συνολικά, τα δεδομένα συγκλίνουν ότι τα υπερταχείας δράσης ανάλογα εξασφαλίζουν ταχύτερη έναρξη δράσης, καλύτερη μεταγευματική ρύθμιση και μεγαλύτερη ευελιξία στη χορήγηση, διατηρώντας παράλληλα το προφίλ ασφαλείας. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία στην καθημερινή πράξη, καθώς πολλοί

ασθενείς δυσκολεύονται να τηρήσουν τη χορήγηση ινσουλίνης 15-20 λεπτά πριν το γεύμα. Τα νέα σκευάσματα επιτρέπουν μεγαλύτερη ελευθερία, μειώνοντας τις μεταγευματικές αιχμές ακόμη και όταν η χορήγηση γίνεται αμέσως πριν ή λίγο μετά το γεύμα.

Η διαφοροποίηση, λοιπόν, ανάμεσα στις διαθέσιμες ινσουλίνες δεν είναι μόνο θεωρητική, αλλά έχει σαφείς πρακτικές εφαρμογές. Η επιλογή πρέπει να εξατομικεύεται βάσει του γλυκαιμικού προφίλ, των διατροφικών συνηθειών, της τεχνολογικής υποστήριξης (CSII, CGM, υβριδικοί κλειστοί βρόχοι) και των προσωπικών αναγκών του κάθε ασθενούς.

Συμπερασματικά, τα υπερταχείας δράσης ανάλογα (faster aspart, URLi) συνιστούν σημαντικό βήμα προς τη φυσιολογικότερη μίμηση της ενδογενούς ινσουλινικής απάντησης. Η ενσωμάτωσή τους στη σύγχρονη κλινική πρακτική, σε συνδυασμό με τις νέες τεχνολογίες, συμβάλλει στη βελτίωση της μεταγευματικής ρύθμισης, στην αύξηση του χρόνου εντός στόχου και στην προσφορά μιας πιο εξατομικευμένης και αποτελεσματικής θεραπευτικής προσέγγισης για τους ασθενείς με ΣΔΤ1.

## Βιβλιογραφία

1. *Giorgino F, Battelino T, Bergenstal RM, et al.* The role of ultra-rapid-acting insulin analogs in diabetes: an expert consensus. *J Diabetes Sci Technol* 2025; 19: 452-69. doi: 10.1177/19322968231204584.
2. *Stamati A, Karagiannis T, Tsapas A, Christoforidis A.* Efficacy and safety of ultra-rapid insulin analogues in insulin pumps in patients with Type 1 Diabetes Mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes Res Clin Pract* 2022; 193: 110144. doi: 10.1016/j.diabres.2022.110144.
3. *Zijlstra E, Demissie M, Graungaard T, Heise T, Nosek L, Bode B.* Investigation of pump compatibility of fast-acting insulin aspart in subjects with type 1 diabetes. *J Diabetes Sci Technol* 2018; 12: 145-51. doi: 10.1177/1932296817730375.
4. *Klonoff DC, Evans ML, Lane W, et al.* A randomized, multicentre trial evaluating the efficacy and safety of fast-acting insulin aspart in continuous subcutaneous insulin infusion in adults with type 1 diabetes (onset 5). *Diabetes Obes Metab* 2019; 21: 961-7. doi: 10.1111/dom.13610.
5. *Bode BW, Garg SK, Norwood P, et al.* Compatibility and safety of ultra rapid lispro with continuous subcutaneous insulin infusion in patients with type 1 diabetes: PRONTO-pump study. *Diabetes Technol Ther* 2021; 23: 41-50. doi: 10.1089/dia.2020.0224.
6. *Warren M, Bode B, Cho JJ, et al.* Improved postprandial glucose control with ultra rapid lispro versus lispro with continuous subcutaneous insulin infusion in type 1 diabetes: PRONTO-Pump-2. *Diabetes Obes Metab* 2021; 23: 1552-61. doi: 10.1111/dom.14368.
7. *Bode B, Carlson A, Liu R, et al.* Ultrarapid lispro demonstrates similar time in target range to lispro with a hybrid closed-loop system. *Diabetes Technol Ther* 2021; 23: 828-36. doi: 10.1089/dia.2021.0184.

## Αρχές λειτουργίας και βασικές ρυθμίσεις αντλιών ινσουλίνης

**Γ.Λ. Τσούτσας, MD, MSc**

Ενδοκρινολόγος – Διαβητολόγος, Ενδοκρινολογική Κλινική ΓΝΘ «Ιπποκράτειο», Υποψήφιος διδάκτωρ ΑΠΘ

Ο Σακχαρώδης Διαβήτης (ΣΔ) έχει εξελιχθεί σε «μάστιγα» της σύγχρονης εποχής, με τα μηνύματα να είναι δυσσιώνα. Σύμφωνα με τη Διεθνή Ομοσπονδία Διαβήτη (IDF), το 2021 περίπου 539 εκατομμύρια ενήλικες (1 στους 11) σε ολόκληρο τον κόσμο έπασχαν από διαβήτη, αριθμός που αναμένεται να «αγγίξει» τα 783 εκατ. μέχρι το 2045.<sup>1</sup> Όσον αφορά στη χώρα μας και τον αριθμό ατόμων με ΣΔ στην Ελλάδα για το έτος 2024, με βάση στοιχεία της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης Κοινωνικής Ασφάλισης (ΗΔΙΚΑ) το πλήθος των μοναδικών πασχόντων που έχουν ενταχθεί σε τουλάχιστον ένα θεραπευτικό πρωτόκολλο ΣΔ ανέρχεται στους 1.246.548, αγγίζοντας το 10% του πληθυσμού της χώρας, βάσει της επίσημης καταγραφής της ΕΛΣΤΑΤ το 2021.

Όπως είναι προφανές η άνοδος αυτή προκαλεί τεράστια πίεση σε όλες τις χώρες, καθώς ο διαβήτης αποτελεί ίσως τη μεγαλύτερη πηγή κόστους για τα εθνικά συστήματα υγείας, μειώνει σημαντικά την ποιότητα ζωής των ασθενών, ενώ αποτελεί την ένατη πιο συχνή αιτία θανάτου παγκοσμίως.

Με την ανακάλυψη της ινσουλίνης δόθηκε μια πνοή αισιοδοξίας και ζωής σε όλα τα άτομα με διαβήτη, κυρίως αυτά με τύπου 1. Τα χρόνια πέρασαν και εξελίχθηκαν τόσο τα ανάλογα ινσουλινών, που υπάρχουν διαθέσιμα σήμερα, όσο και οι τρόποι χορήγησης της ινσουλίνης και καταγραφής των τιμών γλυκόζης αίματος.

**Αντλίες συνεχούς έγχυσης ινσουλίνης.** Η αντλία ινσουλίνης είναι μία μικρή ηλεκτρομηχανική εξωτερική συσκευή, τροφοδοτούμενη από μπαταρίες, η οποία μπορεί να παρέχει στον οργανισμό, διά μέσου ενός λεπτού καθετήρα, υποδόρια, μικρές ποσότητες (ανά 3 λεπτά) ινσουλίνης διαφορετικού ρυθμού ανά ώρα (βασικός ρυθμός) και επίσης παρέχει μεγαλύτερες ποσότητες ινσουλίνης για την κάλυψη των γευμάτων και για τη διόρθωση των υψηλών τιμών γλυκόζης (bolus). Σήμερα οι αντλίες είναι μικρές, αδιάβροχες διακριτικές συσκευές που μπορούν να προσφέρουν πολλά οφέλη τόσο στη γλυκαιμική ρύθμιση όσο και στην απλή καθημερινότητα ενός ατόμου με ΣΔ σε όποια ηλικία και εάν έκανε την εμφάνισή του, χωρίς περιορισμούς.

**Βασικός ρυθμός.** Η αντλία χορηγεί μικρές ποσότητες ινσουλίνης 24 ώρες το 24ωρο. Η ποσότητα της ινσουλίνης που παρέχει η αντλία μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να ανταποκρίνεται στις διαφορετικές ανάγκες σε ινσουλίνη κατά τη διάρκεια της ημέρας.<sup>2</sup> Για παράδειγμα, εάν απαιτείται λιγότερη ινσουλίνη κατά τη διάρκεια της νύχτας απ' ό,τι κατά τη διάρκεια της ημέρας ή περισσότερη ινσουλίνη κατά τις πρώτες πρωινές ώρες απ' ό,τι το απόγευμα, η αντλία ινσουλίνης μπορεί να προγραμματιστεί ώστε να χορηγεί ινσουλίνη σε διαφορετικούς ρυθμούς και ώρες για να ανταποκρίνεται στις ειδικές ανάγκες (προσωρινός βασικός ρυθμός). Αριστος βασικός ρυθμός είναι αυτός που διατηρεί σταθερά τα επίπεδα σακχάρου  $\pm 30$  mg% σε περιόδους νηστείας ή όταν μεσολαβεί τουλάχιστον 5ωρη αποχή από φαγητό.

**Bolus δόσεις.** Η αντλία υπολογίζει την ακριβή δόση ινσουλίνης bolus με βάση τα επίπεδα γλυκόζης και την αναλογία ινσουλίνης προς υδατάνθρακες που έχει προκαθοριστεί και εξατομικευτεί για τον ασθενή. Υπάρχουν 3 είδη γευματικών δόσεων: α) γρήγορη/κανονική, β) παρατεταμένη, γ) διφασική.<sup>3</sup> Τα οφέλη του υπολογισμού bolus δόσεων είναι η βελτίωση της συμμόρφωσης, η μείωση πιθανού λάθους στον υπολογισμό, η βελτίωση του γλυκαιμικού ελέγχου και τέλος προ-προγραμματισμός επιτρέπει τη φροντίδα του ασθενούς και από διαφορετικά άτομα που παρέχουν υποστήριξη.

### Βιβλιογραφία

1. Sun H, Saeedi P, Karuranga S, et al. IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. *Diabetes Res Clin Pract* 2022; 183: 109119. doi: 10.1016/j.diabres.2023.110945.
2. Chow N, Shearer D, Tildesley HG, et al. Determining starting basal rates of insulin infusion for insulin pump users: a comparison between methods. *BMJ Open Diabetes Res Care* 2016; 4: e000145. doi: 10.1136/bmjdr-2015-000145.
3. Evans M, Ceriello A, Danne T, et al. Use of fast-acting insulin aspart in insulin pump therapy in clinical practice. *Diabetes Obes Metab* 2019; 21: 2039-47. doi: 10.1111/dom.13798.

## Αντλίες ινσουλίνης – Οφέλη και περιορισμοί από τη χρήση τους

**Α.Γ. Σαχινίδης, MD, BSc, MSc, PhDc**

Παθολόγος

Οι αντλίες ινσουλίνης αποτελούν έναν διαφορετικό τρόπο έγχυσης ινσουλίνης και συνεπώς εφαρμογής της εντατικοποιημένης θεραπείας σε σύγκριση με το σχήμα πολλαπλών ενέσεων. Οι περιορισμοί της υποδόριας χορήγησης ινσουλίνης με πολλαπλές ενέσεις περιλαμβάνουν την έλλειψη ευελιξίας της βασικής και γευματικής ινσουλίνης, μεγάλο αριθμό ενέσεων (σνακ/διορθώσεις), αδυναμία χορήγησης μικρών δόσεων (<0,5-1 U) και μεταβλητότητα απορρόφησης. Τα οφέλη από τη χρήση αντλιών ινσουλίνης περιλαμβάνουν βελτίωση του γλυκαιμικού ελέγχου (μείωση της HbA1c), μειωμένη γλυκαιμική μεταβλητότητα, μειωμένες σοβαρές υπογλυκαιμίες, μειωμένη συνολική ημερήσια δόση ινσουλίνης και βελτίωση της ποιότητας ζωής (μείωση του φόβου υπογλυκαιμιών και μεγαλύτερη ευελιξία στον καθημερινό τρόπο ζωής).

Οι περιορισμοί στη χρήση τους αφορούν ασθενείς χωρίς κίνητρο, ψυχολογικά ασταθείς ή με τάσεις αυτοκτονίας, άτομα με κατάχρηση αλκοόλ ή χρήση ναρκωτικών ουσιών, καθώς και ασθενείς που δεν έχουν τη νοητική, φυσική και τεχνική ικανότητα ορθής χρήσης της αντλίας, χωρίς την απαραίτητη εκπαίδευση στη διαχείριση της νόσου και στην αποτελεσματική χρήση του υπολογισμού των υδατανθράκων. Συνεπώς οι ενδείξεις χρήσης αντλίας συνεχούς έγχυσης ινσουλίνης είναι οι συχνές και σοβαρές υπογλυκαιμίες, η μεγάλη διακύμανση των επιπέδων γλυκόζης αίματος ανεξάρτητα από την τιμή της HbA1c, η κακή γλυκαιμική ρύθμιση (HbA1c <9%) παρά το εντατικοποιημένο σχήμα με πολλαπλές ενέσεις, η παρουσία μικροαγγειακών επιπλοκών, τα πολύ μικρά παιδιά (ηλικίας <7 ετών) ή εφηβοί με διαταραχές όρεξης, ασθενείς που επιθυμούν μεγαλύτερη ευελιξία στο καθημερινό τους πρόγραμμα και όταν προγραμματίζεται εγκυμοσύνη.

Υπάρχουν δεδομένα από κλινικές μελέτες και μετα-αναλύσεις, που συνδέουν τη χρήση των αντλιών ινσουλίνης με βελτίωση του γλυκαιμικού ελέγχου, μείωση της επίπτωσης υπογλυκαιμιών και κετοξέωσης σε παιδιά, εφήβους και ενήλικες με Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 1 (ΣΔΤ1), και βελτίωση του χρόνου εντός θεραπευτικού στόχου (time-in-range, TIR) με τα κυκλώματα αντλιών. Συνεπώς οι κατευθυντήριες οδηγίες της Αμερικανικής Διαβητολογικής Εταιρείας (ADA) περιλαμβάνουν τις αντλίες ινσουλίνης σε ασθενείς με ΣΔΤ1, για βελτίωση των γλυκαιμικών παραμέτρων και μείωση των υπογλυκαιμιών.

### Βιβλιογραφία

1. Ελληνική Διαβητολογική Εταιρεία. Κατευθυντήριες Οδηγίες για τον Σακχαρώδη Διαβήτη. 2025.
2. Pozzilli P, Battelino T, Danne T, Hovorka R, Jarosz-Chobot P, Renard E. Continuous subcutaneous insulin infusion in diabetes: patient populations, safety, efficacy, and pharmacoeconomics. *Diabetes Metab Res Rev* 2016; 32: 21-39. doi: 10.1002/dmrr.2653.
3. Pickup JC. Insulin-pump therapy for type 1 diabetes. *N Engl J Med* 2012; 366: 1616-24. doi: 10.1056/NEJMct1113948.
4. EQuality1 Study Group—Evaluation of QUALITY of Life and Costs in Diabetes Type 1; Nicolucci A, Maione A, Franciosi M, et al. Quality of life and treatment satisfaction in adults with Type1 diabetes: a comparison between continuous subcutaneous insulin infusion and multiple daily injections. *Diabet Med* 2008; 25: 213-20. doi: 10.1111/j.1464-5491.2007.02346.x.
5. Karges B, Schwandt A, Heidtmann B, et al. Association of insulin pump therapy vs insulin injection therapy with severe hypoglycemia, ketoacidosis, and glycemic control among children, adolescents, and young adults with type 1 diabetes. *JAMA* 2017; 318: 1358-66. doi: 10.1001/jama. 2017.13994.
6. Bekiari E, Kitsios K, Thabit H, et al. Artificial pancreas treatment for outpatients with type 1 diabetes: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2018; 361: k1310. doi: 10.1136/bmj.k1310.
7. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 7. Diabetes technology: Standards of care in diabetes—2025. *Diabetes Care* 2025; 48: (Suppl. 1): S146-S166. doi: 10.2337/dc25-S007.

## Προβλήματα κατά τη χρήση αντλιών ινσουλίνης

**Z.A. Ευσταθιάδου, MD, PhD**

*Ενδοκρινολόγος, Ενδοκρινολογικό Τμήμα ΑΠΘ, ΓΝΘ «Ιπποκράτειο»*

Η θεραπεία με αντλία ινσουλίνης, δηλαδή συνεχή υποδόρια χορήγηση ινσουλίνης (CSII), αποτελεί ένα ισχυρό τεχνολογικό εργαλείο για τη διαχείριση του διαβήτη, το οποίο συνιστάται ακόμη και άμεσα μετά τη διάγνωση του Σακχαρώδους Διαβήτη τύπου 1 (ΣΔΤ1), γιατί μπορεί να συμβάλει αποτελεσματικά στη βελτίωση του γλυκαιμικού ελέγχου.

Ωστόσο, η υιοθέτηση και η συνεχής χρήση της συνοδεύονται από μια σημαντική σειρά προκλήσεων που οι ασθενείς και οι επαγγελματίες υγείας πρέπει να αντιμετωπίσουν προσεκτικά.

Οι περιορισμοί είναι πολυδιάστατοι και αφορούν τεχνικά και μηχανικά θέματα, προκλήσεις που σχετίζονται με τον χρήστη, ιατρικούς κινδύνους και επιπλοκές, θέματα που αφορούν το lifestyle, και τέλος, οικονομικούς περιορισμούς.

Η αντλία είναι μία μηχανή που μπορεί να εμφανίσει δυσλειτουργίες, όπως βλάβες του μηχανισμού, σφάλματα λογισμικού και προβλήματα παροχής ενέργειας. Μία αντίστοιχη αστοχία δυνητικά θα μπορούσε να οδηγήσει σε επικίνδυνη υπερ- ή υπο-δοσολογία της ινσουλίνης. Συχνά τεχνικά προβλήματα αφορούν το σετ έγχυσης, με αποφράξεις λόγω τσακίσματος της σωλήνωσης, ή λόγω παραμονής φυσαλίδων αέρα κατά την αλλαγή.

Η ινσουλίνη σε παρατεταμένη –πέρα των 2 ή 3 ημερών– παραμονή της στον σωλήνα κρυσταλλοποιείται με αποτέλεσμα τη μείωση της αποτελεσματικότητάς της. Αυτές οι καταστάσεις μπορούν να προκαλέσουν πλήρη αλλά «σιωπηλή» διακοπή της παροχής ινσουλίνης, θέτοντας σε σοβαρό κίνδυνο το ινσουλινοθεραπευόμενο άτομο.

Πέρα από τα τεχνικά θέματα, σημαντικές είναι και οι προκλήσεις που σχετίζονται με τον χρήστη. Η εφαρμογή αντλίας προϋποθέτει πολύπλευρη εκπαίδευση του ατόμου, τόσο για τον υπολογισμό της περιεκτικότητας υδατανθράκων των τροφών, των boluses όσο και τον προγραμματισμό της αντλίας. Χρειάζεται συνεχής εγρήγορση με παρακολούθηση των επιπέδων γλυκόζης και ετοιμότητα για διόρθωσή τους με πένα ινσουλίνης εάν η αντλία δυσπραγήσει. Ακόμη, απαιτείται αυστηρή συμμόρφωση σε ένα πρόγραμμα συντήρησης, συμπεριλαμβανομένης της αλλαγής των σετ έγχυσης κάθε 2-3 ημέρες για την πρόληψη λοιμώξεων και θεμάτων απορρόφησης.

Άλλη σοβαρή διάσταση της θεραπείας με αντλία αποτελούν οι ιατρικοί κίνδυνοι και επιπλοκές. Η ταχεία έναρξη διαβητικής κετοξέωσης, μέσα σε ώρες από τη διακοπή της παροχής ινσουλίνης, είναι ίσως ο πιο σοβαρός κίνδυνος. Αντίστοιχα, υπογλυκαιμία μπορεί να προκληθεί από λάθη δοσολογίας, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της άσκησης.

Οι δερματικές εκδηλώσεις αποτελούν πολύ συχνή επιπλοκή. Μελέτες δείχνουν ότι αλλεργίες στα αυτοκόλλητα, τοπικοί ερεθισμοί, τραυματισμοί και λοιμώξεις ωθούν ένα μικρό αλλά σημαντικό ποσοστό χρηστών (2%-2,5%) να διακόψουν πλήρως τη χρήση των συσκευών τους. Η λιποϋπερτροφία στις θέσεις έγχυσης επιδρά στην απορρόφηση της ινσουλίνης, μειώνοντάς τη. Επιπλέον, η συνεχής φυσική παρουσία της συσκευής μπορεί να θέτει εμπόδια σε δραστηριότητες όπως τα σπορ και η ερωτική ζωή και τελικά να οδηγήσει σε διαταραγμένη εικόνα του σώματος. Στην κολύμβηση και τα έντονα αθλήματα, η αντλία κινδυνεύει να υποστεί βλάβη ή να αποκοπεί, γι' αυτό χρειάζεται παροδικά να αποσυνδεθεί. Η επιλογή ρουχισμού επίσης επηρεάζεται από την παρουσία της αντλίας, οδηγώντας σε αισθήματα στίγματος και αμηχανίας. Οι νυχτερινοί συναγερμοί για αποκλίσεις των τιμών γλυκόζης ή για αποφράξεις της αντλίας διαταράσσουν τον ύπνο και προστίθενται στο συνολικό βάρος της νόσου.

Τέλος, το κόστος –της ίδιας της συσκευής, σε συνδυασμό με το συνεχές κόστος των αναλωσίμων (σετ έγχυσης, ρεζερβουάρ)– και η έλλειψη προσβασιμότητας θέτουν σημαντικούς περιορισμούς.

Οι ασφαλιστικοί φορείς συχνά επιβάλλουν αυστηρά κριτήρια επιλεξιμότητας, όπως τεκμηριωμένη αστοχία των πολλαπλών ημερήσιων ενέσεων (MDI).

Συμπερασματικά, οι αντλίες ινσουλίνης αποτελούν μια πολύτιμη πρόοδο στην περίθαλψη των ατόμων με διαβήτη, προσφέροντας βελτιωμένο γλυκαιμικό έλεγχο, σταθερότητα και ευελιξία. Ωστόσο, η επιτυχής εφαρμογή τους, με παράλληλη εξασφάλιση βελτιωμένης ποιότητας ζωής, εξαρτάται από την προσεκτική επιλογή ασθενών, την περιεκτική και συνεχιζόμενη εκπαίδευση, τις δεξιότητες αντιμετώπισης προβλημάτων και ισχυρά συστήματα υποστήριξης για τον μετριασμό των εγγενών τεχνικών, ιατρικών και οικονομικών προκλήσεων.

## Βιβλιογραφία

1. Dekker P, Aanstoot HJ, Sas T, et al. Prevalence of and reasons for discontinuation of continuous subcutaneous insulin infusion in people with type 1 diabetes: a systematic review. *Diabetes Technol Ther* 2023; 25: 559-70. doi: 10.1089/dia.2023.0038.
2. Rigo RS, Levin LE, Belsito DV, Garzon MC, Gandica R, Williams KM. Cutaneous reactions to continuous glucose monitoring and continuous subcutaneous insulin infusion devices in type 1 diabetes mellitus. *J Diabetes Sci Technol* 2021; 15: 786-91. doi: 10.1177/1932296820918894.
3. Phillip M, Nimri R, Bergenstal RM, et al. Consensus recommendations for the use of automated insulin delivery technologies in clinical practice. *Endocr Rev* 2023; 44: 254-80. doi: 10.1210/edrv/bnac022.
4. Krouwer JS. An analysis of 2019 FDA adverse events for two insulin pumps and two continuous glucose monitors. *J Diabetes Sci Technol* 2022; 16: 228-32. doi: 10.1177/1932296820951872.

## Από το χθες στο σήμερα. Διευρύνοντας το φάσμα των ινσουλινών

### Δ.Ι. Παπαδοπούλου

Ειδικός Παθολόγος – Διαβητολόγος, Α' Παθολογική Κλινική ΠΓΝΘ ΑΧΕΠΑ, Μονάδα Μεσογειακής Αναιμίας και Διαβητολογικό Κέντρο

Η ανακάλυψη της ινσουλίνης από τους Banting και Best το 1922 αποτέλεσε ορόσημο για τη θεραπεία του διαβήτη. Τη δεκαετία του '80 χρησιμοποιώντας την τεχνική του ανασυνδυασμένου DNA κατέστη δυνατή η σύνθεση ανθρώπινης ινσουλίνης ενώ τη δεκαετία του '90 η τεχνική αυτή οδήγησε στην παραγωγή αναλόγων ινσουλίνης ταχείας και μακράς δράσης με σκοπό να μιμηθούν με μεγαλύτερη ακρίβεια τη φυσιολογική έκκριση ινσουλίνης.<sup>1</sup> Τα ταχείας δράσης ανάλογα ινσουλίνης (Lispro, Aspart, Glulisine) παρουσιάζουν ταχύτερη απορρόφηση και μικρότερη διάρκεια δράσης και εξασφαλίζουν σημαντικά λιγότερες νυκτερινές και όψιμης έναρξης υπογλυκαιμίες. Επίσης λόγω της ταχύτερης έναρξης δράσης τους παρατηρήθηκε καλύτερη μεταγευματική γλυκαιμία.<sup>2</sup> Τα μακράς δράσης ανάλογα Glargine και Detemir εξασφαλίζουν 24ωρη περίπου διάρκεια δράσης, γεγονός που συνεπάγεται τη χορήγησή τους μια φορά την ημέρα στους περισσότερους ασθενείς. Η Detemir λόγω του μικρότερου χρόνου δράσης της είναι πιθανό να απαιτεί χορήγηση 2 φορές την ημέρα ιδιαίτερα σε ασθενείς με Σακχαρώδη Διαβήτη Τύπου 1 (ΣΔΤ1). Τα μακράς δράσης ανάλογα παρουσιάζουν μικρότερη μεταβλητότητα στην απορρόφηση με συνέπεια μια πιο προβλέψιμη γλυκαιμική απόκριση η οποία είναι χρήσιμη για την τιτλοποίηση της δόσης. Τα συγκεκριμένα ανάλογα επιτυγχάνουν καλύτερο έλεγχο της γλυκόζης νηστείας και μικρότερο αριθμό υπογλυκαιμιών συμπεριλαμβανομένης και της νυκτερινής υπογλυκαιμίας.<sup>3</sup>

Η ανάγκη για ευελιξία και καλύτερη ποιότητα ζωής οδήγησε στην ανάπτυξη των αναλόγων δεύτερης γενιάς. Τα υπερταχείας δράσης ανάλογα ινσουλίνης Aspart και Lispro έχουν εξαιρετικά γρήγορα χαρακτηριστικά με ταχύτερη έναρξη δράσης και συνεπώς μείωση της ανάγκης για προγραμματισμό της χορήγησής τους σε σχέση με τα γεύματα, αυξημένη πρώιμη και μειωμένη όψιμη έκθεση, βελτίωση των μεταγευματικών αιχμών, ενώ κατά τη χρήση τους σε αντλίες συνεχούς έγχυσης ινσουλίνης έδειξαν λιγότερο χρόνο σε υπογλυκαιμία.<sup>4</sup> Τα νεότερα μακράς δράσης ανάλογα (Glargine U-300, Degludec) χαρακτηρίζονται από παρατεταμένη διάρκεια δράσης που μπορεί να φτάσει τις 30-40 ώρες και ενισχύει περαιτέρω τη δυνατότητα χορήγησης μια φορά την ημέρα, ενώ ταυτόχρονα προσφέρει μεγάλη ευελιξία στον χρόνο χορήγησης αν για οποιονδήποτε λόγο η χορήγηση δεν γίνει εντός του 24ώρου. Επίσης παρουσιάζουν χαμηλότερες μεταγευματικές αιχμές και πιο επίπεδο προφίλ ώστε να προκαλούν ακόμα λιγότερες υπογλυκαιμίες σε σχέση με τα προηγούμενης γενιάς μακράς δράσης ανάλογα.

Όσον αφορά τα μείγματα ινσουλίνης χρησιμοποιήθηκαν περισσότερο κατά το παρελθόν αλλά λόγω της δυσκολίας τιτλοποίησης της δόσης για την επίτευξη του στόχου, σε συνδυασμό με την πληθώρα πλέον των θεραπευτικών παρεμβάσεων δεν αποτελούν επιλογή παρά μόνο σπάνια.

Οι εξελίξεις στον τομέα της ινσουλινοθεραπείας συνεχίζονται και η εβδομαδιαία βασική ινσουλίνη έχει ήδη κυκλοφορήσει. Οι μελέτες έχουν δείξει ότι οδήγησε σε αντίστοιχες ή και σε μεγαλύτερες μειώσεις στη HbA1c συγκριτικά με τα σημερινά βασικά ανάλογα, βελτίωσε τη συμμόρφωση και ικανοποίηση από τη θεραπεία και σχετίζεται με καλύτερο χρόνο εντός στόχου. Η ελπίδα ότι η ευκολία του θεραπευτικού σχήματος θα αποτελέσει κίνητρο για καλύτερη συμμόρφωση, θα υπερκεράσει την κλινική αδράνεια και θα οδηγήσει σε αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση του διαβήτη, πάντα υπό το πρίσμα της ασφάλειας, απομένει να επιβεβαιωθεί στην καθημερινή κλινική πρακτική.<sup>5</sup>

Η ινσουλίνη παραμένει στον θεραπευτικό αλγόριθμο του διαβήτη έχοντας συγκεκριμένες ενδείξεις. Οι αναστολείς του συμμεταφορέα γλυκόζης-νατρίου και οι αγωνιστές GLP1 υποδοχέων με τις πλειοτρόπες δράσεις τους καθιστούν την προσθήκη της ινσουλίνης λιγότερο αναγκαία. Ωστόσο παραμένει πάντα στη θεραπευτική φαρέτρα προκειμένου να επιτευχθεί η καλύτερη γλυκαιμική ρύθμιση.

## Βιβλιογραφία

1. Bolli GB, Porcellati F, Lucidi P, Fanelli CG, Owens DR. One-hundred year evolution of prandial insulin preparations: From animal pancreas extracts to rapid-acting analogs. *Metabolism*. 2022; 126: 154935. doi: 10.1016/j.metabol.2021.154935.
2. Brink SJ. Insulin past, present, and future: 100 years from Leonard Thompson. *Diabetology* 2022; 3: 117-58. doi: 10.3390/diabetology3010010.
3. Retnakaran R, Zimman B. The ongoing evolution of basal insulin therapy over 100 years and its promise for the future. *Diabetes Obes Metab* 2022; 24: (Suppl. 1): 17-26. doi: 10.1111/dom.14552.
4. Leohr J, Dellva MA, Coutant DE, et al. Pharmacokinetics and glucodynamics of Ultra Rapid Lispro (URLi) versus Humalog® (Lispro) in patients with type 2 diabetes mellitus: a phase I randomised, crossover study. *Clin Pharmacokinet* 2020; 59: 1601-10. doi: 10.1007/s40262-020-00901-2.
5. Ribeiro E Silva R, de Miranda Gauza M, Guisso MES, da Silva JON, Kohara SK. Once-weekly insulin Icodec vs. once-daily insulin Glargine U100 for type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of phase 2 randomized controlled trials. *Arch Endocrinol Metab* 2023; 67: e000614. doi: 10.20945/2359-3997000000614.

## Λιποϋπερτροφία και ινσουλίνη. Πόσο επηρεάζεται η ρύθμιση

### Κ. Δολιανίτης

Παθολόγος – Διαβητολόγος, Διευθυντής ΕΣΥ, Παθολογική Κλινική – Υπεύθυνος Διαβητολογικού Κέντρου, ΓΝΘ «Γ. Παπανικολάου»

Η λιποϋπερτροφία (LH) χαρακτηρίζεται από υπερτροφία και υπερπλασία του λιπώδους ιστού στο υποδόριο στα σημεία των ενέσεων ινσουλίνης στα ινσουλινοθεραπευόμενα άτομα με διαβήτη. Αποτελεί πολύ συχνή επιπλοκή της ινσουλινοθεραπείας και επηρεάζει σημαντικά την απορρόφηση και κατά συνέπεια τη δράση της ινσουλίνης δυσχεραίνοντας τη γλυκαιμική ρύθμιση. Τα λιποϋπερτροφικά σημεία είναι πιο ελκυστικά για τους ασθενείς διότι είναι πιο ανώδυνα αλλά είναι προβληματικά για την ινσουλινοθεραπεία και πρέπει να αναγνωρίζονται και να αποφεύγονται.<sup>1</sup>

Επιδημιολογικά δεδομένα δείχνουν εμφάνιση LH σε ποσοστό 41,8% σε ινσουλινοθεραπευόμενα άτομα με διαβήτη αλλά όταν αυτά συνδυάζονται με τα δεδομένα από υπερηχογραφικές μελέτες τα ποσοστά φτάνουν το 86,5%.<sup>2</sup>

Κυρίως δύο μηχανισμοί επικρατούν ως αιτιοπαθογενετικοί και αφορούν:

1) τη βιολογική και κυρίως την αναβολική δράση της ινσουλίνης τοπικά στον λιπώδη ιστό με αποτέλεσμα τη συσσώρευση και διαφοροποίηση των λιποκυττάρων,

2) τον μηχανικό ερεθισμό από την ένεση κυρίως, όταν δεν γίνεται σωστά η κυκλική εναλλαγή των σημείων χορήγησης, με συνοδά ήπια φαινόμενα φλεγμονής και ίνωσης.<sup>1,4</sup>

Αρχικά εμφανίζεται πάχυνση με μορφή ελαστικής ανώδυνης διόγκωσης του δέρματος. Όσο συνεχίζονται οι ενέσεις στις περιοχές αυτές έχουμε την εμφάνιση όζων με τάση να μεγαλώνουν σταδιακά σε μέγεθος και αριθμό.<sup>1,3</sup>

Οι βλάβες εντοπίζονται με επισταμένη κλινική εξέταση με επισκόπηση και ψηλάφηση. Με την πτύχωση του δέρματος μπορεί να γίνουν πιο εύκολα ορατές περιοχές LH με επίπεδη κατανομή καθώς και με την αλλαγή θέσης του σώματος από ύπτια σε όρθια.

Δεδομένα μελετών από εκπαιδευμένο προσωπικό στην ανίχνευση βλαβών λιποϋπερτροφίας οδήγησαν σε ακρίβεια εντοπισμού των βλαβών σε ποσοστό 97% συγκριτικά με την υπερηχογραφική εξέταση.<sup>3</sup>

Κύριοι επιβαρυντικοί παράγοντες από δεδομένα μελετών είναι:

- η μη εναλλαγή σημείων ένεσης (rotation) ιδίως όταν η έγχυση αφορά περιοχή επιφάνειας με εμβαδό μικρότερο από 8,5 × 5,5 cm,
- η επαναχρησιμοποίηση της βελόνας,
- οι πολλαπλές ενέσεις ημερησίως,
- το μέγεθος της βελόνας (μεγαλύτερο μήκος και διάμετρος),
- η χρήση ψυχρών σκευασμάτων ινσουλινών,
- η ανθρώπινη ινσουλίνη (πιο επιβαρυντική σε σχέση με τα ανάλογα ινσουλινών).<sup>1,3</sup>

### Κλινικές συνεπειες της λιποϋπερτροφίας

Σαφώς επηρεασμένη εμφανίζεται τόσο η φαρμακοκινητική όσο και η φαρμακοδυναμική της ινσουλίνης στις LH περιοχές. Η απορρόφηση, ο μεταβολισμός και η δράση της ινσουλίνης στις λιποϋπερτροφικές περιοχές είναι βραδύτερη και απρόβλεπτη με αποτέλεσμα οι ασθενείς να εμφανίζουν με βάση τα αποτελέσματα μετα-αναλύσεων:

1. Συχνότερα ανεξήγητη υπογλυκαιμία (6,98 φορές μεγαλύτερος ο κίνδυνος)
2. Συνολικά αυξημένη τάση υπογλυκαιμιών (6,65 φορές μεγαλύτερος ο κίνδυνος)

3. Αυξημένη γλυκαιμική μεταβλητότητα (5,24 φορές)
4. Στατιστικά σημαντικά υψηλότερη τιμή HbA1c (κατά 0,55%)
5. Στατιστικά σημαντικά χειρότερη γλυκαιμική ρύθμιση (2,77 φορές μεγαλύτερος ο κίνδυνος για HbA1c >7%)
6. Αυξημένες ανάγκες σε ινσουλίνη (κατά μέσο όρο 7,68 UI/d)
7. Συνολικά αυξημένο κόστος στη διαχείριση της νόσου.<sup>1,2</sup>

Όσον αφορά τον τρόπο πρόληψης αλλά και υποστροφής σε σημαντικό βαθμό των βλαβών μία είναι η προτεινόμενη λύση, η συνεχιζόμενη εκπαίδευση και συγκεκριμένα:

- Σωστή τεχνική, σωστή επιλογή βελόνας ινσουλίνης και αποφυγή επαναχρησιμοποίησής της
- Σωστή επιλογή θέσης με εναλλαγή σημείων ένεσης (rotation).

Πρέπει οι ασθενείς να γνωρίζουν πως όταν χορηγούν την ινσουλίνη σε περιοχές με λιποϋπερτροφία μπορεί να μειώνεται η δράση της κατά 25%-30%.<sup>1,2</sup> Σε μελέτη μετά από πρόγραμμα εκπαίδευσης με προτίμηση βελονών ινσουλίνης μεγέθους 4 mm οι ασθενείς εμφάνισαν μείωση κατά 50% της LH έως και πλήρη υποστροφή της σε όλα τα σημεία.<sup>5</sup>

## Βιβλιογραφία

1. Tian T, Aaron RE, Huang J, et al. Lipohypertrophy and insulin: an update from the diabetes technology society. *J Diabetes Sci Technol* 2023; 7:1711-21. doi: 10.1177/19322968231187661.
2. Mader JK, Fornengo R, Hassoun A, et al. Relationship between lipohypertrophy, glycemic control, and insulin dosing: a systemic meta-analysis. *Diabetes Technol Ther* 2024; 26: 351-62. doi: 10.1089/dia.2023.0491.
3. Gentile S, Guarino G, Giancaterini A, Guida P, Strollo F; AMD-OSDI Italian Injection Technique Study Group. A suitable palpation technique allows to identify skin lipohypertrophic lesions in insulin-treated people with diabetes. *Springerplus* 2016; 5: 563. doi: 10.1186/s40064-016-1978-y.
4. Yu J, Wang H, Zhou M, et al. A hypothesis on the progression of insulin-induced lipohypertrophy: an integrated result of high-frequency ultrasound imaging and blood glucose control of patients. *Diagnostics* 2023; 13: 1515. doi: 10.3390/diagnostics13091515.
5. Smith M, Clapham L, Strauss K. UK lipohypertrophy interventional study. *Diabetes Res Clin Pract* 2017; 126: 248-53. doi: 10.1016/j.diabres.2017.01.020.

## Ανάγνωση των δεικτών γλυκαιμίας στα συστήματα συνεχούς καταγραφής γλυκόζης

**Μ. Σώμαλη, MD, PhD**

Ενδοκρινολόγος, Τμήμα Ενδοκρινολογίας, Σακχαρώδη Διαβήτη και Μεταβολισμού, Διαβητολογικό Κέντρο, Γενική Κλινική, Θεσσαλονίκη

Ο αυτοέλεγχος μαζί με τη μέτρηση της γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης (HbA1c) αποτελούν μία σημαντική μέθοδο παρακολούθησης της γλυκαιμίας των ατόμων με διαβήτη. Το κύριο μειονέκτημα του αυτοελέγχου είναι ότι παρέχει στιγμιαίες τιμές γλυκόζης, με αποτέλεσμα συχνά να μην γίνονται αντιληπτές η υπογλυκαιμία και η υπεργλυκαιμία. Η εξαγωγή συμπερασμάτων είναι επίσης δυσχερής αφού τα δεδομένα είναι συχνά ανεπαρκή όπως ανεπαρκής είναι και ο χρόνος για την ανίχνευση τάσεων σε χειρόγραφες καταγραφές που ανασκοπούνται κατά τη διάρκεια των σύντομων επισκέψεων στο ιατρείο.

Η HbA1c αποτελεί έμμεσο δείκτη της μέσης τιμής γλυκόζης των τελευταίων 3 μηνών και έχει ισχυρή προγνωστική αξία σχετικά με τις επιπλοκές του Σακχαρώδους Διαβήτη (ΣΔ). Έχει βέβαια περιορισμούς όπως το ότι δεν ανιχνεύει τάσεις υπογλυκαιμίας ή υπεργλυκαιμίας, δεν αποκαλύπτει μοτίβα γλυκαιμίας ή διακυμάνσεις της γλυκόζης αίματος και επηρεάζεται από παράγοντες όπως αιμολυτικές ή άλλης αιτιολογίας αναιμίες, ανεπάρκεια G-6PD, τελευταίο στάδιο ΧΝΑ, εγκυμοσύνη και αιμοσφαιρινοπάθειες.<sup>1</sup> Ως αποτέλεσμα, σε ασθενείς με ίδια επίπεδα A1c να απαιτείται διαφορετική αντιμετώπιση και θεραπεία.

Αναφορικά με τις επιπλοκές του ΣΔ, σημασία έχει ο χρόνος που βρίσκεται κανείς σε διαφορετικά επίπεδα γλυκόζης, πώς πετυχαίνουμε τον μέσο όρο και η μεταβλητότητα της γλυκόζης.<sup>2</sup> Στη συνεχή καταγραφή γλυκόζης σε πραγματικό χρόνο ο ασθενής έχει τη δυνατότητα να παρακολουθεί το σάκχαρό του ανά πάσα στιγμή και παρακολουθώντας την απεικόνιση της τάσης του σακχάρου για υπο- ή υπεργλυκαιμία στην προηγούμενη ½-1 ώρα οι αποφάσεις από τον ασθενή ή τον θεράποντα γιατρό λαμβάνονται σε συνδυασμό με την τιμή που δείχνει στην οθόνη εκείνη τη στιγμή.<sup>3</sup>

Η **συσχέτιση των δεικτών των συστημάτων συνεχούς καταγραφής γλυκόζης (Continuous Glucose Monitoring, CGM) με τις επιπλοκές και τις τιμές HbA1c** έδωσε τη δυνατότητα για διερεύνηση και σύγκριση της αποτελεσματικότητας και της ασφάλειας των θεραπειών και της τεχνολογίας στην κλινική πράξη στον Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 1 (ΣΔτ1), τον Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 2 (ΣΔτ2), την κύηση, τον προδιαβήτη, στην έρευνα και στις κλινικές μελέτες ώστε να επιτυγχάνεται βελτίωση του γλυκαιμικού ελέγχου και προσδόκιμο ζωής ελεύθερο επιπλοκών.<sup>3,4,5,6</sup>

Θα πρέπει να αξιολογείται η ποιότητα της καταγραφής, όπως π.χ. η διάρκειά της, η διακοπή της ή απότομες αλλαγές στα επίπεδα σακχάρου. Η Μέση Απόλυτη Διαφορά (MAD%) και η Μέση Απόλυτη Σχετική Διαφορά (MARD) αναφέρονται στην ακρίβεια των μετρήσεων του καταγραφέα. Ο δείκτης MAD% υπολογίζεται μεταξύ 10% και 15% και αντανάκλα τη διαφορά της τιμής της γλυκόζης του τριχοειδικού αίματος και αυτής του διάμεσου υγρού.

Η μέση τιμή γλυκόζης του καταγραφέα αφορά τη μέση τιμή όλων των καταγραφών και η μέση τιμή της γλυκόζης του τριχοειδικού αίματος αφορά τη μέση τιμή των βαθμονομήσεων. Αυτές οι δύο τιμές μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τις διακυμάνσεις της γλυκόζης. Η σταθερή απόκλιση, αφορά το εύρος των τιμών της γλυκόζης και αντανάκλα τη διακύμανση αυτών.

### Γλυκαιμικοί δείκτες – συνιστώμενος χρόνος εντός στόχων<sup>3,4,5,6</sup>

#### TIR – Time in Range

Η μείωση του χρόνου εντός στόχου έχει συσχετιστεί με μεγαλύτερο κίνδυνο μικροαγγειακών επιπλοκών.

- >70% των ενδείξεων (δηλαδή περίπου 17 ώρες την ημέρα) σε τιμές γλυκόζης από 70 έως 180 mg/dL
- Στις εγκυμονούσες με ΣΔ1: >70% των ενδείξεων εντός εύρους στόχου: 63-140 mg/dL
- Ηλικίες <25 ετών: >60% εντός εύρους στόχου 70-180 mg/dL
- Ατομα μεγαλύτερης ηλικίας/υψηλού κινδύνου: >50% εντός εύρους στόχου 70-180 mg/dL

#### TAR – Time Above Range

<25% των ενδείξεων (δηλαδή λιγότερο από 6 ώρες την ημέρα) σε τιμές γλυκόζης >180 mg/dL

#### TBR – Time Below Range

<4% των ενδείξεων (δηλαδή λιγότερο από 1 ώρα την ημέρα) σε τιμές γλυκόζης <70 mg/dL

Ο βασικός στόχος για αποτελεσματική και ασφαλή ρύθμιση της γλυκόζης είναι να αυξηθεί ο χρόνος εντός θεραπευτικού στόχου και παράλληλα να μειωθεί ο χρόνος κάτω του στόχου.

#### T1TR – Time in Tight Range (στενά σχετιζόμενος με CV με εύρος στόχου 70-140 mg/dL)

Για τιμές GMI <6,5%-7,0% και TIR 70%, ο T1TR εκτιμάται στο 50%

#### CV – Glucose Variability (εύρος διακύμανσης)

Υπολογίζεται διαιρώντας τη σταθερή απόκλιση με τη διάμεση τιμή γλυκόζης (Επιθυμητή τιμή, CV <36%)

#### GMI – Glucose Management Indicator (%) = $3,31 + 0,02392 \times \text{mean glucose (mg/dL)}$

Αντανακλά εκτίμηση της HbA1c κατά προσέγγιση, χρησιμοποιώντας τη διάμεση τιμή γλυκόζης του αισθητήρα. Προσφέρει εκτιμήσεις του γλυκαιμικού ελέγχου για μικρότερα χρονικά διαστήματα συγκριτικά με την HbA1c. Δεν αντικαθιστά την HbA1c και θα πρέπει να συνεκτιμάται.

### Βιβλιογραφία

1. American Diabetes Association. 6. Glycemic Targets: Standards of Medical Care in Diabetes – 2019. *Diabetes Care* 2019; 42: (Suppl 1): S61-S70. doi: 10.2337/dc19-S006.
2. Bergenstal RM, Ahmann AJ, Bailey T, et al. Recommendations for standardizing glucose reporting and analysis to optimize clinical decision making in diabetes: the Ambulatory Glucose Profile (AGP). *Diabetes Technol Ther* 2013; 15: 198-211. doi: 10.1089/dia.2013.0051.
3. Battelino T, Danne T, Bergenstal RM, et al. Clinical targets for continuous glucose monitoring data interpretation: recommendations from the international consensus on Time in Range. *Diabetes Care* 2019; 42: 1593-603. doi: 10.2337/dci19-0028.
4. Beck RW, Bergenstal RM, Riddlesworth TD, et al. Validation of Time in Range as an outcome measure for diabetes clinical trials. *Diabetes Care* 2019; 42: 400-6. doi: 10.2337/dc18-1444.
5. Vigersky RA, McMahon C. The relationship of hemoglobin A1C to Time-in-Range in patients with diabetes. *Diabetes Technol Ther* 2019; 21: 81-5. doi: 10.1089/dia.2018.0310.
6. Murphy HR. Continuous glucose monitoring targets in type 1 diabetes pregnancy: every 5% time in range matters. *Diabetologia* 2019; 62: 1123-8. doi: 10.1007/s00125-019-4904-3.

## Teplizumab στον σακχαρώδη διαβήτη τύπου 1

**Π. Τριανταφύλλου, MD, PhD**

Παιδίατρος – Παιδοδιαβητολόγος

Ο Σακχαρώδης Διαβήτης τύπου 1 (ΣΔτ1) είναι μία αυτοάνοση νόσος που χαρακτηρίζεται από την καταστροφή των β-κυττάρων του παγκρέατος, οδηγώντας σε υπεργλυκαιμία λόγω ένδειας ινσουλίνης. Πρόκειται για τη συχνότερη μορφή σακχαρώδους διαβήτη στα παιδιά και τους εφήβους. Η φυσική πορεία του νοσήματος περιλαμβάνει 4 στάδια βάσει της παρουσίας αυτοαντισωμάτων και της κλινικής εικόνας. Το στάδιο 1 χαρακτηρίζεται από την παρουσία αυτοαντισωμάτων, αλλά τα άτομα είναι ασυμπτωματικά με φυσιολογικές τιμές σακχάρου. Στο στάδιο 2 πέρα από την παρουσία αυτοαντισωμάτων διαπιστώνονται και αυξημένες τιμές σακχάρου νηστείας ή μετά από δοκιμασία φόρτισης με γλυκόζη και γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη μεταξύ 5,7%-6,5%. Επιπλέον διακρίνονται δύο υποστάδια το 2α και το 2β ανάλογα με τις τιμές σακχάρου. Στο στάδιο 3 πληρούνται τα κριτήρια διάγνωσης του σακχαρώδους διαβήτη. Διακρίνουμε και εδώ δύο υποστάδια: το 3α όταν πρόκειται για ασυμπτωματικούς ασθενείς και το 3β όταν η υπεργλυκαιμία συνοδεύεται από τα κλασικά συμπτώματα. Το στάδιο 4 χαρακτηρίζει τη μακροχρόνια πορεία της νόσου μετά την κλινική διάγνωση. Το 90% των ατόμων με 2 ή περισσότερα αυτοαντισώματα θα περάσει στο στάδιο 3 της κλινικής διάγνωσης του νοσήματος μέσα στα επόμενα 15 χρόνια, σε σχέση με το 15% των ατόμων με ένα μόνο θετικό αυτοαντίσωμα.

Η παρούσα αντιμετώπιση του ΣΔτ1 αφορά στην εφ' όρου ζωής χορήγηση ινσουλίνης για ανακούφιση από τα συμπτώματα και πρόληψη των επιπλοκών. Ωστόσο τα τελευταία χρόνια το ερευνητικό ενδιαφέρον έχει στραφεί στην προσπάθεια πρόληψης και χορήγησης ανοσοτροποποιητικών παραγόντων που θα μπορούσαν να προστατεύσουν τα β-κύτταρα και να διατηρήσουν τη λειτουργικότητά τους. Τον Νοέμβριο του 2022 πήρε έγκριση από τον Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ το Teplizumab, το πρώτο ανοσοτροποποιητικό φάρμακο σχεδιασμένο να καθυστερεί την κλινική εμφάνιση του ΣΔτ1 όταν χορηγείται σε ασθενείς σταδίου 2, ηλικίας μεγαλύτερης των 8 ετών. Πρόκειται για ένα μονοκλωνικό anti-CD3 αντίσωμα που αναστέλλει τη δράση των T-λεμφοκυττάρων. Η χορήγηση του Teplizumab βάσει των κλινικών μελετών φαίνεται να καθυστερεί την εμφάνιση του νοσήματος κατά 33,5 μήνες. Επιπλέον το 50% των ατόμων της ομάδας του Teplizumab ήταν ελεύθερο νόσου μετά από 76,9 μήνες παρακολούθησης σε σχέση με το 22% της ομάδας ελέγχου. Οι πιθανές ανεπιθύμητες ενέργειες θεωρούνται ήπιες και περιλαμβάνουν λεμφοπενία, εξάνθημα, λευκοπενία και κεφαλαλγία. Ιδιαίτερης προσοχής χρήζει το ενδεχόμενο εμφάνισης συνδρόμου απελευθέρωσης κυτταροκινών τις πρώτες μέρες από τη χορήγηση του φαρμάκου. Παράμετροι που χρήζουν διευκρίνισης αφορούν στην αποτελεσματικότητα και ασφάλεια σε μικρότερες ηλικίες καθώς και στη δοσολογία και διάρκεια αγωγής σε σχέση με το βέλτιστο αποτέλεσμα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζει η πρώιμη ανίχνευση των ατόμων που θα μπορούσαν να επωφεληθούν από ανάλογες παρεμβάσεις καθώς και των παραμέτρων που θα μπορούσαν να καθορίσουν την καλύτερη πρόγνωση.

### Βιβλιογραφία

1. Haller MJ, Bel KJ, Besser REJ, et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2024: Screening, staging, and strategies to preserve beta-cell function in children and adolescents with type 1 diabetes. *Horm Res Paediatr* 2024; 97: 529-45. doi: 10.1159/000543035.
2. Saleem MR, Khan MT. Teplizumab: a promising intervention for delaying type 1 diabetes progression. *Front Endocrinol (Lausanne)* 2025; 16: 1533748. doi: 10.3389/fendo.2025.1533748.
3. Henriques FL, Buckle I, Forbes JM. Type 1 diabetes mellitus prevention: present and future. *Nat Rev Endocrinol* 2025; 21: 608-22. doi: 10.1038/s41574-025-01128-6.

4. *Khine A, Quandt Z.* From prediction to prevention: the intricacies of islet autoantibodies in type 1 diabetes. *Curr Diab Rep* 2025; 25: 38. doi: 10.1007/s11892-025-01595-1.
5. *Sydney GI, Wu SS, Herold KC.* Moving the goalposts closer: using intermediate end points in type 1 diabetes prevention trials. *Diabetes Care* 2025; 48: 1318-9. doi: 10.2337/dci25-0041.
6. *Wilson MAR, Pozzilli P.* What type 1 diabetes endotype is most suitable for anti-CD3 antibodies prevention trials? *Diabetes Complications* 2025; 39: 109132. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2025.109132.

## Ενδείξεις της συνεχούς καταγραφής των επιπέδων γλυκόζης υποδορίως με τη χρήση ειδικών αισθητήρων στη θεραπευτική αντιμετώπιση του σακχαρώδους διαβήτη

### Τ. Διδάγγελος

Καθηγητής Παθολογίας – Διαβητολογίας, Ιατρική Σχολή ΑΠΘ, Υπεύθυνος Διαβητολογικού Τμήματος, Α' Προπαιδευτικής Κλινικής, ΠΓΝΘ ΑΧΕΠΑ

Η συνεχής καταγραφή των επιπέδων γλυκόζης υποδορίως (Continuous Glucose Monitoring, CGM) με τη χρήση ειδικών αισθητήρων μπορεί να συνεισφέρει με μοναδικό τρόπο στην καλύτερη αντιμετώπιση του σακχαρώδους διαβήτη (ΣΔ) και ιδιαίτερα των ατόμων που χρησιμοποιούν ινσουλίνη για τον μεταβολικό έλεγχο του διαβήτη. Ιδιαίτερα, τα τελευταία χρόνια αποτελεί μία ολοένα και συχνότερα χρησιμοποιούμενη τεχνολογική εξέλιξη λόγω και της κατασκευής μοντέλων, τα οποία είναι περισσότερο ακριβή στις μετρήσεις, αλλά και της απλοποίησης της χρήσης τους. Μπορεί να παράσχει χρήσιμες πληροφορίες για τη διακύμανση των επιπέδων γλυκόζης κατά τη διάρκεια ολόκληρου του 24ώρου (σήμερα ιδιαίτερα χρήσιμη και στο πρόβλημα των υπογλυκαιμικών επεισοδίων) και να βοηθήσει στη λήψη των κατάλληλων αποφάσεων σχετικά με τη λήψη τροφής, την άσκηση και τη θεραπευτική αγωγή που θα πρέπει να ακολουθηθεί.

Ο ορισμός αυτού του τύπου αισθητήρα γλυκόζης θα μπορούσε να είναι ο ακόλουθος: μία συσκευή, η οποία τοποθετείται στο σώμα του ατόμου με ΣΔ και που προσδιορίζει αυτόματα, επανειλημμένα (σε τακτά χρονικά διαστήματα), άμεσα και με ακρίβεια τα επίπεδα γλυκόζης από τον περιβάλλοντα χώρο, εντός του οποίου βρίσκεται και συγκεκριμένα από το υγρό του υποδόριου ιστού. Ένας αισθητήρας αποτελείται από τρία μέρη: 1) από το τμήμα που τοποθετείται στο σώμα (ηλεκτρόδιο), 2) από έναν ασύρματο μεταφορέα των μετρήσεων και 3) από μία συσκευή, η οποία παραλαμβάνει τις μετρήσεις και τις γνωστοποιεί μέσω οθόνης στον ασθενή. Πραγματοποιεί μετρήσεις της γλυκόζης καθ' όλη τη διάρκεια του 24ώρου ανά τακτά χρονικά διαστήματα, τα οποία κυμαίνονται από 5 έως 15 λεπτά.

Υπό έρευνα βρίσκονται άλλοι εμφυτεύσιμοι τύποι CGM μακράς διάρκειας οι οποίοι χρησιμοποιούν είτε άλλες μεθόδους ενζυματικής μέτρησης της γλυκόζης στο υγρό του διάμεσου χώρου οι οποίοι χρησιμοποιούν είτε άλλες μεθόδους ενζυματικής μέτρησης της γλυκόζης στο υγρό του διάμεσου χώρου είτε μεθόδους οπτικής ή ωσμωτικής τεχνολογίας. Άλλοι ερευνητές μελετούν την πιθανότητα μη επεμβατικής μέτρησης της γλυκόζης από τα δάκρυα.

### Ενδείξεις χρήσης αισθητήρων γλυκόζης

Η CGM τεχνολογία μπορεί να έχει εφαρμογή σε ένα ευρύ πεδίο ατόμων με Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 1 (ΣΔτ1), αλλά και Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 2 (ΣΔτ2), οι οποίοι υποβάλλονται σε ινσουλinoθεραπεία. Μία από τις κύριες ενδείξεις των αισθητήρων γλυκόζης είναι οι περιπτώσεις εκείνες στις οποίες πρέπει να εξακριβωθούν οι ευρείες διακυμάνσεις των επιπέδων γλυκόζης. Τη δυνατότητα αυτή δεν την παρέχει ο συνηθισμένος αυτοέλεγχος, στον οποίο γίνονται συνήθως 4 έως 7 μετρήσεις/24ωρο, ενώ με τον αισθητήρα γλυκόζης πραγματοποιούνται 288 μετρήσεις/24ωρο. Επίσης, οι αισθητήρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόληψη των υπογλυκαιμικών επεισοδίων κατά τη νύχτα, για τη διερεύνηση της ανεπίγνωστης υπογλυκαιμίας και για τη λήψη θεραπευτικών αποφάσεων σχετικών με την επίτευξη καλύτερου μεταβολικού ελέγχου σε άτομα που χρησιμοποιούν είτε αντλίες συνεχούς χορήγησης ινσουλίνης υποδορίως είτε σχήματα ενέσεων ινσουλίνης.

Ειδικότερα, για τις υπογλυκαιμίες κυκλοφορεί στην ελληνική αγορά μοντέλο αντλίας ινσουλίνης το οποίο σε συνδυασμό με το CGM είναι δυνατό να προλάβει την εμφάνιση υπογλυκαιμίας με την αυτόματη

διακοπή χορήγησης ινσουλίνης σε χαμηλές τιμές γλυκόζης. Η περαιτέρω βελτίωση των αισθητήρων γλυκόζης μελλοντικά πιθανόν να έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία του λεγόμενου «κλειστού κυκλώματος» χορήγησης ινσουλίνης («τεχνητό πάγκρεας»). Πρόκειται για μία συσκευή, η οποία θα μετρά τα επίπεδα γλυκόζης και θα χορηγεί την απαιτούμενη ποσότητα ινσουλίνης. Ήδη, με το μοντέλο τεχνολογίας αυτόματης ρύθμισης του βασικού ρυθμού (Auto Mode option) επιτυγχάνεται ιδιαίτερα κατά τις νυχτερινές ώρες άριστη γλυκαιμική ρύθμιση. Ειδικότερα όμως για άτομα με ΣΔΤ1 τα οποία επιθυμούν να ασχοληθούν με τον αθλητισμό ή εργάζονται σε δύσκολα επαγγέλματα και στα οποία η υπογλυκαιμία χρειάζεται να αποφευχθεί, η χρήση των αισθητήρων αποτελεί κύρια ένδειξη. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις, στις οποίες οι μετρήσεις γλυκόζης τριχοειδικού αίματος δεν συμβαδίζουν με τις τιμές της HbA1c, καθώς και σε ασθενείς στους οποίους η HbA1c είναι μεγαλύτερη από τον στόχο που έχει τεθεί. Τέλος, σε ασθενείς οι οποίοι πραγματοποιούν συχνές και τακτικές μετρήσεις από το δάκτυλο, η χρήση του αισθητήρα μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμη.

Σε δική μας πρόσφατη μελέτη το CGM χρησιμοποιήθηκε σε άτομα με διαβήτη με τελικού σταδίου νεφρική ανεπάρκεια υπό αιμοκάθαρση για την ανακάλυψη νέων δεικτών ρύθμισης της γλυκαιμίας. Στους αιμοκαθαιρόμενους ασθενείς με διαβήτη η μέτρηση της HbA1c δεν είναι ακριβής και η αναζήτηση νέων δεικτών ρύθμισης των επιπέδων γλυκόζης καθίσταται επιβεβλημένη. Ακόμη περισσότερο μπορεί να βοηθήσει το σύστημα CGM αυτούς τους ασθενείς γιατί παρουσιάζουν προδιάθεση για συχνές και ανεπίγνωστες υπογλυκαιμίες.

### Το μέλλον για τους αισθητήρες

Στο άμεσο μέλλον αναμένονται νέοι τύποι αισθητήρων, οι οποίοι δεν θα χρειάζονται βαθμονόμηση (ή θα χρειάζονται λιγότερο συχνά), θα είναι περισσότερο ακριβείς, θα είναι μικρότεροι σε μέγεθος, θα διαρκούν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και θα συνδυάζονται αποτελεσματικότερα με τις αντλίες ινσουλίνης για τη δημιουργία του «τεχνητού παγκρέατος».

### Βιβλιογραφία

1. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 7. Diabetes technology: Standards of care in diabetes – 2025. *Diabetes Care* 2025; 48: (Suppl. 1): S146–S166. doi: 10.2337/dc25-S007.
2. Giannoulaki P, Kotzakioulafi E, Nakas A, Kontoninas Z, Evripidou P, Didangelos T. Use of advanced hybrid closed-loop system during pregnancy: strengths and limitations of achieving a tight glycemic control. *J Clin Med* 2024; 13: 1441. doi: 10.3390/jcm13051441.
3. Divani M, Georgianos PI, Didangelos T, et al. Assessment of hyperglycemia, hypoglycemia and inter-day glucose variability using continuous glucose monitoring among diabetic patients on chronic hemodialysis. *J Clin Med* 2021 12; 10: 4116. doi: 10.3390/jcm10184116.
4. Margaritidis C, Karlafti E, Kotzakioulafi E, et al. Comparison of premixed human insulin 30/70 to biphasic aspart 30 in well-controlled patients with type 2 diabetes using continuous glucose monitoring. *J Clin Med* 2021; 10: 1982. doi: 10.3390/jcm10091982.
5. Freckmann G, Eichenlaub M, Waldenmaier D, et al. Clinical performance evaluation of continuous glucose monitoring systems: a scoping review and recommendations for reporting. *J Diabetes Sci Technol* 2023; 17: 1506-26. doi: 10.1177/19322968231190941.

## Σύγχρονα συστήματα συνεχούς καταγραφής – Κριτήρια επιλογής

**Κ. Μαρκάκης, MD, PhD**

*Παθολόγος με εξειδίκευση στον σακχαρώδη διαβήτη, Β' Προπαιδευτική Παθολογική Κλινική, Μονάδα Έρευνας και Διαβητολογικό Κέντρο, ΠΓΝΑ «Αττικόν»*

Η ανάπτυξη των συστημάτων συνεχούς καταγραφής γλυκόζης σε πραγματικό χρόνο (real-time Continuous Glucose Monitoring, rt-CGM) άλλαξε ριζικά τον τρόπο παρακολούθησης και θεραπείας στον Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 1 (ΣΔτ1) ενώ η χρήση τους διαρκώς επεκτείνεται, με μελέτες να αποδεικνύουν κλινικό όφελος και στον Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 2 (ΣΔτ2) και τον διαβήτη κύησης. Τα rt-CGMs προσφέρουν παρακολούθηση της τιμής του σακχάρου αλλά και της τάσης μεταβολής του σε πραγματικό χρόνο, καθώς και ειδοποιήσεις σε προεπιλεγμένα επίπεδα χαμηλών ή υψηλών τιμών ή και προβλεπτικές ειδοποιήσεις όταν η τάση μεταβολής προβλέπει την πτώση ή την άνοδο σε αυτά τα επίπεδα, δίνοντας τη δυνατότητα καλύτερης και ασφαλέστερης δυναμικής προσαρμογής της ινσουλινοθεραπείας στον ασθενή.

Η αξιολόγηση ενός CGM περιλαμβάνει πολλά στοιχεία με πιο κρίσιμο την αξιολόγηση της ακρίβειας (accuracy). Η αξιολόγηση της ακρίβειας κατηγοριοποιείται σε: ακρίβεια μεμονωμένων μετρήσεων (point accuracy), ακρίβεια τάσης (trend accuracy) και ακρίβεια ειδοποιήσεων ορίων (threshold alarm accuracy). Τα πιο σαφώς καθοριζόμενα κριτήρια είναι αυτά του FDA που περιγράφονται ως κριτήρια για την έγκριση ενός συστήματος ως integrated CGM (iCGM) το οποίο ορίζεται ως σύστημα το οποίο αξιόπιστα και με ασφάλεια μεταδίδει μετρήσεις σε ψηφιακά συνδεδεμένες συσκευές περιλαμβανομένων των συστημάτων αυτοματοποιημένης χορήγησης ινσουλίνης και τα οποία προορίζονται να χρησιμοποιηθούν μόνο τους ή σε συνδυασμό με τις συσκευές αυτές για την επίτευξη του γλυκαιμικού ελέγχου, με μία μεγάλη συζήτηση σε εξέλιξη για την ανάγκη ενσωμάτωσης των κριτηρίων και στην αδειοδότηση των CGM στην Ευρώπη (CE mark). Σύμφωνα με τα κριτήρια αυτά ορίζεται η αναγκαιότητα αντιπροσωπευτικού πληθυσμού στις μελέτες για αντίστοιχη αδειοδότηση με παρουσία  $\geq 70\%$ - $75\%$  ΣΔτ1 για ενήλικες και  $\geq 98\%$  ΣΔτ1 για παιδιά κι εφήβους καθώς και ελάχιστο αριθμό ζευγών μετρήσεων  $\geq 10.000$  για ενήλικες και  $\geq 2.500$  για παιδιά κι εφήβους που θα πρέπει να κατανέμονται σε όλο το γλυκαιμικό εύρος ( $>8\%$  σε εύρος  $<80$  mg/dL και  $>5\%$  σε εύρος  $>300$  mg/dL). Ακολουθεί ο καθορισμός δεικτών ακρίβειας σε όλο το εύρος των τιμών αλλά και σε προκαθορισμένα εύρη τιμών για να καταδειχθεί η απόδοση του συστήματος και σε χαμηλό και σε υψηλό εύρος τιμών. Οι δείκτες αυτοί περιλαμβάνουν τη μέση απόλυτη σχετική διαφορά σε σχέση με την πρότυπη μέτρηση (mean absolute relative difference, MARD, %) ή τη μέση απόλυτη σχετική διαφορά (mean absolute difference, MAD, mg/dL) αλλά και δείκτες που συμπληρώνουν την εκτίμηση της απόκλισης από άποψη κλινικής σημασίας που είναι η κατανομή στις ζώνες του πλέγματος σφάλματος (error grid) και η κατανομή των μετρήσεων εντός καθορισμένου εύρους απόκλισης (metrics with agreement rates) και καθορίζουν τα κατώτερα αποδεκτά ποσοστά συμφωνίας για εύρη απόκλισης 15% και 20% σε φυσιολογικό και υψηλό εύρος ή 15 και 20 mg/dL για τα χαμηλά εύρη τιμών.

Συστήματα που πληρούν τα κριτήρια αυτά είναι προς το παρόν τα νεότερα συστήματα της Abbott Freestyle Libre 2, 2 plus, 3, 3 plus και της Dexcom G6, G7 για παιδιά και ενήλικες, το σύστημα με τον εμφυτεύσιμο αισθητήρα Eversense 365 Senseonics για ενήλικες και τα νεότερα συστήματα της Medtronic Simpleria για ενήλικες και Guardian 4 σε συνδυασμό με την αντλία κλειστού κυκλώματος Minimed 780G της Medtronic. Σχετικά με τη συνδεσιμότητα με άλλες συσκευές (interoperability), τα συστήματα αυτά έχουν εγκριθεί και είναι συμβατά με αντλίες ινσουλίνης κλειστού κυκλώματος και κάποια διαθέτουν συνδεσιμότητα με έξυπνες πένες ινσουλίνης.

Σε ασθενείς όπου απαιτείται η μέγιστη ακρίβεια για λήψη θεραπευτικών αποφάσεων (ΣΔτ1, ΣΔτ2 σε εντατικοποιημένο σχήμα, εγκυμοσύνη) προκρίνεται η χρήση των ανωτέρω συστημάτων. Σε ασθενείς που η χρήση του CGM προσβλέπει μόνο στην ανάδειξη μοτίβων γλυκαιμικής διακύμανσης και στην τροποποίηση του τρόπου ζωής (διατροφή, άσκηση) η χρήση και των υπολοίπων συστημάτων μπορεί να είναι εξίσου ασφαλής.

Δευτερεύοντα κριτήρια επιλογής αποτελούν χαρακτηριστικά που έχουν να κάνουν με την ευκολία χρήσης και την καλύτερη αποδοχή από τον ασθενή όπως το μικρότερο μέγεθος, η απλοποίηση με all-in-one (sensor/transmitter) σχέδιο, η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του αισθητήρα, η εμφάνιση, η δυνατότητα σύνδεσης εκτός από το κινητό τηλέφωνο και σε smart watch.

Η σωστή ενημέρωση του ασθενούς για τα CGM συστήματα, τις αρχές λειτουργίας, τα κλινικά δεδομένα και η παρουσίαση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους είναι απαραίτητες για τη σωστή επιλογή και την αποδοχή από τον ασθενή.

## Βιβλιογραφία

1. *Pemberton JS, Wilmot EG, Barnard-Kelly K, et al.* CGM accuracy: contrasting CE marking with the governmental controls of the USA (FDA) and Australia (TGA): a narrative review. *Diabetes Obes Metab* 2023; 25: 916-39. doi: 10.1111/dom.14962.
2. *Freckmann G, Eichenlaub M, Waldenmaier D, et al.* Clinical performance evaluation of continuous glucose monitoring systems: a scoping review and recommendations for reporting. *J Diabetes Sci Technol* 2023; 17: 1506-26. doi: 10.1177/19322968231190941.
3. *Mathieu C, Irace C, Wilmot EG, et al.* Minimum expectations for market authorization of continuous glucose monitoring devices in Europe – 'eCGM' compliance status. *Diabetes Obes Metab* 2025; 27: 1025-31. doi: 0.1111/dom.16153.
4. *Klonoff DC, Gabbay M, Moon SJ, Wilmot EG.* Importance of FDA-Integrated continuous glucose monitors to ensure accuracy of continuous glucose monitoring. *J Diabetes Sci Technol* 2025; 19: 1392-9. doi: 10.1177/19322968241250357.

## Εξελίξεις στα σύγχρονα συστήματα συνεχούς καταγραφής γλυκόζης: Η επίδραση της ακρίβειας και των έξυπνων συναγερμών στη διαχείριση του διαβήτη και την ικανοποίηση των ασθενών

### Ι.Θ. Τούρτας

Ειδικός Παθολόγος, Μετεκπαιδευθείς στη Διαβητολογία, Εξωτερικός Συνεργάτης Διαβητολογικού Κέντρου Klinikum Schwabing Μονάχου

Τα συστήματα συνεχούς καταγραφής γλυκόζης (Continuous Glucose Monitoring, CGM) αποτέλεσαν αδιαμφισβήτητη τη μεγαλύτερη επανάσταση στην παρακολούθηση, διαχείριση και θεραπευτική παρέμβαση του σακχαρώδους διαβήτη (ΣΔ). Στην προσπάθεια όμως σύγκρισης της μεταξύ τους απόδοσης, μέσα από την ακρίβεια των μετρήσεων στο μεσοκυττάριο υγρό, ο δείκτης MARD δεν υπήρξε αξιόπιστος και αντικειμενικός. Ο MARD (Mean Absolute Relative Difference) είναι η μέση απόλυτη σχετική διαφορά, ένας αριθμητικός δείκτης που δείχνει πόσο κοντά βρίσκονται οι μετρήσεις του αισθητήρα (CGM) με τις τιμές αναφοράς (π.χ. εργαστηριακές YSI). Το «πόσο καλός» είναι ένας δείκτης MARD (ακριβές CGM) **εξαρτάται** από:

- την **τιμή αναφοράς** (εργαστηριακή μέτρηση YSI vs απλό fingerstick)
- τον **πληθυσμό** [ενήλικες, παιδιά, εγκυμονούσες, Σακχαρώδης Διαβήτης τύπου 1 (ΣΔτ1), Σακχαρώδης Διαβήτης τύπου 2 (ΣΔτ2)]
- τις **συνθήκες** (σταθερή γλυκόζη ή ταχείες μεταβολές)
- το **μέγεθος δείγματος και τη διάρκεια** (πόσες μετρήσεις αξιολογήθηκαν)

Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι **δύο CGM με τον ίδιο MARD δεν είναι απαραίτητα το ίδιο αξιόπιστα**, αν οι μελέτες που τον υπολογίζουν έγιναν με διαφορετικό σχεδιασμό. Ο MARD δεν είναι ένα απόλυτο μέτρο ακρίβειας σε όλες τις τιμές. Η ερμηνεία του είναι πιο «ευαίσθητη» στο χαμηλό εύρος (Glu <70 mg/dL), όπου ακόμη και μικρά σφάλματα σε mg/dL εμφανίζονται ως μεγάλα ποσοστά.

Για αυτό τον λόγο θεσπίστηκαν πολύ πιο αυστηρές απαιτήσεις από τον FDA (Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ), ο οποίος όρισε συγκεκριμένα στατιστικά όρια (**FDA Πρότυπα Ακρίβειας για iCGM 21 CFR 862.1355**) που πρέπει να πληροί ένα iCGM (Integrated Continuous Glucose Monitoring System) σε σύγκριση με αναγνωρισμένη εργαστηριακή μέθοδο (συνήθως YSI – Yellow Springs Instrument). Συγκεκριμένα πρέπει:

Για μετρήσεις <70 mg/dL (υπογλυκαιμία)

- ≥85% των μετρήσεων να είναι εντός ±15 mg/dL από την τιμή αναφοράς
- ≥98% των μετρήσεων να είναι εντός ±40 mg/dL

Για μετρήσεις 70-180 mg/dL (ευγλυκαιμία)

- ≥70% των μετρήσεων να είναι εντός ±15% από την τιμή αναφοράς
- ≥99% των μετρήσεων να είναι εντός ±40%

Για μετρήσεις >180 mg/dL (υπεργλυκαιμία)

- ≥80% των μετρήσεων να είναι εντός ±15%
- ≥99% εντός ±40%

Πέρα από τους αριθμητικούς στόχους ακρίβειας, ο FDA απαιτεί:

- Ασφαλή και αξιόπιστη μετάδοση δεδομένων προς συνδεδεμένες συσκευές (π.χ. αντλίες ινσουλίνης, εφαρμογές κινητών).
- Σταθερή επίδοση καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του αισθητήρα (όχι μόνο τις πρώτες ημέρες).
- Συνεπή απόδοση σε όλο το εύρος μετρήσεων (υπογλυκαιμία – ευγλυκαιμία – υπεργλυκαιμία).

Οι έξυπνοι συναγερμοί με τη σειρά τους, είτε ως απλές ειδοποιήσεις είτε ως συναγερμοί επείγουσας αφύπνισης, ήρθαν να συμπληρώσουν και να ενισχύσουν το θεραπευτικό έργο των CGM, προσφέροντας μέσω ήχου και/ή δόνησης ενημέρωση για επιλεγμένες διαταραχές της γλυκόζης, που βοηθούν σε ταχύτερη αντίληψη και αντιμετώπιση, οπότε κατ' επέκταση περαιτέρω βελτίωση της γλυκαιμικής ρύθμισης, ιδίως των διακυμάνσεων. Τα καθιερωμένα και βασικά είδη συναγερμών είναι τρία, με πολλαπλές δυνατότητες εξατομίκευσης του καθενός:

- Για **χαμηλά / υψηλά** επίπεδα γλυκόζης
- Για την **ταχύτητα μεταβολής** γλυκόζης (ταχεία άνοδο / κάθοδο)
- **Προγνωστικοί ή προειδοποιητικοί**, με πρώιμη ενημέρωση επερχόμενης γλυκαιμικής απόκλισης, προς πλήρη αποφυγή της

Ταυτόχρονα, βρισκόμαστε ήδη στην εποχή περαιτέρω ανάπτυξης των έξυπνων συναγερμών, που εντάσσοντας την τεχνητή νοημοσύνη, ενημερώνουν βάσει συνηθειών του ασθενούς για πιθανές γλυκαιμικές αποκλίσεις ή για τον κίνδυνο υπογλυκαιμίας της επερχόμενης νύχτας και βασίζονται σε συνυπολογισμό ενεργού ινσουλίνης, βέλους τάσης, δραστηριοτήτων και συνηθειών για εξατομικευμένες και εξειδικευμένες ειδοποιήσεις (ακόμα και σε ίδιες τιμές γλυκόζης).

Πολυάριθμες μελέτες κατέδειξαν το πολύτιμο όφελος των συναγερμών στην αύξηση του **TIR** (time-in-range), στη μείωση των υπογλυκαιμιών, δηλαδή του **TBR** (51% λιγότερο χρόνο <70 mg/dL, 65% λιγότερο χρόνο <54 mg/dL), αλλά και των υπεργλυκαιμιών, δηλαδή του **TAR** (42% λιγότερο χρόνο >250 mg/dL, 61% λιγότερο χρόνο >320 mg/dL). Ταυτόχρονα καταδείχθηκε ως ιδανικό όριο συναγερμού για TBR <1% τα 75 mg/dL, και αντίστοιχα ιδανικό όριο για TAR <5% και HbA1c <7% τα 170 mg/dL.

#### **Θετικά έξυπνων συναγερμών:**

- Καλύτερη γλυκαιμική ρύθμιση, λιγότερες σοβαρές υπογλυκαιμίες και αντίστοιχα λιγότερες νοσηλείες
- Μείωση και των υπεργλυκαιμιών μετά από υπογλυκαιμίες (αντιδραστικές υπεργλυκαιμίες, υπερφαγία)
- Μείωση του τεράστιου άγχους επιβίωσης με ταυτόχρονη μείωση πολλών φοβιών, ιδίως της φοβίας της υπογλυκαιμίας και προπάντων της νυκτερινής και κάθε ανεπίγνωστης υπογλυκαιμίας
- Μείωση των επιπλοκών του ΣΔ

#### **Αρνητικά έξυπνων συναγερμών:**

- Κόπωση λόγω των συχνών και επαναλαμβανόμενων ειδοποιήσεων (υπερκόπωση, alarm fatigue)
- Περαιτέρω επιδείνωση από λιγότερο σημαντικούς συναγερμούς, όπως μπαταρίας, αποθέματος αντλίας, απώλειας σήματος, προσωρινού βασικού ρυθμού, αναστολής κ.λπ.
- Αποτυχία στον στόχο τους, αγνοούνται και απενεργοποιούνται
- Μπορεί να οδηγήσουν σε κατάργηση και του ίδιου CGM
- Πιο συχνή υπερ-αγχώδης διαταραχή (επιδείνωση ψυχολογικής αποδοχής χρόνιας νόσου)
- Παραβίαση ιδιωτικότητας σε δημόσιους χώρους / εργασία με απορίες τρίτων (συχνά απενεργοποιούνται στην εργασία)
- Ασθενείς με συμπτώματα υπογλυκαιμίας προ του συναγερμού, που πρέπει να εκπαιδευτούν στην τάση πτώσης και όχι στη στιγμιαία τιμή, στη διαφορά lag time, προς αποφυγή άσκοπης κατανάλωσης υδατανθράκων μετά τον συναγερμό (χρήσιμος εδώ ο συναγερμός πρόγνωσης)
- Ηχεί συναγερμός υπογλυκαιμίας χωρίς συμπτώματα, είτε ψευδής είτε ανεπίγνωστη υπογλυκαιμία, οπότε αναλόγως αντιμετώπιση
- Αίσθηση υπογλυκαιμίας αλλά το CGM δείχνει ευγλυκαιμία ⇒ μέτρηση με δάχτυλο, συχνά σύγχυση ⇒ αναγκαία εκπαίδευση ορθής χρήσης CGM και lag time και για πιθανά σφάλματα (βαθμονομήσεις κ.λπ.)
- Υπερδιορθώσεις λόγω παράτασης υπεργλυκαιμίας με αποτέλεσμα όψιμες υπογλυκαιμίες

Αναφορικά με τη χρήση των συναγερμών των CGM στον ΣΔ συστήνεται να χρησιμοποιούνται οι συναγερμοί υπογλυκαιμίας σε α) άτομα με ΣΔ1 ή ΣΔ2 σε εντατικοποιημένο σχήμα (MDI), β) άτομα με συχνές υπογλυκαιμίες, ιδίως σοβαρές ή ανεπίγνωστες, γ) άτομα με ΣΔ1 σε κήση (λόγω των αυστηρών στόχων ρύθμισης και αυξημένων πιθανοτήτων υπογλυκαιμιών), δ) παιδιά κάτω των 6 ετών που συχνά δεν αντι-

λαμβάνονται τα συμπτώματα της υπογλυκαιμίας και ε) σε ευπαθείς ομάδες με ΣΔ που δεν μπορούν να αυτοεξυπηρετηθούν. Οι συναγερμοί υπεργλυκαιμίας συστήνονται σε α) άτομα με ΣΔ1 σε κύηση (αυστηροί στόχοι ρύθμισης <140 mg/dL), β) παιδιά με αυξημένο κίνδυνο κετοξέωσης, γ) ευπαθείς ομάδες με συννοσηρότητες, δ) άτομα που χρησιμοποιούν αντλίες ινσουλίνης και ε) σε όσους/ες επιθυμούν καλή ρύθμιση και αυξημένο TIR.

Ως προοπτική βέλτιστης αποτελεσματικότητας, ωφελεί να προσαρμόζουμε το CGM στη ζωή των ατόμων με ΣΔ και τους συναγερμούς στα θέλω τους, στην καθημερινότητά τους, επιτρέποντας και την απενεργοποίησή τους, ώστε να νιώθουν ελευθερία. Μπορεί να χρειασθεί χρόνος προσαρμογής αν είναι νέα η εμπειρία με CGM και στην πορεία να προστεθούν οι συναγερμοί. Η προσαρμογή των συναγερμών στις ανάγκες τους οφείλει να είναι συνεχής, δεν είναι ρυθμίσεις που μένουν εφ' όρου ζωής σταθερές, αλλά μεταβάλλονται με τις αλλαγές της ζωής τους. Είναι χρήσιμο να παρακολουθεί το ίδιο το άτομο τους συναγερμούς της παρελθούσης εβδομάδας και να προσαρμόζεται.

### Βιβλιογραφία

1. *Klonoff DC, Gabbay M, Moon SJ, Wilmot EG.* Importance of FDA-integrated continuous glucose monitors to ensure accuracy of continuous glucose monitoring. *J Diabetes Sci Technol* 2025; 19: 1392-9. doi: 10.1177/19322968241250357.
2. Integrated continuous glucose monitoring system, 21 CFR Sect. 862.1355 (2022). <https://www.ecfr.gov/current/title-21/chapter-I/subchapter-H/part-862/subpart-B/section-862.1355>
3. *Shah VN, Laffel LM, Wadwa RP, Garg SK.* Performance of a factory-calibrated real-time continuous glucose monitoring system utilizing an automated sensor applicator. *Diabetes Technol Ther* 2018; 20: 428-33. doi: 10.1089/dia.2018.0143.
4. *Lin YK, Groat D, Chan O, et al.* Alarm settings of Continuous Glucose Monitoring Systems and associations to glucose outcomes in type 1 diabetes. *J Endocr Soc* 2019; 4: bvz005. doi: 10.1210/jendso/bvz005.

## Συστήματα συνεχούς καταγραφής γλυκόζης: Κλινική ερμηνεία δεδομένων

**M. Γραμματίκη, MSc**

*Τμήμα Ενδοκρινολογίας και Μεταβολισμού – Διαβητολογικό Κέντρο, Α' Παθολογική Κλινική, ΠΓΝΘ ΑΧΕΠΑ*

Τα συστήματα συνεχούς καταγραφής γλυκόζης (Continuous Glucose Monitoring, CGM) έχουν ενσωματωθεί ευρέως στη διαχείριση του Σακχαρώδους Διαβήτη (ΣΔ), καθώς οι συσκευές βελτιώνονται σε αξιοπιστία και ευκολία χρήσης. Παρά την αυξημένη υιοθέτηση των συσκευών CGM, η αξιοποίηση των δεδομένων τους στην καθημερινή κλινική πράξη παρέμενε σχετικά περιορισμένη. Αυτό οφειλόταν στην **έλλειψη σαφών και συμφωνημένων γλυκαιμικών στόχων και τυποποιημένων αναφορών** για ασθενείς και επαγγελματίες υγείας. Από το 2019, οπότε και δημοσιεύτηκαν οι πρώτες συστάσεις σχετικά με τα δεδομένα που πρέπει να περιλαμβάνει η αναφορά μιας συσκευής CGM<sup>1</sup> καθιερώθηκε διεθνώς το Ambulatory Glucose Profile (AGP) και ορίστηκαν συγκεκριμένες προδιαγραφές για την παρουσίαση και ερμηνεία των δεδομένων.

Το AGP αποτελεί εργαλείο που συγκεντρώνει και παρουσιάζει τα δεδομένα της συσκευής CGM με τυποποιημένο τρόπο. Περιλαμβάνει τη μέση τιμή γλυκόζης, δείκτες όπως ο δείκτης διαχείρισης γλυκόζης (GMI), ποσοστά χρόνου εντός στόχου (TIR), κάτω από στόχο (TBR) και πάνω από στόχο (TAR), καθώς και το προφίλ διακύμανσης γλυκόζης. Η καμπύλη διάμεσης τιμής (50%) και τα εκατοστημόρια βοηθούν στην απεικόνιση ενός τυπικού 24ώρου, διευκολύνοντας την αναγνώριση προτύπων, π.χ. νυχτερινών υπογλυκαιμιών ή μεταγευματικών υπεργλυκαιμιών.

Η αξιολόγηση ξεκινά από τον έλεγχο αξιοπιστίας των δεδομένων (διάρκεια καταγραφής, χρόνος ενεργού αισθητήρα). Ακολούθως, και εφόσον τα δεδομένα είναι αξιόπιστα, εκτιμάται αδρά η επίτευξη των εξατομικευμένων γλυκαιμικών στόχων (μέσος όρος γλυκόζης και GMI), εντοπίζονται τα προβλήματα μέσω των δεικτών TIR, TBRL1, TBRL2, TARL1, TARL2 και CV%. Βασικοί δείκτες για την ποιότητα ρύθμισης είναι το TIR και το TBR, με έμφαση στη μείωση των υπογλυκαιμιών. Οι δείκτες αυτοί καθοδηγούν την προσαρμογή της θεραπείας και τη διαμόρφωση έξυπνων στόχων (συγκεκριμένοι, μετρήσιμοι, επιτεύξιμοι, ρεαλιστικοί και χρονικά οριοθετημένοι).

Η ανάλυση των δεδομένων της συσκευής CGM και η μελέτη των δεδομένων των ημερήσιων καταγραφών επιτρέπουν στον γιατρό να προτείνει στοχευμένες αλλαγές. Οι πιθανές παρεμβάσεις που μπορεί να προταθούν συνήθως έχουν σχέση με:

- τη βασική ινσουλίνη [π.χ. ώρα χορήγησης, ορθή τιτλοποίηση δόσης, επιλογή σκευάσματος βασικής ινσουλίνης (longer acting second generation basal insulin analog VS long acting basal insulin analog), τροποποίηση βασικού ρυθμού],
- τη γευματική ινσουλίνη [π.χ. χρονισμός bolus, επιλογή αναλόγου γευματικής ινσουλίνης (ταχείας/υπερταχείας δράσης), χρόνος ενεργής ινσουλίνης, τροποποίηση δεικτών CF και ICR],
- τις υπογλυκαιμίες και την άσκηση (πρόληψη, αναγνώριση, διαχείριση),
- την εκπαίδευση του ασθενούς (υπολογισμός υδατανθράκων, επιλογή τροφών, ενδυνάμωση αυτοδιαχείρισης).

Μέσα από πραγματικά περιστατικά, παρουσιάζεται το πώς η χρήση των συσκευών CGM και του AGP επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση του γλυκαιμικού προφίλ κάθε ασθενούς και κατευθύνει τις θεραπευτικές αποφάσεις. Σε ασθενείς με ασταθή ρύθμιση, τα δεδομένα οδηγούν σε εντατική εκπαίδευση και τροποποιήσεις της ινσουλinoθεραπείας, ενώ σε ρυθμισμένους ασθενείς δίνεται έμφαση στη σταθεροποίηση, την πρόληψη επιπλοκών και την ενσωμάτωση των νεότερων τεχνολογιών (π.χ. αντλίες νέας γενιάς).

## **Βιβλιογραφία**

1. *Battelino T, Danne T, Bergenstal RM, et al.* Clinical targets for continuous glucose monitoring data interpretation: recommendations from the international consensus on time in range. *Diabetes Care* 2019; 42: 1593-603. doi: 10.2337/dci19-0028.

## Προβλήματα στη χρήση των συστημάτων συνεχούς καταγραφής γλυκόζης, ασυμφωνία καταγραφής αισθητήρων και HbA1c

**Κ. Κίτσιος, PhD**

Παθολόγος – Διαβητολόγος, Γ΄ Παθολογική Κλινική ΑΠΘ, ΓΝΘ «Παπαγεωργίου»

Τα νεότερα συστήματα συνεχούς καταγραφής γλυκόζης (Continuous Glucose Monitoring, CGM) χαρακτηρίζονται από μεγάλη ακρίβεια και αξιοπιστία, που επιτρέπει τη χρήση τους για τη λήψη θεραπευτικών αποφάσεων, μικρό μέγεθος και εργοστασιακή βαθμονόμηση. Πολλαπλοί παράγοντες μπορεί να επηρεάσουν την ακρίβεια και τη διάρκεια ζωής των αισθητήρων γλυκόζης προκαλώντας προβλήματα στην καθημερινή χρήση τους και επηρεάζοντας τη γλυκαιμική ρύθμιση.<sup>1,2</sup>

Το σημείο τοποθέτησης του αισθητήρα καθορίζεται από τις προδιαγραφές του και παίζει θεμελιακό ρόλο στην αξιοπιστία των μετρήσεων. Η οπίσθια επιφάνεια του βραχίονα αποτελεί το ιδανικό σημείο για την πλειοψηφία των αισθητήρων με κάποιους να λειτουργούν και σε εναλλακτικά σημεία όπως η κοιλιακή χώρα. Τοποθέτηση του αισθητήρα σε σημεία διαφορετικά από τα προκαθορισμένα μπορεί να οδηγήσει σε μη αξιόπιστες μετρήσεις και βράχυνση του χρόνου ζωής του. Προβλήματα στη λειτουργία του αισθητήρα με ανακριβείς μετρήσεις μπορεί να προκληθούν από την τοποθέτησή του σε περιοχές όπου το δέρμα παρουσιάζει σκλήρυνση, υπερτροφίες, ουλές ή λύση της συνέχειας. Η μη υποδόρια εισαγωγή του αισθητήρα με διατήρηση του άκρου του επιφανειακότερα μπορεί να οδηγήσει σε ψευδώς χαμηλές τιμές γλυκόζης και αποκόλλησή του. Ομοίως, η έντονη εφίδρωση, η τριβή και η μεγάλη κινητικότητα του σημείου τοποθέτησης αποτελούν αιτίες αποκόλλησης. Η συμπίεση του αισθητήρα κατά τη διάρκεια του ύπνου οδηγεί σε ψευδώς χαμηλές τιμές γλυκόζης. Καταστάσεις όπως η αφυδάτωση, η καταπληξία, τα οιδήματα, η έντονη τοπική φλεγμονή μπορεί να επηρεάσουν την ακρίβεια του αισθητήρα διαταράσσοντας την ισορροπία της συγκέντρωσης γλυκόζης στο αίμα, στα κύτταρα και στον διάμεσο χώρο. Η χρήση φαρμάκων όπως η παρακεταμόλη, το ασκορβικό οξύ, η υδροξουρία, η μανιτόλη, η σορβιτόλη οδηγεί σε ψευδώς αυξημένες τιμές γλυκόζης. Τέλος, ένας μεγάλος αριθμός αλλεργιογόνων των αισθητήρων ενοχοποιείται για αλλεργική εξ επαφής δερματίτιδα.<sup>3</sup>

Η ευρεία χρήση των αισθητήρων γλυκόζης και η πληθώρα των δεδομένων οδήγησαν στη συστηματοποίηση της παρουσίας τους μέσω του περιπατητικού προφίλ γλυκόζης (AGP) και στη θέσπιση νέων παραμέτρων γλυκαιμικής ρύθμισης, όπως ο χρόνος εντός του θεραπευτικού στόχου 70-180 mg/dL (TIR), ο δείκτης διαχείρισης γλυκόζης (GMI) και η μέση τιμή γλυκόζης (MG). Μεταξύ των νέων αυτών δεικτών γλυκαιμικής ρύθμισης και της καθιερωμένης και ισχυρά σχετιζόμενης με τις μικρο- και μακροαγγειακές επιπλοκές του Σακχαρώδους Διαβήτη (ΣΔ) HbA1c παρουσιάζονται ενίοτε ασυμφωνίες που δυσχεραίνουν τη λήψη θεραπευτικών αποφάσεων.

Σε μια μελέτη παρατήρησης 2,5 ετών σε άτομα με Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 1 (ΣΔΤ1) οι Isaksson και συν. διαπίστωσαν ότι στο 10% των συμμετεχόντων για δεδομένες τιμές MG και TIR η μετρούμενη HbA1c παρουσίαζε απόκλιση μεγαλύτερη από 0,8% σε σχέση με την εκτιμώμενη.<sup>4</sup> Ο χρόνος σε υπογλυκαιμία (TBR) και ο χρόνος σε υπεργλυκαιμία >180 mg/dL (TAR) επηρέαζαν σημαντικά τη σχέση μεταξύ TIR και HbA1c. Πιο συγκεκριμένα, για δεδομένο TIR κάθε 1% αύξηση του TBR συσχετίστηκε με 0,05% μείωση της HbA1c, ενώ κάθε 2% αύξηση του TAR συσχετίστηκε με 0,04% αύξηση της HbA1c.

Ομοίως, διαφοροποιήσεις μεταξύ GMI και HbA1c που υπερβαίνουν το 0,5%-0,8% παρουσιάζουν κλινική σημασία και μπορεί να οφείλονται σε σφάλματα που υπεισέρχονται στον προσδιορισμό και των δύο.<sup>5</sup> Ειδικότερα, ο GMI είναι αξιόπιστος όταν ενσωματώνει δεδομένα συνεχούς καταγραφής τουλάχιστον 14 ημερών με χρήση του αισθητήρα γλυκόζης για περισσότερο από το 70% του συνολικού χρόνου ανα-

φοράς. Επίσης, παράγοντες που επηρεάζουν την ακρίβεια του αισθητήρα γλυκόζης έχουν επίπτωση και στην αξιοπιστία του GMI καθώς υπολογίζεται με μαθηματικούς τύπους από τη MG. Από την άλλη πλευρά η αξιοπιστία της HbA1c ως γλυκαιμικού δείκτη, πέρα από την εγκυρότητα της αναλυτικής μεθόδου προσδιορισμού της, εξαρτάται από τον χρόνο ζωής των ερυθρών αιμοσφαιρίων που φυσιολογικά είναι περίπου 120 μέρες. Καταστάσεις που βραχύνουν ή παρατείνουν τον χρόνο ζωής των ερυθρών, όπως οξείες ή χρόνιες αναιμίες, αιμοσφαιρινοπάθειες, χρόνια νεφρική νόσος, εγκυμοσύνη κ.ά., οδηγούν κατά περίπτωση σε ψευδώς χαμηλές ή υψηλές τιμές. Στις περιπτώσεις αυτές οι θεραπευτικές αποφάσεις θα πρέπει να στηριχτούν αποκλειστικά στα δεδομένα του AGP.

## Βιβλιογραφία

1. *Dávila-Ruales V, Gilón LF, Gómez AM, Muñoz OM, Serrano MN, Henao DC.* Evaluating the precision and reliability of real-time continuous glucose monitoring systems in ambulatory settings: a systematic review. *Ther Adv Endocrinol Metab* 2024; 15: 20420188241304459. doi: 10.1177/20420188241304459.
2. *Markov AM, Krutilova P, Cedeno AE, McGill JB, McKee AM.* Interruption of Continuous Glucose Monitoring: Frequency and Adverse Consequences. *J Diabetes Sci Technol* 2024; 18: 1096-01. doi: 10.1177/19322968231156572.
3. *de Groot A, van Oers EM, Norbertus A, Ipenburg NA, Rustemeyer T.* Allergic contact dermatitis caused by glucose sensors and insulin pumps: A full review Part 1: Sensors and pumps, adverse cutaneous reactions, allergens, and diabetes devices causing allergic contact dermatitis. *Contact Dermatitis* 2025; 92: 87-112. doi: 10.1111/cod.14698.
4. *Strerner Isaksson S, Imberg H, Hirsch IB, et al.* Discordance between mean glucose and time in range in relation to HbA1c in individuals with type 1 diabetes: results from the GOLD and SILVER trials. *Diabetologia* 2024; 67: 1517-26. doi: 10.1007/s00125-024-06151-2.
5. *Lenters-Westra E, Fokkert M, Kilpatrick ES, et al.* Managing discordance between HbA1c and glucose management indicator. *Diabet Med* 2025; 42: e70023. doi: 10.1111/dme.70023.

## Τεχνολογία στη διαβητική νεφρική νόσο

**Ε.Κ. Χουρδάκη**

*Ειδική Παθολόγος – Διαβητολόγος, Διαβητολογικό Κέντρο Metropolitan Hospital*

### Εισαγωγή

Ο Σακχαρώδης Διαβήτης (ΣΔ) αποτελεί την κύρια αιτία της χρόνιας νεφρικής νόσου (ΧΝΝ). Προάγει την εξέλιξη της νόσου σε τελικό στάδιο, αλλά και τη νοσηρότητα και θνησιμότητα από τη νόσο, αυξάνοντας κυρίως την καρδιαγγειακή θνητότητα. Η χρήση της τεχνολογίας στον ΣΔ, ιδιαίτερα στον Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 1 (ΣΔΤ1), είναι αναμφισβήτητα ένα πολύ καλά τεκμηριωμένο μέσο θεραπευτικής προσέγγισης της νόσου. Η δυσγλυκαιμία που συνοδεύει τη διαβητική νεφρική νόσο και η ανάγκη που προκύπτει για εντατική παρακολούθηση και επαρκή ρύθμιση, καθιστούν απαραίτητη τη χρήση της τεχνολογίας σε αυτόν τον πληθυσμό.

### Δυσγλυκαιμία στη διαβητική νεφρική νόσο και τρόποι παρακολούθησης

Η γλυκαιμική μεταβλητότητα στους ασθενείς με διαβητική νεφρική νόσο (ΔΧΝΝ) είναι αυξημένη. Τα επεισόδια υπογλυκαιμίας είναι συχνά, ιδιαίτερα στα προχωρημένα στάδια και οφείλονται σε πολλούς παράγοντες, όπως στη μειωμένη νεογλυκογένεση από τους νεφρούς, στη μειωμένη κάθαρση ινσουλίνης και αντιδιαβητικών αγωγών, στην επηρεασμένη έκκριση και λειτουργία αντιρροπιστικών ορμονών και στη μειωμένη όρεξη και σίτιση. Επιπλέον, στους αιμοκαθαίρομενους ασθενείς η υπογλυκαιμία οφείλεται στη χρήση γλυκόζης από τα ερυθροκύτταρα ή στην απώλεια γλυκόζης στο διάλυμα. Στους ασθενείς υπό περιτοναϊκή κάθαρση, ανάλογα με το διάλυμα που χρησιμοποιείται, επηρεάζονται και οι τιμές γλυκόζης. Η ινσουλινοαντίσταση, που απορρέει από τη χρόνια φλεγμονή, το οξειδωτικό stress, τις ουραιμικές τοξίνες, τη μείωση της φυσικής δραστηριότητας και την παχυσαρκία που συχνά συνυπάρχει, είναι έντονη στα αρχικά στάδια προάγοντας τις υπεργλυκαιμικές αιχμές και εξασθενεί με την πρόοδο της νόσου. Η έκκριση της ινσουλίνης επηρεάζεται αρνητικά από την τοξική δράση της ουρίας στο β-παγκρεατικό κύτταρο.

Η παρακολούθηση της γλυκαιμικής ρύθμισης των ασθενών με ΔΧΝΝ μέσω της HbA1c ενέχει τον κίνδυνο να υποεκτιμηθούν επεισόδια υπεργλυκαιμίας, λόγω ψευδώς χαμηλών τιμών HbA1c, που οφείλονται στην υπάρχουσα αναιμία, στη χορήγηση ερυθροποιητίνης ή σκευασμάτων σιδήρου και στις πιθανές μεταγίσεις. Ταυτόχρονα στην ειδική αυτή ομάδα, όπου το φορτίο της νόσου είναι τεράστιο, η ικανοποιητική αυτο-παρακολούθηση με συχνές μετρήσεις με μετρητές γλυκόζης τριχοειδικού αίματος καθίσταται σχεδόν ανέφικτη, ενώ η ακρίβεια των μετρητών αυτών στους ασθενείς υπό αιμοκάθαρση ή περιτοναϊκή κάθαρση δεν είναι πλήρως τεκμηριωμένη.

### Συνεχής καταγραφή γλυκόζης σε ΔΧΝΝ

Η παρακολούθηση της γλυκαιμικής ρύθμισης μέσω συνεχούς καταγραφής γλυκόζης (Continuous Glucose Monitoring, CGM) παρακάμπτει τα προβλήματα που παρουσιάζονται με την αξιολόγηση μέσω HbA1c σε αυτόν τον πληθυσμό. Οι περισσότερες μελέτες με CGM στη ΔΧΝΝ αφορούν ασθενείς σε στάδιο 5 της νόσου υπό αιμοκάθαρση. Πρόκειται για μελέτες με μικρό πληθυσμό που εστιάζουν κυρίως στην απόδειξη της ακρίβειας των αισθητήρων. Ωστόσο, μια μελέτη σε ασθενείς με Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 2 (ΣΔΤ2) σε στάδιο 3-5 νεφρικής νόσου, έδειξε ότι με τη χρήση CGM μειώθηκαν οι νοσηλείες για υπογλυκαιμίες κατά 17% και οι υπεργλυκαιμίες κατά 18%.

Με τις διαθέσιμες μελέτες μέχρι σήμερα έχει αποδειχθεί ότι όσο πιο προχωρημένο είναι το στάδιο της νόσου, τόσο πιο πολύ οι τιμές γλυκόζης δεν συμφωνούν με την τιμή HbA1c. Στο στάδιο 5 σε αιμο-

κάθαρση οι ασθενείς παρουσιάζουν χαμηλότερες τιμές γλυκόζης κατά τη διάρκεια της, ενώ με το πέρας της διαδικασίας ή κατά τις ενδιάμεσες μέρες, οι αιχμές γλυκόζης είναι μεγαλύτερες. Οι υπογλυκαιμίες σε αυτούς τους ασθενείς είναι σοβαρότερες και έχουν μεγαλύτερη διάρκεια. Το φαινόμενο burnt-out diabetes που περιγράφεται στους ασθενείς σε τελικό στάδιο που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση ως «εξαφάνιση του ΣΔτ2», εμφάνιση, δηλαδή, νορμογλυκαιμίας (HbA1c <6,5%) χωρίς αντιδιαβητική αγωγή, φαίνεται ότι δεν υφίσταται. Μια πρόσφατη μελέτη όπου έγινε χρήση CGM συνέκρινε ασθενείς με ή χωρίς προϋπάρχοντα διαβήτη και νεφρική νόσο τελικού σταδίου υπό αιμοκάθαρση, με χαμηλή HbA1c. Η ομάδα με τον προϋπάρχοντα διαβήτη είχε χρόνο πάνω από τον στόχο περίπου 4 ώρες, αποδεικνύοντας ότι δεν ισχύει το φαινόμενο burnt-out diabetes, αλλά και ότι η γλυκαιμική μεταβλητότητα είναι μεγάλη.

Οι οδηγίες της Αμερικανικής Διαβητολογικής Εταιρείας (ADA) σε συνεργασία με την KDIGO του 2022 και το consensus 15 ειδικών που δημοσιεύτηκε στο Journal of Diabetes Science and Technology το 2024, συστήνουν τη χρήση των CGM σε αυτόν τον πληθυσμό τόσο για την ανίχνευση υπερ/υπογλυκαιμιών όσο και για τη λήψη αποφάσεων, βάσει των δεδομένων, που αφορούν στην άσκηση, τη διατροφή και τη φαρμακευτική αγωγή. Ο στόχος για αυτόν τον πληθυσμό είναι ίδιος με τον στόχο για ασθενείς υψηλού κινδύνου, δηλαδή χρόνος εντός στόχου (70-180 mg/dL) >50% και χρόνος κάτω από τον στόχο (<70 mg/dL) <1%. Επίσης, στους ασθενείς υπό αιμοκάθαρση ο αισθητήρας δεν θα πρέπει να τοποθετείται στο χέρι με την αρτηριοφλεβική αναστόμωση (φίστουλα) γιατί υπάρχει ο κίνδυνος μόλυνσης ή θρόμβωσης. Τέλος, η μεγαλύτερη πιθανότητα αιμορραγίας λόγω νόσου, κατά την τοποθέτηση, ενέχει τον κίνδυνο να καταγραφούν εσφαλμένα αποτελέσματα από τον αισθητήρα.

### Αντλίες ινσουλίνης και υβριδικό κλειστό κύκλωμα στη ΔΧΝΝ

Γνωρίζοντας τα εντυπωσιακά αποτελέσματα των υβριδικών κλειστών κυκλωμάτων αντλιών ινσουλίνης στη γλυκαιμική ρύθμιση ασθενών με ΣΔτ1, μπορούμε να υποθέσουμε ότι θα αποτελούσαν ένα επιπλέον αποδοτικό θεραπευτικό μέσο για τη ΔΧΝΝ. Τα δεδομένα είναι πολύ περιορισμένα. Τα αποτελέσματα από δύο μελέτες σε άτομα με ΣΔτ2 υπό αιμοκάθαρση, όπου συγκρίθηκε το υβριδικό κλειστό κύκλωμα με τη συμβατική ινσουλινοθεραπεία, είναι ενθαρρυντικά. Για τα άτομα με ΣΔτ1 δεν υπάρχουν μελέτες σε τελικό στάδιο νεφρικής νόσου υπό θεραπεία υποκατάστασης, παρά μόνο δημοσίευση μεμονωμένων περιπτώσεων ασθενών με πολύ καλά αποτελέσματα.

### Συμπεράσματα

Καταλήγοντας, οι ασθενείς με ΔΧΝΝ αποτελούν μια ξεχωριστή υποομάδα ασθενών με διαβήτη, όπου η τεχνολογία μπορεί να αποτελέσει μια αποτελεσματική θεραπευτική προσέγγιση. Απαιτούνται προσπάθειες για εκπαίδευση στην τεχνολογία τόσο των ασθενών όσο και της θεραπευτικής ομάδας. Χρειαζόμαστε περισσότερα δεδομένα της χρησιμότητας και της συσχέτισής της με καλύτερες εκβάσεις που αφορούν στη γλυκαιμική ρύθμιση αλλά και στις μικρο- και μακροαγγειακές επιπλοκές της νόσου. Οι επιστημονικές εταιρείες ADA, KDIGO συνιστούν τη χρήση της τεχνολογίας στη ΔΧΝΝ.

### Βιβλιογραφία

1. *Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Diabetes Work Group.* KDIGO 2022 clinical practice guideline for diabetes management in chronic kidney disease. *Kidney Int* 2022; 102: (5S): S1-S127. doi: 10.1016/j.kint.2022.06.008.
2. *de Boer IH, Khunti K, Sadusky T, et al.* Diabetes management in chronic kidney disease: a consensus report by the American Diabetes Association (ADA) and Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO). *Diabetes Care* 2022; 45: 3075-90. doi: 10.2337/dci22-0027.
3. *Rhee CM, Gianchandani RY, Kerr D, et al.* Consensus report on the use of continuous glucose monitoring in chronic kidney disease and diabetes. *J Diabetes Sci Technol* 2025; 19: 217-45. doi: 10.1177/19322968241292041.
4. *Galindo RJ, Soliman D, Cherñawsky D, Rhee CM.* Diabetes technology in people with diabetes and advanced chronic kidney disease. *Diabetologia* 2024; 67: 2129-42. doi: 10.1007/s00125-024-06244-y.
5. *Lu JC, Lee P, Ierino F, MacIsaac RJ, Ekinci E, O'Neal D.* Challenges of glycemic control in people with diabetes and advanced kidney disease and the potential of automated insulin delivery. *J Diabetes Sci Technol* 2024; 18: 1500-08. doi: 10.1177/19322968231174040.

## Η τεχνολογία στον σακχαρώδη διαβήτη κύησης

**Γ. Μηντζιώρη, MD, Msc(Res), PhD**

*Ενδοκρινολόγος, Μονάδα Ενδοκρινολογίας της Αναπαραγωγής, Α' Μαιευτική και Γυναικολογική Κλινική ΑΠΘ, ΓΝΘ «Παπαγεωργίου»*

Οι νέες τεχνολογίες διαχείρισης του διαβήτη, ιδιαίτερα οι αντλίες ινσουλίνης και η συνεχής παρακολούθηση της γλυκόζης (Continuous Glucose Monitoring, CGM) επιτρέπουν σε περισσότερες ασθενείς να επιτύχουν τους προτεινόμενους αυστηρούς γλυκαιμικούς στόχους. Η ενσωμάτωση των νέων αυτών τεχνολογιών στη διαχείριση του σακχαρώδους διαβήτη κύησης (ΣΔΚ) μπορεί να προσφέρει σημαντικά οφέλη αλλά ταυτόχρονα αποτελεί πρόκληση, λόγω των διαφορετικών ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του ΣΔΚ.

Η διατήρηση των επιπέδων γλυκόζης κάτω από το ανώτερο όριο του στόχου αποτελεί βασικό στόχο στις γυναίκες με ΣΔΚ, όμως ο υπερβολικά αυστηρός μεταβολικός έλεγχος στην κύηση δεν έχει πρόσθετα οφέλη και αυξάνει τον κίνδυνο για ιατρογενή καθυστέρηση της ανάπτυξης. Μια πρόσφατη μετα-ανάλυση επτά τυχαιοποιημένων κλινικών μελετών έδειξε ότι η συνεχής παρακολούθηση της γλυκόζης με CGM σε γυναίκες με διαβήτη στην κύηση μείωσε περισσότερο τη γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη [μέση διαφορά, -0,22% (95% CI, -0,37 έως -0,08)] σε σύγκριση με την αυτο-παρακολούθηση της γλυκόζης αίματος με μετρήσεις κατ' οίκον.<sup>1</sup> Τα οφέλη ήταν ισχυρότερα σε γυναίκες με Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 1 (ΣΔΤ1) όταν χρησιμοποιήθηκε σε όλη τη διάρκεια της κύησης. Σημαντικό εύρημα της μελέτης ήταν και η μείωση των μεγάλων για την ηλικία κύησης νεογνών σε όλες τις εγκύους που χρησιμοποίησαν CGM σε σχέση με αυτές που χρησιμοποίησαν μετρήσεις κατ' οίκον. Σε γυναίκες με ΣΔΤ1 το αυξημένο ποσοστό επί τοις εκατό του χρόνου εντός θεραπευτικού στόχου (% time-in-range) και η μειωμένη μέση τιμή γλυκόζης του αισθητήρα συσχετίστηκαν με μείωση των μεγάλων για την ηλικία κύησης νεογνών. Αντίστοιχα ήταν τα αποτελέσματα όσον αφορά την επίδραση στη γλυκοζυλιωμένη μιας μετα-ανάλυσης 64 μελετών που δημοσιεύτηκε σχεδόν ταυτόχρονα. Η μελέτη αυτή έδειξε επίσης αυξημένο χρόνο εντός του θεραπευτικού στόχου, μείωση του χρόνου που δαπανάται στην υπογλυκαιμία (σε γυναίκες με ΣΔΤ1) και του χρόνου που δαπανάται στην υπεργλυκαιμία (σε γυναίκες με ΣΔΤ1 και ΣΔΚ) σε ασθενείς που χρησιμοποίησαν CGM σε σχέση με αυτές που χρησιμοποίησαν μετρήσεις κατ' οίκον.<sup>2</sup>

Σε κάθε περίπτωση, η χρήση αυτοματοποιημένων συστημάτων χορήγησης ινσουλίνης (Automated Insulin Delivery, AID) με στόχους γλυκόζης ειδικούς για την κύηση συνιστώνται για έγκυες γυναίκες με ΣΔΤ1, ενώ η χρήση συστημάτων AID χωρίς ειδικούς στόχους γλυκόζης για την κύηση ή ειδικό αλγόριθμο μπορούν να ληφθούν υπόψη σε επιλεγμένες περιπτώσεις, όμως σε συνδυασμό με υποστηρικτικές τεχνικές και σε συνεργασία με έμπειρες ομάδες υγειονομικής περίθαλψης.<sup>3</sup>

Πολλαπλές μελέτες εφαρμογών τηλεϊατρικής στη διαχείριση ασθενών με ΣΔΚ έχουν δείξει υψηλή αποδοχή και ικανοποίηση των ασθενών για την προγεννητική φροντίδα που λαμβάνουν. Οι δυνατότητες απομακρυσμένης παρακολούθησης είναι ιδιαίτερα επωφελείς για εγκύους με διαβήτη, ειδικά για αυτές που δεν έχουν άμεση πρόσβαση σε πάροχο υγείας.<sup>4</sup> Η πληθώρα δεδομένων με τη χρήση εφαρμογών συνεχούς καταγραφής και τηλεϊατρικής επιτρέπει στους θεράποντες ιατρούς να λαμβάνουν ενημερωμένες αποφάσεις με βάση δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, μειώνοντας τις επιπλοκές τόσο για τη μητέρα όσο και για τα έμβρυα. Οι διαβουλεύσεις μέσω βίντεο σε πληθυσμούς εγκύων χαμηλού κινδύνου και τα υβριδικά μοντέλα (διαπροσωπικής και τηλεϊατρικής φροντίδας) έχουν συσχετιστεί με υψηλή ικανοποίηση των ασθενών όσον αφορά την εμπειρία τους στην υγειονομική περίθαλψη. Η είσοδος της τεχνητής νοημοσύνης (TN) στον χώρο της υγείας αποτελεί μια επιπρόσθετη πρόκληση. Μια μετα-ανάλυση 126 μελετών που χρησιμοποίησαν εφαρμογές TN έδειξε ότι οι εφαρμογές αυτές επιδεικνύουν ισχυρές δυνατότητες βελτίωσης της πρόβλεψης, του ελέγχου και της διαχείρισης του ΣΔΚ.<sup>5</sup>

Πριν την καθημερινή χρήση τεχνολογιών ΤΝ στην κλινική πρακτική αλλά και για την ευρύτερη καθιέρωση των υπόλοιπων νέων τεχνολογιών απαιτούνται μελέτες επικύρωσης, βελτιωμένη ερμηνευσιμότητα των μοντέλων αλλά και προοπτικές μελέτες σε πληθυσμούς εγκύων με διαφορετικά χαρακτηριστικά.

### Βιβλιογραφία

1. Burk J, Ross GP, Hernandez TL, Colagiuri S, Sweeting A. Evidence for improved glucose metrics and perinatal outcomes with continuous glucose monitoring compared to self-monitoring in diabetes during pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 2025; 233: 162-75. doi: 10.1016/j.ajog. 2025.04.010.
2. Rizos EC, Markozannes G, Charitakis N, et al. Continuous glucose monitoring in type 1 diabetes, type 2 diabetes, and diabetes during pregnancy: a systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Technol Ther* 2025; 27: 537-52. doi: 10.1089/dia.2024.0599.
3. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 15. Management of Diabetes in Pregnancy: Standards of Care in Diabetes–2025. *Diabetes Care* 2025; 48: (Suppl. 1): S306-S20. <https://doi.org/10.2337/dc25-S015>.
4. Murrin EM, Saad AF, Sullivan S, Millo Y, Miodovnik M. Innovations in diabetes management for pregnant women: artificial intelligence and the internet of medical things. *Am J Perinatol* 2025; 42: 1540-9. doi: 10.1055/a-2489-4462.
5. AlSaad R, Elhenidy A, Tabassum A, et al. Artificial intelligence in gestational diabetes care: a systematic review. *J Diabetes Sci Technol* 2025; 25: 19322968251355967. doi: 10.1177/19322968251355967.

## Τεχνολογία στους ηλικιωμένους

**Δ.Τ. Βασιλάκου, MD, Msc**

*Παθολόγος – Κλινικός Διαιτολόγος, Β' Παθολογική Κλινική ΑΠΘ*

Η υγιής γήρανση σε άτομα που ζουν με Σακχαρώδη Διαβήτη (ΣΔ) παραμένει ένα από τα μεγαλύτερα σύγχρονα ζητήματα υγείας. Αποτελεί μείζονα πρόκληση για τα συστήματα υγείας λόγω του μεγάλου επιπολασμού της νόσου στις μεγαλύτερες ηλικίες. Η γήρανση μαζί με τις συννοσηρότητες που επιφέρει δυσχεραίνει την αυτοδιαχείριση του ΣΔ. Η τεχνολογία στον ΣΔ παίζει έναν σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση της γλυκόζης, στην αποφυγή των υπογλυκαιμιών, ενώ επίσης διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη μείωση εμφάνισης των επιπλοκών, στην επιβράδυνση της λειτουργικής και γνωστικής έκπτωσης αλλά και τελικά συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής.<sup>1</sup>

Ωστόσο, η αυξημένη ηλικία συχνά συνοδεύεται από προκλήσεις που δυσχεραίνουν την ευρεία χρήση και ενσωμάτωση της τεχνολογίας στον ΣΔ. Η μειωμένη ψηφιακή εγγραμματοσύνη, οι αισθητηριακοί περιορισμοί (όπως προβλήματα όρασης ή ακοής), η μειωμένη λεπτή κινητικότητα και η γνωστική έκπτωση αποτελούν σημαντικά εμπόδια. Επιπλέον, η επιφυλακτικότητα απέναντι σε νέες τεχνολογίες, ο φόβος λάθους αλλά και η περιορισμένη εκπαίδευση ή υποστήριξη από το οικογενειακό και υγειονομικό περιβάλλον ενισχύουν αυτές τις δυσκολίες.<sup>2</sup>

Η αποτελεσματικότητα και η ασφάλεια χρήσης της συνεχούς καταγραφής γλυκόζης (Continuous Glucose Monitoring, CGM) στον Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 1 (ΣΔτ1) αλλά και στον Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 2 (ΣΔτ2) όπου γίνεται χρήση ινσουλίνης, έχουν αποδειχθεί από πολλαπλές μελέτες. Χαρακτηριστικά στη μελέτη Mobile που αφορά άτομα με ΣΔτ2 σε βασική ινσουλίνη, φάνηκε πως τα άτομα που χρησιμοποιούσαν CGM είχαν καλύτερη γλυκαιμική ρύθμιση και εμφάνισαν λιγότερες υπογλυκαιμίες σε σύγκριση με τα άτομα που χρησιμοποιούσαν μετρητή σακχάρου τριχοειδικού αίματος για την αυτοπαρακολούθησή τους. Επίσης, φάνηκε πως οι ηλικίες άνω των 65 ετών ευνοήθηκαν περισσότερο από τη χρήση CGM σε σχέση με την ομάδα ατόμων κάτω των 65 ετών.<sup>3</sup> Επιπρόσθετα, σε μία μελέτη που δημοσιεύτηκε στο JAMA το 2020 και αφορούσε 203 άτομα άνω των 60 ετών με ΣΔτ1, φάνηκε η υπεροχή της χρήσης CGM έναντι των κλασικών μεθόδων αυτομέτρησης.<sup>4</sup> Τα ίδια αποτελέσματα επιβεβαιώνονται και από τη μελέτη Diamond η οποία έδειξε μειωμένη μεταβλητότητα της γλυκόζης και βελτίωση της HbA1c.<sup>5</sup>

Όσον αφορά τις αντλίες συνεχούς χορήγησης ινσουλίνης, η χρήση τους οδηγεί σε μείωση των επεισοδίων υπογλυκαιμίας, σύμφωνα με τη μελέτη ORACL, αν και δεν κατάφεραν να επιτύχουν τους πολύ αυστηρούς στόχους των διεθνών συστάσεων. Όμως αναδεικνύεται και η χρησιμότητα των προειδοποιητικών συναγερμών χαμηλής γλυκόζης (predictive low alert) έναντι των συναγερμών σε πραγματικό χρόνο.<sup>6</sup>

Αξίζει να σημειωθεί πως αναδεικνύεται η αξία της χρήσης υβριδικών συστημάτων κλειστού κυκλώματος έναντι των συμβατικών αντλιών από μελέτη που διενεργήθηκε σε ηλικιωμένους ασθενείς με ΣΔτ1.<sup>7</sup> Τέλος, η μελέτη AIDE που δημοσιεύτηκε το 2024 επιβεβαιώνει πως η χρήση των υβριδικών συστημάτων κλειστού κυκλώματος υπερέχει στη γλυκαιμική ρύθμιση και την πρόληψη των υπογλυκαιμιών έναντι των αντλιών υποβοηθούμενων με αισθητήρα ή με τεχνολογία αναστολής γλυκόζης,<sup>8</sup> και συμβάλλει στη βελτίωση της ικανότητας αναγνώρισης και αντίληψης των υπογλυκαιμικών επεισοδίων.<sup>9</sup>

Παρά τα θετικά ευρήματα, η εφαρμογή της τεχνολογίας στις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες εξακολουθεί να είναι περιορισμένη.<sup>10</sup> Όμως προηγουμένως απαιτείται η πλήρης γηριατρική αξιολόγηση, η οποία αποτελεί πολύ σημαντική παράμετρο και θα οδηγήσει στην εξατομίκευση των επιλογών τεχνολογίας που θα προταθούν σε κάθε ηλικιωμένο ασθενή με ΣΔ.<sup>11</sup>

Ρόλο-κλειδί στη χρήση της τεχνολογίας από ηλικιωμένους κατέχει η εκπαίδευση η οποία, σύμφωνα με τις μελέτες, μπορεί να γίνει είτε διά ζώσης είτε από απόσταση αλλά πρέπει να είναι προετοιμασμένο το ιατρονοσηλευτικό προσωπικό, ο ίδιος ο ασθενής αλλά και οι φροντιστές πως θα χρειαστεί περισσότερο χρόνο και πιο συχνές επισκέψεις.<sup>12</sup>

## Βιβλιογραφία

1. Sy S, Sinclair A, Munshi M, Kahkoska AR, Weinstock RS, Cukierman-Yaffe T. Use of diabetes technology at the advanced age. *Diabetes Technol Ther* 2025; 27(S1): S157-S172. doi: 10.1089/dia.2025.8811.ss.
2. Maltese G, McAuley SA, Trawley S, Sinclair AJ. Ageing well with diabetes: the role of technology. *Diabetologia* 2024; 67: 2085-102. doi: 10.1007/s00125-024-06240-2.
3. Bao S, Bailey R, Calhoun P, Beck RW. Effectiveness of continuous glucose monitoring in older adults with type 2 diabetes treated with basal insulin. *Diabetes Technol Ther* 2022; 24: 299-306. doi: 10.1089/dia.2021.0494.
4. Pratley RE, Kanapka LG, Rickels MR, et al; *Wireless Innovation for Seniors With Diabetes Mellitus (WISDM) Study Group*. Effect of continuous glucose monitoring on hypoglycemia in older adults with type 1 diabetes: a randomized clinical trial. *JAMA* 2020; 323: 2397-406. doi: 10.1001/jama.2020.6928.
5. Ruedy KJ, Parkin CG, Riddlesworth TD, Graham C; *DIAMOND Study Group*. Continuous glucose monitoring in older adults with type 1 and type 2 diabetes using multiple daily injections of insulin: results from the DIAMOND trial. *J Diabetes Sci Technol* 2017; 11:1138-46. doi: 10.1177/1932296817704445.
6. Trawley S, Ward GM, Vogrin S, et al. Glucose profiles of older adults with type 1 diabetes using sensor-augmented pump therapy in Australia: pre-randomisation results from the ORACL study. *Lancet Healthy Longev* 2022; 3: e839-e48. doi: 10.1016/S2666-7568(22)00266-5.
7. Boughton CK, Hartnell S, Thabit H, et al. Hybrid closed-loop glucose control compared with sensor augmented pump therapy in older adults with type 1 diabetes: an open-label multicentre, multinational, randomised, crossover study. *Lancet Healthy Longev* 2022; 3: e135-e42. doi: 10.1016/S2666-7568(22)00005-8.
8. Kudva YC, Henderson RJ, Kanapka LG, et al. Automated insulin Delivery in older adults with type 1 diabetes. *NEJM Evid* 2025; 4: EVIDoa2400200. doi: 10.1056/EVIDoa2400200.
9. Bilal A, Igudesman DA, Henderson R, et al. 242-OR: Effects of Automated Insulin Delivery (AID) on Impaired Awareness of Hypoglycemia (IAH) in older adults with type 1 diabetes in the AIDE study. *Diabetes* 2025; 74: (Suppl.1): 242-OR. doi: 10.2337/db25-242-OR.
10. Wang YP, Alexandre-Heymann L, Messier V, et al. Technology use and diabetes management across elder age groups in type 1 diabetes and latent auto-immune diabetes in adults, a BETTER registry cross-sectional analysis. *Endocr Pract* 2025; 31: 849-57. doi: 10.1016/j.eprac.2025.03.009.
11. Urbina KL, Slyne C, Munshi MN. Diabetes technology and the older adult: clinical outcomes and implementation strategies. *Endocr Pract* 2025. S1530-891X(25)00997-8. doi: 10.1016/j.eprac.2025.08.004.
12. Weinstock RS, Raghinaru D, Gal RL, et al. Older adults benefit from virtual support for continuous glucose monitor use but require longer visits. *J Diabetes Sci Technol* 2024: 19322968241294250. doi: 10.1177/19322968241294250.

## Η παρακολούθηση των κετονών: Αναγκαιότητα ή όχι;

**Ε. Φουστέρης, MD, PhD**

*Παθολόγος με εξειδίκευση στον σακχαρώδη διαβήτη, Ιατρικός Διευθυντής MEDOC (Mediterranean Diabetes and Obesity Clinics)*

Οι κετόνες, ως προϊόντα καύσης των λιπών, αποτελούν εναλλακτική πηγή ενέργειας για τον ανθρώπινο οργανισμό, προσδίδοντας με αυτό τον τρόπο ένα εξελικτικό πλεονέκτημα. Πράγματι, σε περιόδους μη ύπαρξης υδατανθράκων προς βρώση, η καύση των τριγλυκεριδίων από τη διάσπαση των λιπών του ανθρώπινου σώματος οδηγεί στη δημιουργία β-υδροξυβουτυρικού οξέος (78%), ακετοξικού οξέος (20%) και ακετόνης (2%), τα οποία μπορούν να αποδώσουν ενέργεια. Τα κετονικά σώματα αυτά μπορούν να αποτελέσουν πάνω από το 60% της ενεργειακής τροφοδοσίας του εγκεφάλου κατά τη διάρκεια παρατεταμένης νηστείας, υπογραμμίζοντας τη σημασία τους στη διατήρηση των γνωστικών λειτουργιών.

Υπάρχουν πολλές αναφορές για την ευεργετική δράση των κετονών, όπως στο ενδοθήλιο των αγγείων, μείωση του οξειδωτικού στρες, βελτίωση της μιτοχονδριακής λειτουργίας, μείωση της όρεξης και σωματικού βάρους, καθώς και επιγενετικές μεταβολές στο DNA. Ήδη από το 1921 προτάθηκε η κετογονική διατροφή για την αντιμετώπιση της επιληψίας, από τον R. Wilder.

Όταν, βέβαια, η κετοναίμια ανέλθει σε υψηλά επίπεδα, τότε έχουμε τη λεγόμενη κετοξέωση, η οποία είναι σοβαρή μεταβολική επιπλοκή και δυνητικά θανατηφόρα. Η πιο συχνή μορφή κετοξέωσης είναι η διαβητική κετοξέωση (ΔΚΟ), η οποία συμβαίνει συνήθως επί πλήρους απουσίας ινσουλίνης με παράλληλη εκσεσημασμένη υπεργλυκαιμία. Η ΔΚΟ είναι συνήθως επιπλοκή του Σακχαρώδους Διαβήτη τύπου 1 (ΣΔτ1), σπανιότερα Σακχαρώδους Διαβήτη τύπου 2 (ΣΔτ2). Πρωτοδιάγνωση ΣΔτ1, μη σωστή χρήση ινσουλίνης (παραλείψη δόσης, τεχνικά προβλήματα αντλιών κ.ά.), λοιμώξεις, τεχνικά προβλήματα στους αισθητήρες συνεχούς παρακολούθησης γλυκόζης, κύηση, αλκοολισμός είναι οι πιο συχνές αιτίες που μπορεί να οδηγήσουν άτομα με ΣΔτ1 σε ΔΚΟ. Η λήψη αναστολέων του SGLT-2 υποδοχέα μπορεί να οδηγήσει σε μια ιδιαίτερη περίπτωση κετοξέωσης, τη λεγόμενη ευγλυκαιμική ΔΚΟ, η οποία χαρακτηριστικά δεν έχει το πολύ υψηλό σάκχαρο αίματος.

Η μέτρηση των κετονών αίματος αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαίδευσης και φροντίδας των ατόμων με διαβήτη, ιδιαιτέρως δε αυτών με ΣΔτ1. Πέραν της εργαστηριακής μέτρησης του υδροξυβουτυρικού οξέος στο βιοπαθολογικό εργαστήριο (για ενδονοσοκομειακή χρήση), υπάρχουν ήδη στην αγορά τρεις τρόποι μέτρησης κετονών στο σπίτι από τον ίδιο τον ασθενή:

1. Ταινίες μέτρησης ακετοξικού οξέος στα ούρα
2. Ταινίες μέτρησης β-υδροξυβουτυρικού οξέος στο τριχοειδικό αίμα
3. Συσκευή μέτρησης ακετόνης στον εκπνεόμενο αέρα

Το κύριο κετονικό σώμα, το β-υδροξυβουτυρικό μετράται από τις ταινίες μέτρησης στο τριχοειδικό αίμα, που όμως φαίνεται να μην προτιμάται από τους ασθενείς κυρίως λόγω του αναγκαίου σκαριφισμού στο δάκτυλο και της ανάγκης για μία ακόμη συσκευή και σχετικά αναλώσιμα για τον ασθενή.

Υπό τη σκέψη αυτή και λαμβάνοντας υπόψη τη σημαντικότητα της παρακολούθησης των κετονών αίματος, ειδικά σε ασθενείς με επαναλαμβανόμενα επεισόδια ΔΚΟ, έχει ξεκινήσει ήδη η ανάπτυξη υποδόριων αισθητήρων που μετράνε συνεχώς το β-υδροξυβουτυρικό οξύ στον υποδόριο ιστό. Η λογική για την ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων είναι η πρόωμη αναγνώριση της αύξησης των κετονών αίματος που θα επιτρέψει ταχύτερες αντιδράσεις από τον ασθενή, και επομένως θα δράσει προληπτικά, αποτρέποντας ένα ενδεχόμενο επεισόδιο ΔΚΟ.

Σε μικρή πιλοτική μελέτη 12 υγιή άτομα φόρεσαν για 14 ημέρες αισθητήρα κετόνης σε 3 διαφορετικά σημεία ο καθένας. Συνέκριναν τις μετρήσεις με μετρητή κετόνης σε τριχοειδικό αίμα. Οι συμμετέχοντες

υπεβλήθησαν σε κετογονική διατροφή, ώστε να εισέλθουν σε ήπια κετοναιμία. Τα πρώτα αποτελέσματα ήταν ιδιαιτέρως ενθαρρυντικά για την τεχνολογία αυτή. Βέβαια, δεν ξέρουμε πώς θα λειτουργήσει ο αισθητήρας αυτός σε συνθήκες υψηλότερης κέτωσης ή ΔΚΟ, οπότε σχεδιάζονται αντίστοιχες μελέτες.

Ο αισθητήρας κετόνης θα μπορούσε να είναι χρήσιμος σε οποιοδήποτε άτομο χρησιμοποιεί ινσουλίνη, άτομα με ΣΔ και υποτροπιάζοντα επεισόδια ΔΚΟ (τύπου 1 ή 2), άτομα με ΣΔ σε νόσηση, στρες, υψηλής έντασης άσκηση, κύηση, μειωμένη πρόσληψη υδατανθράκων, χρήστες SGLT-2 αναστολέων καθώς και ασθενείς με νευρολογικά νοσήματα, μέχρι και σε άτομα σε προγράμματα απώλειας βάρους με κετογονικές δίαιτες. Σχετικές οδηγίες έχουν εκδοθεί το 2021 από την Επιτροπή Συνεχούς Παρακολούθησης Κετονών, η οποία συστάθηκε από την Εταιρεία Τεχνολογίας Διαβήτη και αποτελούνταν από 20 ειδικούς με έδρα τις ΗΠΑ.

## Βιβλιογραφία

1. Nguyen KT, Xu NY, Zhang JY, et al. Continuous ketone monitoring consensus report 2021. *J Diabetes Sci Technol* 2022; 16: 689-715. doi: 10.1177/19322968211042656.
2. Huang J, Yeung AM, Bergenstal RM, et al. Update on measuring ketones. *J Diabetes Sci Technol* 2024; 18: 714-26. doi: 10.1177/19322968231152236.
3. Kong YW, Morrison D, Lu JC, Lee MH, Jenkins AJ, O'Neal DN. Continuous ketone monitoring: exciting implications for clinical practice. *Diabetes Obes Metab* 2024; 26: (Suppl 7): 47-58. doi: 10.1111/dom.15921.
4. Alva S, Castorino K, Cho H, Ou J. Feasibility of continuous ketone monitoring in subcutaneous tissue using a ketone sensor. *J Diabetes Sci Technol* 2021; 15: 768-74. doi: 10.1177/19322968211008185.
5. Wilder, RM. The effects of ketonemia on the course of epilepsy. *Mayo Clinic Proceedings* 1921; 2: 307-8. <https://ci.nii.ac.jp/naid/10019167655/>.

## Η άσκηση στον σακχαρώδη διαβήτη τύπου 1: Οφέλη και προβλήματα – Ο ρόλος της τεχνολογίας

**A. Νικολάου<sup>1</sup>, A.K. Παπαζαφειροπούλου<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Γενικός Ιατρός, Μετεκπαίδευση στον σακχαρώδη διαβήτη, Επιστημονικός Συνεργάτης Διαβητολογικού Κέντρου ΓΝ Πειραιά «Τζάνειο»

<sup>2</sup> Α' Παθολογικό Τμήμα και Διαβητολογικό Κέντρο ΓΝ Πειραιά «Τζάνειο»

Η άσκηση αποτελεί σημαντικό μέρος της διαχείρισης του Σακχαρώδους Διαβήτη τύπου 1 (ΣΔΤ1), καθώς μειώνει τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων και συμβάλλει στη διατήρηση ενός υγιούς σωματικού βάρους, το οποίο είναι σημαντικό για τη διαχείριση του διαβήτη. Υπάρχει αυξημένος κίνδυνος υπογλυκαιμίας κατά τη διάρκεια, λίγο μετά και έως και 24 ώρες μετά την άσκηση λόγω αυξημένης ευαισθησίας στην ινσουλίνη. Για τον λόγο αυτό απαιτείται προσεκτική παρακολούθηση και προσαρμογή της δόσης ινσουλίνης και των διατροφικών συνηθειών τόσο πριν όσο και μετά την άσκηση από το άτομο με ΣΔΤ1.

Η επίδραση της άσκησης στα επίπεδα του σακχάρου εξαρτάται από τη διάρκειά της και το είδος της άσκησης. Συγκεκριμένα, η αερόβια άσκηση (π.χ. τρέξιμο, ποδήλατο) αυξάνει την πιθανότητα υπογλυκαιμίας, η αναερόβια/έντονη άσκηση (π.χ. βάρη, sprint) μπορεί προσωρινά να αυξήσει το σάκχαρο (λόγω αδρεναλίνης), ενώ η μικτή (π.χ. διαλειμματική) προκαλεί αστάθμητες αυξομειώσεις του σακχάρου. Τα παραπάνω θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τόσο από το άτομο με ΣΔΤ1 πριν την άσκηση όσο και από τη θεραπευτική ομάδα ειδικά όταν το άτομο συμμετέχει σε ανταγωνιστικά αθλήματα.

Η τεχνολογία έχει έναν αυξανόμενο ρόλο στην υποστήριξη ατόμων με ΣΔΤ1 κατά την άσκηση, συμβάλλοντας σημαντικά στην παρακολούθηση και διαχείριση των επιπέδων γλυκόζης και στην προσαρμογή της θεραπείας. Η παρακολούθηση της γλυκόζης στο αίμα με τη χρήση της συνεχούς καταγραφής γλυκόζης (Continuous glucose monitoring, CGM) είναι απαραίτητη για τη βελτιστοποίηση του χρόνου εντός θεραπευτικού στόχου και την πρόληψη της υπογλυκαιμίας κατά τη διάρκεια και μετά την άσκηση. Με τη χρήση της CGM το άτομο με ΣΔΤ1 ενημερώνεται σε πραγματικό χρόνο για τυχόν μεταβολές της γλυκόζης, κατανοεί την επίδραση της άσκησης στο σάκχαρό του (αερόβια, αναερόβια, μικτή), προσαρμόζει την ινσουλίνη και τη διατροφή του με βάση τις τάσεις που καταγράφει. Σημαντικό πλεονέκτημα της CGM κατά την άσκηση είναι η δυνατότητα άμεσης παρέμβασης, μέσω της ανίχνευσης επικείμενης υπογλυκαιμίας ή υπεργλυκαιμίας. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η CGM υστερεί κατά τη διάρκεια παρατεταμένης αερόβιας άσκησης. Στις περιπτώσεις αυτές συνιστάται η επιβεβαίωση των επιπέδων γλυκόζης με τριχοειδικές μετρήσεις με τρύπημα του δακτύλου εάν παρατηρηθεί πρόσφατη προηγούμενη ή τρέχουσα υπογλυκαιμία.

Οι πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις, συμπεριλαμβανομένων των αντλιών ινσουλίνης με υβριδική αυτοματοποιημένη χορήγηση ινσουλίνης κλειστού βρόχου, παρέχουν σημαντικά οφέλη σε σχέση με την άσκηση. Τα οφέλη αυτά περιλαμβάνουν τη μεγαλύτερη ευελιξία (ο χρήστης μπορεί προσωρινά να μειώσει ή να σταματήσει την παροχή βασικής ινσουλίνης), πιο σταθερά επίπεδα σακχάρου (μείωση μεταβλητότητας) και τη βελτιωμένη απόκριση στην άσκηση με καλύτερη προσαρμογή σε διαφορετικούς τύπους και εντάσεις άσκησης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η βέλτιστη χρήση των αντλιών ινσουλίνης με υβριδική αυτοματοποιημένη χορήγηση ινσουλίνης κλειστού βρόχου κατά τη διάρκεια της άσκησης απαιτεί εξατομικευμένες προσεγγίσεις προκειμένου αυτές να παρέχουν τα σημαντικά οφέλη της μειωμένης υπεργλυκαιμίας και υπογλυκαιμίας ειδικά τη νύχτα.

### Βιβλιογραφία

1. *Adolfsson P, Taplin CE, Zaharieva DP, et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2022: Exercise in children and adolescents with diabetes. Pediatr Diabetes 2022; 23: 1341-72. doi: 10.1111/pedi.13452.*

2. Moser O, Riddell MC, Eckstein ML, et al. Glucose management for exercise using continuous glucose monitoring (CGM) and intermittently scanned CGM (isCGM) systems in type 1 diabetes: position statement of the European Association for the Study of diabetes (EASD) and of the International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes (ISPAD) endorsed by JDRF and supported by the American Diabetes Association (ADA). *Pediatr Diabetes* 2020; 21: 1375-93. doi: 10.1111/pedi.13105.
3. Moser O, Zaharieva DP, Adolfsson P, et al. The use of automated insulin delivery around physical activity and exercise in type 1 diabetes: a position statement of the European Association for the Study of Diabetes (EASD) and the International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes (ISPAD). *Diabetologia* 2025; 68: 255-80. doi: 10.1007/s00125-024-06308-z.

## Συνεχής καταγραφή γλυκόζης στον σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2

### Α. Λιάκος

Επίκουρος Καθηγητής Παθολογίας ΑΠΘ, Β' Παθολογική Κλινική ΑΠΘ, ΓΝΘ «Ιπποκράτειο»

Οι αισθητήρες συνεχούς καταγραφής γλυκόζης (Continuous Glucose Monitoring, CGM) αποτελούν ακρογωνιαίο λίθο στη διαχείριση ατόμων με Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 1 (ΣΔτ1), ωστόσο η τεχνολογία αυτή τα τελευταία χρόνια έχει μεγαλύτερη διείσδυση και στον πληθυσμό των ατόμων με Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 2 (ΣΔτ2) που επηρεάζει ένα μεγάλο μέρος του γενικού πληθυσμού. Οι διαθέσιμοι αισθητήρες επιτρέπουν είτε τη συνεχή καταγραφή και απεικόνιση της τιμής της γλυκόζης σε πραγματικό χρόνο (real-time), είτε απαιτούν σάρωση για την προβολή και αποθήκευση των μετρήσεων σακχάρου (intermittently-scanned).

Δεδομένα από εμβληματικές, τυχαιοποιημένες κλινικές δοκιμές που αφορούν στη χρήση CGM σε άτομα με ΣΔτ2 υπό βασική ινσουλίνη ή εντατικοποιημένο σχήμα ινσουλινοθεραπείας, όπως οι μελέτες MOBILE και DIAMOND αντίστοιχα,<sup>1,2</sup> δείχνουν μία μείωση της γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης (HbA1c) με την εφαρμογή αισθητήρων γλυκόζης έναντι των κλασικών μετρήσεων σακχάρου από το δάκτυλο της τάξης του 0,3%-0,4% με παράλληλη βελτίωση του χρόνου στο εύρος εντός θεραπευτικού στόχου (time-in-range, TIR) 70-180 mg/dL κατά 15% περίπου. Τα οφέλη αυτά φαίνεται πως διατηρούνται και για ανθρώπους ηλικίας  $\geq 65$  ετών στους οποίους ο στόχος TIR 70-180 mg/dL είναι πιο χαλαρός ειδικά αν υπάρχουν συννοσηρότητες ή μεγάλη ευπάθεια. Σε άτομα με ΣΔτ2 που δεν λαμβάνουν ινσουλίνη η περιοδική χρήση CGM ως εργαλείου αυτοεκπαίδευσης και κινητοποίησης οδήγησε σε μία μείωση της HbA1c της τάξης του 0,6%. Μελέτες πραγματικού κόσμου (real-world studies) που αφορούν κυρίως σε ανάλυση δεδομένων ασφαλιστικών οργανισμών έχουν επίσης καταδείξει σημαντική ελάττωση των έκτακτων επισκέψεων στα Τμήματα Επειγόντων Περιστατικών και των νοσηλείων μετά την εφαρμογή CGM σε ανθρώπους με ΣΔτ2 καθώς και αντίστοιχη μείωση του κόστους.

Οι αισθητήρες CGM μπορούν πιθανώς να χρησιμοποιηθούν και για την ανίχνευση του προδιαβήτη. Από καταγραφές CGM έχει φανεί ότι νορμογλυκαιμικά άτομα περνούν το σύνολο σχεδόν του 24ώρου (>90%-95%) στο στενό εύρος εντός στόχου 54-140 mg/dL με ελάχιστες και μικρής διάρκειας διακυμάνσεις μεταγευματικά. Αντίθετα, άτομα με προδιαβήτη παρουσιάζουν σταθερά υψηλότερα βασικά επίπεδα γλυκόζης κατά τη διάρκεια της νύχτας ή/και μεταγευματικές αιχμές που διαρκούν ακόμη και για ώρες.<sup>3</sup> Πλέον στην αγορά υπάρχουν διαθέσιμοι και οι λεγόμενοι βιο-αισθητήρες για τη συνεχή παρακολούθηση των τιμών του σακχάρου για όσους διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης διαβήτη, όπως τα άτομα που ζουν με παχυσαρκία, αν και οι συσκευές αυτές δεν είναι εγκεκριμένες για τη λήψη θεραπευτικών αποφάσεων σε ασθενείς με εγκατεστημένο ΣΔτ2. Τα συστήματα CGM μπορεί να είναι εξάλλου χρήσιμα σε άτομα με ΣΔτ2 που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση, καθότι τα παραδοσιακά μέτρα για την παρακολούθηση της γλυκαιμικής ρύθμισης όπως η HbA1c έχουν αρκετούς περιορισμούς σε αυτόν τον πληθυσμό.

Θα πρέπει ωστόσο να επισημανθεί ότι σε σύγκριση με την HbA1c η συσχέτιση των νέων αυτών μέτρων αξιολόγησης της γλυκαιμίας όπως το TIR με την εμφάνιση μικρο- και μακροαγγειακών επιπλοκών δεν έχει ακόμη τεκμηριωθεί επαρκώς στον ΣΔτ2. Περιορισμένος αριθμός μελετών παρατήρησης κυρίως από την Κίνα έχει καταδείξει ότι η μείωση του TIR σχετίζεται με υψηλότερα ποσοστά διαβητικής αμφιβληστροειδοπάθειας καθώς και αύξηση του πάχους του έσω-μέσου χιτώνα της κοινής καρωτίδας που μεταφράζεται σε αύξηση της καρδιαγγειακής αλλά και της ολικής θνητότητας.<sup>4</sup> Ένας άλλος περιοριστικός παράγοντας στην ευρεία εφαρμογή CGM στον ΣΔτ2 είναι το κόστος που σε κάποιο βαθμό αμβλύνεται από τη μείωση του κινδύνου εμφάνισης επιπλοκών.

Συμπερασματικά, η τεχνολογία CGM είναι πολλά υποσχόμενη στη διαχείριση του ΣΔτ2 ιδίως μεταξύ ατόμων που λαμβάνουν ινσουλίνη βελτιώνοντας τη γλυκαιμική ρύθμιση και προλαμβάνοντας ενδεχομένως τις επιπλοκές συμβάλλοντας έτσι και στην εξοικονόμηση πόρων.<sup>5</sup> Παρ' όλα αυτά για τη βέλτιστη εφαρμογή στην κλινική πράξη απαιτείται εκπαίδευση των ατόμων που ζουν με ΣΔτ2 ώστε να διασφαλιστεί η ισότιμη πρόσβαση στα καινοτόμα αυτά εργαλεία αποτρέποντας το ψηφιακό χάσμα.

## Βιβλιογραφία

1. Beck RW, Riddlesworth TD, Ruedy K, et al; DIAMOND Study Group. Continuous glucose monitoring versus usual care in patients with type 2 diabetes receiving multiple daily insulin injections: a randomized trial. *Ann Intern Med* 2017; 167: 365-74. doi: 10.7326/M16-2855.
2. Martens T, Beck RW, Bailey R, et al; MOBILE Study Group. Effect of continuous glucose monitoring on glycemic control in patients with type 2 diabetes treated with basal insulin: a randomized clinical trial. *JAMA* 2021; 325: 2262-72. doi: 10.1001/jama.2021.7444.
3. Spartano NL, Sultana N, Lin H, et al. Defining continuous glucose monitor time in range in a large, community-based cohort without diabetes. *J Clin Endocrinol Metab* 2025; 110: 1128-34. doi: 10.1210/clinem/dgae626.
4. Lu J, Wang C, Shen Y, et al. Time in range in relation to all-cause and cardiovascular mortality in patients with type 2 diabetes: a prospective cohort study. *Diabetes Care* 2021; 44: 549-55. doi: 10.2337/dc20-1862.
5. Battelino T, Lalic N, Hussain S, et al. The use of continuous glucose monitoring in people living with obesity, intermediate hyperglycemia or type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract* 2025; 223: 112111. doi: 10.1016/j.diabres.2025.112111.

## Έξυπνες πένες ινσουλίνης

**A. Μπουρδάκης, MD, PhD**

*Ειδικός Παθολόγος – Διαβητολόγος, Υπεύθυνος Διαβητολογικού Ιατρείου και Ιατρείου Λιπιδίων και Παχυσαρκίας, ΓΝ Τρικάλων*

Οι έξυπνες πένες ινσουλίνης αποτελούν καινοτόμα εργαλεία που αλλάζουν τον τρόπο διαχείρισης του διαβήτη για όσους εξαρτώνται από ενέσεις ινσουλίνης. Αυτές οι συσκευές, εξοπλισμένες με ψηφιακές δυνατότητες, καταγράφουν αυτόματα τις δόσεις, αποθηκεύουν δεδομένα και συνδέονται με εφαρμογές κινητών τηλεφώνων ή tablets, προσδίδοντας στη θεραπευτική διαδικασία έναν διαδραστικό χαρακτήρα.

Μελέτες δείχνουν ότι τέτοιες συσκευές βελτιώνουν τη γλυκαιμική ρύθμιση, μειώνοντας τις ακραίες τιμές γλυκόζης, ενώ παράλληλα ενισχύουν την πιστή εφαρμογή του θεραπευτικού πλάνου, προσφέροντας μια πιο εξατομικευμένη προσέγγιση. Κατευθυντήριες οδηγίες, όπως αυτές της Αμερικανικής Διαβητολογικής Εταιρείας (ADA) για το 2025, συνιστούν τη χρήση έξυπνων πενών σε συνδυασμό με συστήματα συνεχούς παρακολούθησης γλυκόζης (Continuous Glucose Monitoring, CGM) ή μετρητές γλυκόζης, σε ασθενείς με διαβήτη που χρήζουν ινσουλινοθεραπείας. Οι οδηγίες τονίζουν ότι τέτοιες τεχνολογίες πρέπει να εξετάζονται από την αρχή της διάγνωσης, καθώς ενισχύουν την ακρίβεια στη δοσολογία και μειώνουν τα λάθη στη χορήγηση.<sup>1</sup> Παράλληλα, ευρωπαϊκές συστάσεις υποστηρίζουν τη χρήση ψηφιακών εργαλείων για την αντιμετώπιση προβλημάτων, όπως η παράλειψη δόσεων ή η εσφαλμένη χορήγηση. Κλινικές μελέτες υποδεικνύουν ότι οι έξυπνες πένες αυξάνουν τον χρόνο εντός θεραπευτικού στόχου (TIR) κατά 5%-10% και περιορίζουν τις χαμένες δόσεις, βελτιώνοντας τη συνολική διαχείριση του διαβήτη.<sup>2,3</sup> Αναγκαία κρίνεται η εκπαίδευση των ασθενών και των επαγγελματιών υγείας για τη σωστή αξιοποίηση αυτών των συσκευών, με έμφαση στη σύνδεσή τους με πλατφόρμες ανάλυσης δεδομένων.

Τα πλεονεκτήματα των έξυπνων πενών περιλαμβάνουν την αυτοματοποιημένη καταγραφή δεδομένων, που εξαλείφει την ανάγκη για χειρόγραφες σημειώσεις και μειώνει τα σφάλματα που σχετίζονται με τη δοσολογία. Οι ενσωματωμένες λειτουργίες υπολογισμού δόσεων λαμβάνουν υπόψη παράγοντες όπως το τρέχον επίπεδο γλυκόζης και την κατανάλωση υδατανθράκων, μειώνοντας τον κίνδυνο υπογλυκαιμίας.<sup>4</sup> Κλινικά δεδομένα επιβεβαιώνουν ότι οι συσκευές αυτές βελτιώνουν τη γλυκαιμική σταθερότητα και διευκολύνουν την κοινή χρήση πληροφοριών με τους θεράποντες, στο πλαίσιο της τηλεϊατρικής. Επιπλέον, λειτουργίες όπως οι υπενθυμίσεις για δόσεις και η ανίχνευση σφαλμάτων αυξάνουν την ασφάλεια, ιδιαίτερα σε παιδιά ή ηλικιωμένους. Σε σχέση με τις παραδοσιακές πένες, οι έξυπνες προσφέρουν μεγαλύτερη ευκολία και μακροπρόθεσμη εξοικονόμηση λόγω της επαναχρησιμοποίησης των κασετών. Παρά τα πλεονεκτήματα, το υψηλό αρχικό κόστος μπορεί να περιορίζει την πρόσβαση για ορισμένους ασθενείς, ενώ η ανάγκη για συμβατή έξυπνη συσκευή και ψηφιακές δεξιότητες δημιουργεί εμπόδια, ιδιαίτερα σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας ή με περιορισμένη τεχνολογική εξοικείωση. Επιπρόσθετα, ζητήματα όπως η περιορισμένη διάρκεια μπαταρίας, οι πιθανές τεχνικές βλάβες, η έλλειψη πλήρους συμβατότητας με όλα τα συστήματα CGM που περιορίζει την αυτοματοποίηση και η ασφάλεια των δεδομένων αποτελούν σημαντικές ανησυχίες.<sup>5</sup>

Συμπερασματικά, οι έξυπνες πένες ινσουλίνης αποτελούν σημαντική εξέλιξη στη διαχείριση του διαβήτη, υποστηριζόμενες από τις τρέχουσες οδηγίες, με δυνατότητες που βελτιώνουν τη γλυκαιμική ρύθμιση και την ποιότητα ζωής. Η υιοθέτησή τους απαιτεί προσεκτική εξατομίκευση, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τα πλεονεκτήματα όσο και τις προκλήσεις, με έμφαση στην εκπαίδευση και την υποστήριξη. Μελλοντικές εξελίξεις αναμένεται να βελτιώσουν την προσβασιμότητα και να αυξήσουν τη χρήση τους, καθιστώντας τες βασικό στοιχείο της θεραπείας.

## Βιβλιογραφία

1. *American Diabetes Association Professional Practice Committee*. 7. Diabetes Technology: Standards of Care in Diabetes—2025. *Diabetes Care* 2025; 48 (Suppl. 1): S146-S166. doi: 10.2337/dc25-S007. Erratum in: *Diabetes Care* 2025; 48: 666. doi: 10.2337/dc25-er04b.
2. *Tejera-Pérez C, Chico A, Azriel-Mira S, Lardiés-Sánchez B, Gomez-Peralta F; Área de Diabetes-SEEN*. Connected insulin pens and caps: an expert's recommendation from the area of diabetes of the Spanish Endocrinology and Nutrition Society (SEEN). *Diabetes Ther* 2023; 14: 1077-91. doi: 10.1007/s13300-023-01417-1.
3. *Lingen K, Pikounis T, Bellini N, Isaacs D*. Advantages and disadvantages of connected insulin pens in diabetes management. *Endocr Connect* 2023; 12: e230108. doi: 10.1530/EC-23-0108.
4. *Sangave NA, Aungst TD, Patel DK*. Smart connected insulin pens, caps, and attachments: a review of the future of diabetes technology. *Diabetes Spectr* 2019; 32: 378-84. doi: 10.2337/ds18-0069.
5. *Sy SL, Munshi MM, Toschi E*. Can smart pens help improve diabetes management? *J Diabetes Sci Technol* 2022; 16: 628-34. doi: 10.1177/1932296820965600.

## Η επιλογή τεχνολογικών μέσων αντιμετώπισης του διαβήτη και η νοσηλευτική παρέμβαση

**Σ.Κ. Μπουλαζέρη, MSc**

Νοσηλεύτρια, Διαβητολογικό Κέντρο ΠΓΝ «Αττικόν»

Ο Σακχαρώδης Διαβήτης (ΣΔ) αποτελεί μια χρόνια, πολυπαραγοντική νόσο με αυξανόμενη επίπτωση παγκοσμίως, επιβαρύνοντας τα συστήματα υγείας. Η τεχνολογία έχει μετασχηματίσει ουσιαστικά τη διαχείρισή του, προσφέροντας βελτίωση του γλυκαιμικού ελέγχου, μείωση των επιπλοκών και ενίσχυση της ποιότητας ζωής. Τα συστήματα συνεχούς καταγραφής γλυκόζης (Continuous Glucose Monitoring, CGM), οι αντλίες ινσουλίνης, τα υβριδικά κλειστά συστήματα, οι έξυπνες πένες και οι ψηφιακές εφαρμογές υγείας αποτελούν πλέον βασικά εργαλεία στην καθημερινή διαχείριση, προσφέροντας αυξημένο εύρος εντός θεραπευτικού στόχου (time-in-range), μείωση HbA1c και μείωση της γλυκαιμικής μεταβλητότητας.

Η επιλογή και η ορθή χρήση αυτών των τεχνολογικών μέσων δεν είναι αυτονόητη αλλά απαιτεί εξατομικευμένη προσέγγιση. Ο ρόλος του εξειδικευμένου νοσηλευτή/τριας στον διαβήτη είναι κομβικός, καθώς συμβάλλει στην αξιολόγηση των αναγκών, στην εκπαίδευση, στην υποστήριξη της αυτοδιαχείρισης και στην ενδυνάμωση του ατόμου με διαβήτη. Μέσα από τη συστηματική νοσηλευτική παρέμβαση εξασφαλίζεται όχι μόνο η σωστή χρήση της τεχνολογίας αλλά και η αποδοχή της, η συμμόρφωση στη θεραπεία και η διατήρηση της ψυχοκοινωνικής ισορροπίας.

Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στη διαχείριση του διαβήτη, σε συνδυασμό με την ενεργό νοσηλευτική καθοδήγηση, αποτελούν θεμέλιο για την αποτελεσματική ρύθμιση της νόσου και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ασθενών.

### Βιβλιογραφία

1. American Diabetes Association Professional Practice Committee. Standards of Medical Care in Diabetes-2024. *Diabetes Care* 2024; 47: (Suppl. 1): S1-350.
2. Battelino T, Danne T, Bergenstal RM, et al. Clinical targets for continuous glucose monitoring data interpretation: recommendations from the international consensus on time in range. *Diabetes Care* 2019; 42: 1593-603. doi: 10.2337/dci19-0028.
3. Beck RW, Riddlesworth T, Ruedy K, et al; DIAMOND Study Group. Effect of continuous glucose monitoring on glycemic control in adults with type 1 diabetes using insulin injections: the DIAMOND randomized clinical trial. *JAMA* 2017; 317: 371-8. doi: 10.1001/jama.2016.19975.
4. Funnell MM, Anderson RM. Empowerment and self-management of diabetes. *Clin Diabetes* 2004; 22: 123-7. doi: 10.2337/diaclin.22.3.123.
5. Powers MA, Bardsley J, Cypress M, et al. Diabetes self-management education and support in type 2 diabetes: a consensus report of the American Diabetes Association, the Association of Diabetes Care & Education Specialists, the Academy of Nutrition and Dietetics, the American Academy of Family Physicians, the American Academy of PAs, the American Association of Nurse Practitioners, and the American Pharmacists Association. *Diabetes Care* 2020; 43: 1636-49. doi: 10.2337/dci20-0023.

## Tips και tricks για τη βέλτιστη χρήση συστημάτων συνεχούς καταγραφής γλυκόζης

**Α. Νικολάου<sup>1</sup>, Φ. Κουρτίδου<sup>2</sup>, Ε. Καγκελάρη<sup>2</sup>, Α. Γαλανοπούλου<sup>2</sup>, Α.Κ. Παπαζαφειροπούλου<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Γενικός Ιατρός, Μετεκπαίδευση στον σακχαρώδη διαβήτη, Επιστημονικός Συνεργάτης Διαβητολογικού Κέντρου ΓΝ Πειραιά «Τζάνειο»

<sup>2</sup> Α' Παθολογικό Τμήμα και Διαβητολογικό Κέντρο ΓΝ Πειραιά «Τζάνειο»

Τα συστήματα συνεχούς καταγραφής γλυκόζης (Continuous Glucose Monitoring, CGM) αποτελούν μέθοδο μέτρησης γλυκόζης στο διάμεσο υγρό η οποία, όπως φάνηκε από κλινικές μελέτες, πλεονεκτεί έναντι της συμβατικής μεθόδου μέτρησης από το τριχοειδικό δίκτυο, συμβάλλοντας θετικά στη βέλτιστη γλυκαιμική εικόνα των ατόμων με Σακχαρώδη Διαβήτη (ΣΔ).<sup>1,2</sup>

Θεωρούνται ως ελάχιστα επεμβατικά συστήματα στην τοποθέτηση, η οποία γίνεται υποδόρια. Τα ενδεδειγμένα σημεία τοποθέτησης του αισθητήρα είναι ο οπίσθιος βραχίονας και η κοιλιά. Βασίζονται σε βιο-αισθητήρα που χρησιμοποιεί το ένζυμο οξειδάση της γλυκόζης (GOD). Αποτυπώνουν έμμεσα τη συγκέντρωση της γλυκόζης στο πλάσμα, μέσω μέτρησης της συγκέντρωσής της στο εξωκυτταρικό διάμεσο υγρό.

Αποτελούνται από τον αισθητήρα, τον πομπό και τον καταγραφέα. Παρέχουν ενδείξεις συνήθως κάθε 5 λεπτά (288 τιμές/ημέρα), ενσωματώνονται ή συνεργάζονται με κάποιες αντλίες ινσουλίνης, καταδεικνύουν την τάση "trends" αυξομειώσεων της γλυκόζης (↑, ↓) και ενημερώνουν για το ενδεχόμενο ανάγκης αυτόματης διακοπής χορήγησης ινσουλίνης.

Κάθε εργοστασιακά βαθμονομημένο σύστημα ακολουθεί τα γενικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού με ΣΔ, αλλά δεν μπορεί να διασφαλίσει τη διατήρηση της ακρίβειας σε υψηλά επίπεδα και εξατομικευμένα για τον κάθε ασθενή. Για αυτό και τα περισσότερα συστήματα απαιτούν τριχοειδικές μετρήσεις γλυκόζης (βαθμονόμηση) ημερησίως.<sup>1,3</sup>

Διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

1. rtCGMs (real-time Continuous Glucose Monitoring): παρέχουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, τα αναλύουν, τα κοινοποιούν από απόσταση μέσω πιστοποιημένου cloud και προειδοποιούν τον χρήστη με αυτοματοποιημένους συναγερμούς για τυχόν υψηλά/χαμηλά επίπεδα γλυκόζης. Απαιτείται βαθμονόμηση από τον χρήστη για τη διασφάλιση της ακρίβειας και αποδοτικότητας των δεδομένων.

2. isCGMs ή Flash FGM (Intermittently Scanned): εμφανίζουν δεδομένα κατ' επίκληση του χρήστη τα οποία δεν απαιτούν βαθμονόμηση, δεν διαθέτουν συναγερμούς για τη διακύμανση της γλυκόζης. Απαιτούν μέτρηση σακχάρου τριχοειδικού αίματος επί ακραίων τιμών.

3. Professional CGMs: δεν εμφανίζουν δεδομένα στον χρήστη σε πραγματικό χρόνο, ενώ η ανάλυση πραγματοποιείται μετά την περίοδο καταγραφής από επαγγελματίες υγείας. Απαιτείται βαθμονόμηση 2-3 φορές ημερησίως.<sup>3-5</sup>

Η χρήση των CGM ενδείκνυται σε:

- Εφήβους και παιδιά με Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 1 (ΣΔτ1) ανεξαρτήτως τρόπου λήψης της ινσουλίνης (εντατικοποιημένο σχήμα ή αντλία συνεχούς έγχυσης).
- Όλα τα άτομα με ΣΔτ1.
- Άτομα με ΣΔ με συχνά επεισόδια υπογλυκαιμίας ή ανεπίγνωστης υπογλυκαιμίας.
- Άτομα με Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 2 (ΣΔτ2) υπό εντατικοποιημένη ινσουλινοθεραπεία εκτός γλυκαιμικών στόχων.
- Ηλικιωμένους με ΣΔ και γνωσιακές διαταραχές ή υπογλυκαιμίες.
- Εγκυμονούσες με διαβήτη κύησης ή/και προϋπάρχοντα ΣΔ.
- Ασθενείς με παγκρεατική νόσο ή παγκρεατεκτομή.

Τα CGMs παρουσιάζουν πολλά κλινικά οφέλη στη διαχείριση ΣΔ συγκρινόμενα με τους συμβατικούς μετρητές σακχάρου αίματος (SMBG) όπως: μείωση της HbA1c, αύξηση του χρόνου εντός θεραπευτικού στόχου (time-in-range, TIR), μείωση του κινδύνου υπογλυκαιμιών, ιδιαίτερος κατά τη διάρκεια της κύησης.<sup>2-5</sup>

Θεωρείται πολύ σημαντικό να θυμόμαστε ότι: αποφεύγουμε την τοποθέτηση του αισθητήρα στα σημεία έγχυσης ινσουλίνης, στις περιοχές με σπίλους, πληγές, εξανθήματα ή λιποδυστροφίες. Ελέγχουμε τα σημεία τοποθέτησης των αισθητήρων για τυχόν τοπικούς ερεθισμούς ή δερματικές αντιδράσεις ευαισθησίας, περισσότερο από τα συστατικά της κόλλας (όχι του ινιδίου), δίνοντας σημασία σε τυχόν αναφορές του χρήστη για κνησμό, ερύθημα, ήπιο οίδημα, εξάνθημα, σκληρία ή μώλωπες.

Οι μετρήσεις γλυκόζης στο υποδόριο εμφανίζουν χρονοκαθυστέρηση συνήθως από 2 έως 15 λεπτά, σε σχέση με τα πραγματικά επίπεδα γλυκόζης αίματος και όταν τα επίπεδα γλυκόζης δεν υφίστανται μεταβολές (νηστεία, προγευματικά, μη ενεργή ινσουλίνη). Η τιμή της χρονικής υστέρησης μπορεί να φτάσει και τα 25 λεπτά σε δυναμικές στιγμές μέσα στην ημέρα όταν τα επίπεδα γλυκόζης μεταβάλλονται γρήγορα (ενεργή δράση ινσουλίνης, άσκηση, διαταραχή αιματικής ροής στην περιοχή τοποθέτησης κ.ά.).

Η βαθμονόμηση πρέπει να γίνεται όταν οι τιμές γλυκόζης είναι σχετικά σταθερές και όταν δεν υποπτεύομαστε απότομες αυξομειώσεις τιμών γλυκόζης, όπως: κοντά σε γεύμα ή σε χορήγηση δόσης ινσουλίνης και επί ενεργής ινσουλίνης ή ενεργών υδατανθράκων.

Υπάρχουν καταστάσεις που δημιουργούν διαταραχές στην κινητική ισορροπία μεταξύ BG (γλυκόζης πλάσματος) και IFG – Interstitial Fluid Glucose (γλυκόζης διάμεσου ιστού), όπως οίδημα υποδορίου, ιστική υποξία, χρήση αγγειοσυσπαστικών, υπόταση και κυστική ίνωση, οι οποίες προκαλούν διαβαθμίσεις στον χρόνο και μέγεθος των τιμών της γλυκόζης.<sup>1-5</sup>

Η εκπαίδευση των ατόμων με ΣΔ στη χρήση των CGM αποδεικνύεται καταλυτικής σημασίας καθώς υπάρχει γραμμική συσχέτιση της αποτελεσματικότητάς τους με τη βέλτιστη γλυκαιμική ρύθμιση.<sup>2-5</sup>

## Βιβλιογραφία

1. *Ελληνική Διαβητολογική Εταιρεία*. 6. Έλεγχος γλυκαιμικής εικόνας από το άτομο με ΣΔ. Η συμβολή της τεχνολογίας. Στο: Κατευθυντήριες Οδηγίες για τον Σακχαρώδη Διαβήτη, Αθήνα, 2025, 49-57.
2. Reddy M, Oliver N. Self-monitoring of blood glucose requirements with the use of intermittently scanned continuous glucose monitoring. *Diabetes Technol Ther* 2020; 22: 235-8. doi: 10.1089/dia.2019.0369.
3. Martens T, Beck RW, Bailey R, et al.; *MOBILE Study Group*. Effect of continuous glucose monitoring on glycemic control in patients with type 2 diabetes treated with basal insulin: a randomized clinical trial. *JAMA* 2021; 325: 2262-72. doi: 10.1001/jama.2021.7444.
4. Visser MM, Charleer S, Fieuws S, et al. Comparing real-time and intermittently scanned continuous glucose monitoring in adults with type 1 diabetes (ALERTT1): a 6-month, prospective, multicentre, randomized controlled trial. *Lancet* 2021; 397: 2275-83. doi: 10.1016/S0140-6736(21)00789-3.
5. Leelarathna L, Evans ML, Neupane S, et al.; *FLASH-UK Trial Study Group*. Intermittently scanned continuous glucose monitoring for type 1 diabetes. *N Engl J Med* 2022; 387: 1477-87. doi: 10.1056/NEJMoa2205650.

## T1TR σε παιδιά και εφήβους με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 1 που φέρουν υβριδικό κλειστό κύκλωμα. Έχει θέση;

**A.I. Χριστοφορίδης**

*Καθηγητής Παιδιατρικής – Παιδιατρικής Ενδοκρινολογίας ΑΠΘ, Α' Παιδιατρική Κλινική ΑΠΘ, ΓΝΘ «Ιπποκράτειο»*

Ο χρόνος εντός στενού εύρους στόχου (time in tight range, T1TR) ή χρόνος εντός νορμογλυκαιμίας (time in normoglycaemia, T1NG) όπως τείνει να επικρατήσει να ονομάζεται το τελευταίο διάστημα αντιπροσωπεύει έναν νέο γλυκαιμικό δείκτη που προσδιορίζει το ποσοστό του χρόνου που οι τιμές της γλυκόζης κυμαίνονται από 70-140 mg/dL. Έρχεται, πιθανά, να αντικαταστήσει ή να συμπληρώσει τον χρόνο εντός θεραπευτικού στόχου (time-in-range, T1R) που εκφράζει το ποσοστό του χρόνου που οι τιμές γλυκόζης κυμαίνονται από 70-180 mg/dL και που προέκυψε ως ένας άμεσος δείκτης γλυκαιμικού ελέγχου, με τη διαδεδομένη χρήση των συσκευών συνεχούς καταγραφής της γλυκόζης, σε συσχέτιση με τη γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη (HbA1c). Μια τιμή HbA1c 7% αντιστοιχεί σε ποσοστό T1R 70%, με μια ευρεία όμως διακύμανση (56%-84%) που επηρεάζεται από τη μεταβλητότητα των τιμών γλυκόζης (Coefficient of Variation, CV).

Πολυπληθείς μελέτες τόσο σε ασθενείς με Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 1 (ΣΔτ1) όσο και σε ασθενείς με Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 2 (ΣΔτ2) έδειξαν ότι T1NG και T1R εμφανίζουν μια όχι απόλυτα γραμμική συσχέτιση και με τον λόγο T1NG / T1R να αυξάνεται πέρα από κάποιο όριο T1R (>70%).<sup>1</sup> Πρακτικά, ο δείκτης T1NG έχει μεγαλύτερη διακριτική ικανότητα σε υψηλότερες τιμές T1R και άρα σε μικρότερους μέσους όρους γλυκόζης και σε μικρότερα ποσοστά μεταβλητότητας των τιμών της γλυκόζης (CV), οπότε ο T1NG είναι ένας πιο αξιόπιστος δείκτης για τους καλύτερα ρυθμισμένους ασθενείς.

Τα τελευταία χρόνια συντελείται μια επανάσταση στην αντιμετώπιση του ΣΔτ1 με την ενσωμάτωση της τεχνολογίας. Η διάδοση της χρήσης των αισθητήρων γλυκόζης αλλά και τα συστήματα αυτόματης χορήγησης ινσουλίνης (Automated Insulin Delivery – AID) έχουν αλλάξει το παιχνίδι καθώς μετέτρεψαν τη μεταβλητότητα της γλυκόζης σε μεταβλητότητα της χορηγούμενης ινσουλίνης και οδήγησαν ένα μεγάλο ποσοστό ασθενών με ΣΔτ1 σε άριστο γλυκαιμικό έλεγχο με ταυτόχρονη βελτίωση της ποιότητας ζωής.<sup>2</sup> Οι πρόσφατες κατευθυντήριες οδηγίες από διεθνείς οργανισμούς και ομοσπονδίες προτείνουν αυστηρότερους γλυκαιμικούς στόχους, ιδίως σε ασθενείς με ΣΔτ1 που χρησιμοποιούν σύγχρονη τεχνολογία, με την προϋπόθεση ότι η υιοθέτηση αυτών των στόχων δεν υποβαθμίζει την ποιότητα της ζωής.<sup>3</sup> Σε αυτήν τη λογική, πολλοί ερευνητές προτείνουν τη χρήση του T1NG ως δείκτη καλύτερης αποτύπωσης του γλυκαιμικού ελέγχου, ιδίως σε ασθενείς με ικανοποιητική ρύθμιση και με όριο τιμής που να αποτυπώνει την καλή ρύθμιση που εκκρεμεί ακόμη να καθοριστεί, αλλά υπολογίζεται περίπου στο 50%. Επιπρόσθετα, μελέτες που υποστηρίχθηκαν από εταιρείες με AID συστήματα, τόσο με τυχαίοποιημένες όσο και μελέτες πραγματικού κόσμου, δείχνουν ότι τέτοιοι στόχοι είναι εφικτοί με τη χρήση των AID συστημάτων σε σημαντικό ποσοστό ασθενών.<sup>4</sup>

Από την άλλη, υπάρχουν ερευνητές αλλά και άτομα με διαβήτη που υποστηρίζουν ότι η υιοθέτηση πιο αυστηρών δεικτών γλυκαιμικού ελέγχου θα πρέπει να γίνεται κατόπιν τεκμηρίωσης της ωφελιμότητας που θα προκύψει, καθώς εκλείπουν ακόμα μελέτες που να συσχετίζουν τους πιο αυστηρούς αυτούς γλυκαιμικούς δείκτες με μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης απώτερων μικρο- και μακροαγγειακών επιπλοκών. Ταυτόχρονα, υπάρχει αυξημένη ανησυχία ότι το κυνήγι αυστηρότερων ορίων μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολικές διορθώσεις και παρεμβάσεις ατόμων με διαβήτη και φροντιστών με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης υπογλυκαιμικών επεισοδίων, υποβάθμισης της ποιότητας ζωής αλλά και αυξημένο άγχος και αίσθημα αποτυχίας σχετικά με τον έλεγχο της νόσου.<sup>5</sup>

Συμπερασματικά, ο TING αποτελεί έναν ακριβέστερο δείκτη για την αποτύπωση της γλυκαιμικής ρύθμισης σε ασθενείς με καλό γλυκαιμικό έλεγχο, καθώς εκφράζει το ποσοστό του χρόνου που οι ασθενείς με ΣΔ περνούν στα όρια της ευγλυκαιμίας (70-140 mg/dL). Το τελευταίο διάστημα ο TING γίνεται ιδιαίτερα δημοφιλής σε μελέτες με ασθενείς με ΣΔτ1 σε συστήματα AID, αλλά και σε μελέτες ελέγχου της αποτελεσματικότητας νέων φαρμακευτικών παραγόντων σε ασθενείς με ΣΔτ2, ενώ διερευνάται και η χρησιμότητά του ως δείκτη ορισμού του προδιαβήτη. Σε ασθενείς με ΣΔτ1 εκλείπουν μελέτες συσχέτισης της χρήσης του με τον κίνδυνο εμφάνισης απώτερων επιπλοκών αλλά και με την πιθανότητα εμφάνισης υπογλυκαιμιών και την επίδραση που μπορεί να έχει η υιοθέτησή του στην ποιότητα ζωής και στο φορτίο της νόσου. Για όλους αυτούς τους λόγους, δεν συστήνεται, προς το παρόν τουλάχιστον, η ευρεία χρήση του σε άτομα με ΣΔτ1.

## Βιβλιογραφία

1. *Dunn TC, Ajjan RA, Bergenstal RM, Xu Y.* Is it time to move beyond TIR to TITR? Real-world data from over 20,000 users of continuous glucose monitoring in patients with type 1 and type 2 diabetes. *Diabetes Technol Ther* 2024; 26: 203-10. doi: 10.1089/dia.2023.0565.
2. *Hughes MS, Addala A, Buckingham B.* Digital technology for diabetes. *N Engl J Med* 2023; 389: 2076-86. doi: 10.1056/NEJMra2215899.
3. *de Bock M, Agwu JC, Deabreu M, et al.* International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes Clinical Practice Consensus Guidelines 2024: Glycemic targets. *Horm Res Paediatr* 2024; 97: 546-54. doi: 10.1159/000543266.
4. *Battelino T, Kuusela S, Shetty A, et al; LENNY study group.* Efficacy and safety of automated insulin delivery in children aged 2-6 years (LENNY): an open-label, multicentre, randomised, crossover trial. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2025; 13: 662-73. doi: 10.1016/S2213-8587(25)00091-9.
5. *Hamidi V, Pettus JH.* Time in tight range for patients with type 1 diabetes: the time is now, or is it too soon? *Diabetes Care* 2024; 47: 782-4. doi: 10.2337/dci23-0092.

## Υβριδικό κλειστό κύκλωμα και κύηση στον σακχαρώδη διαβήτη τύπου 1 – Προκλήσεις

**I. Ζωγράφου, MD, PhD**

*Παθολόγος – Διαβητολόγος, Β' Προπαιδευτική Παθολογική Κλινική, ΓΝΘ «Ιπποκράτειο»*

Η διαχείριση του Σακχαρώδους Διαβήτη τύπου 1 (ΣΔΤ1) κατά τη διάρκεια της κύησης είναι μια από τις πιο σύνθετες προκλήσεις τόσο για τις μητέρες όσο και για τις ομάδες φροντίδας τους. Οι ορμονικές μεταβολές και οι υπόλοιπες φυσιολογικές αλλαγές κατά τη διάρκειά της, κάνουν περίπλοκο τον έλεγχο της γλυκαιμίας, ενώ το αναπτυσσόμενο έμβρυο είναι ιδιαίτερα ευάλωτο τόσο σε υψηλά όσο και σε κυμαινόμενα επίπεδα σακχάρου στο αίμα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχει αυξημένος κίνδυνος επιπλοκών όπως οι συγγενείς δυσπλασίες, η προεκλαμψία και ο πρόωρος τοκετός.<sup>1,2</sup> Στις μισές περίπου περιπτώσεις, η κύηση επιπλέκεται από μακροσωμία του εμβρύου, γεγονός που αυξάνει τον κίνδυνο δυστοκίας και περιγεννητικού τραυματισμού, ενώ το υπεργλυκαιμικό περιβάλλον στο οποίο εκτίθεται το έμβρυο μπορεί να έχει μακροπρόθεσμες επιπτώσεις, με αύξηση του κινδύνου ανάπτυξης μεταβολικού συνδρόμου, καρδιαγγειακών παθήσεων και Σακχαρώδους Διαβήτη τύπου 2 (ΣΔΤ2) σε μεγαλύτερη ηλικία.

Γι' αυτόν τον λόγο οι διεθνείς οδηγίες θέτουν εξαιρετικά αυστηρούς γλυκαιμικούς στόχους για την κύηση με προϋπάρχοντα ΣΔ. Συγκεκριμένα συστήνεται κατά τη σύλληψη η HbA1c να είναι <6,5%, διότι έχει φανεί ότι έτσι μειώνεται η πιθανότητα συγγενών ανωμαλιών, ενώ ακόμα πιο αυστηροί στόχοι μπορεί να είναι επιθυμητοί (HbA1c <6%), εφόσον μπορούν να επιτευχθούν με ασφάλεια. Σε περίπτωση υπογλυκαιμιών, ένας πιο χαλαρός στόχος με HbA1c έως <7% μπορεί να συστηθεί. Επίσης κατά τη διάρκεια της κύησης συστήνονται τιμές γλυκόζης προγευματικά μεταξύ 70-95 mg/dL και μεταγευματικά μεταξύ 100-140 mg/dL, ενώ ο χρόνος εντός θεραπευτικού στόχου (time-in-range, TIR) είναι μεταξύ 63-140 mg/dL (pregnancy time-in-range, TIRp) και πρέπει να βρίσκονται σε αυτόν >70% του χρόνου τους. Παρά τις συστάσεις η πραγματικότητα είναι τελείως διαφορετική με πολλές γυναίκες να μην επιτυγχάνουν τους επιθυμητούς στόχους πριν τη σύλληψη, αλλά ούτε και κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης. Έτσι, παρά τις νεότερες ινσουλίνες και τις τεχνολογικές εξελίξεις κατά τα τελευταία 20 έτη, εξακολουθούν και σήμερα να διατρέχουν 2-4 φορές υψηλότερο κίνδυνο επιπλοκών σε σχέση με τις γυναίκες χωρίς διαβήτη.

Η χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας με τα υβριδικά κυκλώματα συνεχούς χορήγησης ινσουλίνης (Hybrid Closed Loops, HCLs) έχει βελτιώσει τη γλυκαιμική ρύθμιση των ατόμων με ΣΔΤ1. Σήμερα διαθέτουμε έναν σημαντικό αριθμό τέτοιων συστημάτων, ωστόσο, μέχρι πρόσφατα υπήρχαν πολύ λίγα δεδομένα από τη χρήση τους κατά τη διάρκεια της κύησης. Σε πρόσφατη πολυκεντρική μελέτη που αφορούσε γυναίκες με κύηση επιπλακεία με ΣΔΤ1 και HbA1c >6,5%, φάνηκε ότι το υβριδικό κύκλωμα βελτίωσε τη γλυκαιμική ρύθμιση αυξάνοντας τον TIRp και μειώνοντας τον χρόνο πάνω από τον θεραπευτικό στόχο (time above range, TAR).<sup>3</sup> Σε άλλη μελέτη με γυναίκες που ήταν κατά κύριο λόγο σε σύστημα αντλίας ινσουλίνης με καλή γλυκαιμική ρύθμιση (μέση HbA1c 6,5%) το υβριδικό κύκλωμα, με χρήση των βέλτιστων ρυθμίσεων, έδειξε περαιτέρω βελτίωση στον TIRp κατά τη διάρκεια της νύχτας και μείωση του χρόνου κάτω από τον θεραπευτικό στόχο (time-below-range, TBR).<sup>4</sup> Ωστόσο, από τα σύγχρονα HCLs ελάχιστα έχουν έγκριση για χρήση κατά την κύηση γιατί ο στόχος της γλυκόζης που μπορεί να προγραμματιστεί είναι υψηλότερος από τους στόχους της κύησης.

Επιπρόσθετα, υπάρχουν αρκετές προκλήσεις από τη χρήση των HCLs κατά τη διάρκεια της κύησης. Σημαντικό πρόβλημα αποτελούν οι γρήγορες αλλαγές στο σωματικό βάρος κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης που σε συνδυασμό με τις μεταβολές στην αντίσταση και στην απορρόφηση της ινσουλίνης οδηγούν σε μεγάλη διαφοροποίηση των δόσεων της κατά την εξέλιξη της κύησης και θέτουν τον προ-

βληματισμό για την ικανότητα των συστημάτων αυτών να ανταποκριθούν. Ένα ακόμα σημαντικό θέμα αποτελεί η αξιοπιστία των συστημάτων συνεχούς καταγραφής γλυκόζης που παρέχουν πληροφορίες στα λογισμικά των HCLs. Η καλή συνεργασία της εγκύου με την ομάδα φροντίδας σε εξειδικευμένο κέντρο μπορεί να βοηθήσει στη διαχείριση των προκλήσεων.

Συμπερασματικά, υπάρχουν συνεχώς αυξανόμενα δεδομένα που καταδεικνύουν πως τα HCLs κατά τη διάρκεια της κύησης συμβάλλουν στη βελτίωση της γλυκαιμίας. Ωστόσο, υπάρχουν ακόμα αρκετά ερωτήματα, ενώ η κατάλληλη υποστήριξη από την ομάδα φροντίδας κρίνεται απαραίτητη.

## Βιβλιογραφία

1. Ringholm L, Damm P, Mathiesen E. Improving pregnancy outcomes in women with diabetes mellitus: modern management. *Nat Rev Endocrinol* 2019; 15: 406-41. doi: 10.1038/s41574-019-0197-3.
2. Ludvigsson J, Neovius MA, Söderling J, et al. Periconception glycaemic control in women with type 1 diabetes and risk of major birth defects: population based cohort study in Sweden. *BMJ* 2018; 362: k2638. doi: 10.1136/bmj.k2638.
3. Lee TTM, Collett C, Bergford S, et al; AiDAPT Collaborative Group. Automated insulin delivery in women with pregnancy complicated by type 1 diabetes. *N Engl J Med* 2023; 389: 1566-78. doi: 10.1056/NEJMoa2303911.
4. Benhalima K, Beunen K, Van Wilder N, et al. Comparing advanced hybrid closed loop therapy and standard insulin therapy in pregnant women with type 1 diabetes (CRISTAL): a parallel-group, open-label, randomised controlled trial. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2024; 12: 390-403. doi: 10.1016/S2213-8587(24)00089-5.

## Υβριδικό κλειστό κύκλωμα και κύηση στον σακχαρώδη διαβήτη τύπου 1 – Διατροφική διαχείριση

**Π. Γιαννουλάκη, MSc, MMedSc, PhD**

Κλινική Διαιτολόγος – Διατροφολόγος, Προϊσταμένη Τμήματος Κλινικής Διατροφής, ΠΓΝΘ ΑΧΕΠΑ

Ο Σακχαρώδης Διαβήτης τύπου 1 (ΣΔΤ1) στην κύηση αυξάνει 2-5 φορές τον κίνδυνο εμφάνισης μητρικών και νεογνικών επιπλοκών. Επιπλέον, η ιδιαίτερη παθοφυσιολογία της γλυκόζης σε γυναίκες με ΣΔΤ1 στην κύηση αποτελεί σημαντικό εμπόδιο στην επίτευξη του επιθυμητού αυστηρού γλυκαιμικού ελέγχου, που επιδιώκεται για τη μείωση του κινδύνου εμφάνισης των παραπάνω επιπλοκών.

Η διατροφική θεραπεία πριν και κατά τη διάρκεια της κύησης αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της επίτευξης των επιθυμητών γλυκαιμικών στόχων ανεξάρτητα από το θεραπευτικό σχήμα χορήγησης ινσουλίνης που χρησιμοποιεί η έγκυος. Συγκεκριμένα, πριν την κύηση πρέπει να επιτευχθεί φυσιολογικός δείκτης μάζας σώματος σε περίπτωση υπερβαρίας/παχυσαρκίας, να σχεδιαστεί εξατομικευμένο πλάνο γευμάτων για επίτευξη HbA1c <6,5% και να δοθούν συμβουλές για χορήγηση συμπληρώματος φολικού οξέος, περιορισμό της καφεΐνης και ασφαλή προετοιμασία του φαγητού. Όσον αφορά τη διατροφική διαχείριση κατά τη διάρκεια της κύησης, κεντρικούς πυλώνες αποτελούν, η πρόσληψη κατάλληλου σωματικού βάρους, ο υπολογισμός υδατανθράκων σε κάθε γεύμα, η εξατομίκευση του διατροφικού πλάνου με επαρκή πρόσληψη ενέργειας μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών συστατικών, η κατανάλωση τουλάχιστον 175 γρ. υδατανθράκων, 71 γρ. πρωτεΐνης και 28 γρ. φυτικών ινών ημερησίως, η κατανομή των υδατανθράκων σε 3 γεύματα και 3-4 σνακ καθημερινά, η κατανάλωση μικτών γευμάτων με υγιεινές διατροφικές επιλογές χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη, κορεσμένου λίπους και trans λιπαρών οξέων και η κατάλληλη χορήγηση του γευματικού bolus σε σχέση με τη λήψη του γεύματος.

Η χρήση του κλειστού υβριδικού συστήματος χορήγησης ινσουλίνης (HCL) σε γυναίκες με ΣΔΤ1 στην κύηση έδειξε ότι είναι ασφαλής, βελτιώνοντας τη γλυκαιμική ρύθμιση και μειώνοντας το ψυχολογικό φορτίο διαχείρισης της νόσου, τόσο σε πολυκεντρικές τυχαίοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες όσο και στην κλινική πράξη. Ωστόσο, η χρήση του έχει αναδείξει και συγκεκριμένες προκλήσεις για τη διαχείριση της μεταγευματικής υπεργλυκαιμίας, ιδιαίτερα στο τελευταίο τρίμηνο της κύησης. Η διαχείριση αυτών των προκλήσεων οδηγεί στη συχνή προσαρμογή των γευματικών αναλογιών, την πιθανή μείωση πρόσληψης υδατανθράκων και ιδιαίτερα υδατανθράκων υψηλού γλυκαιμικού δείκτη και την προσθήκη «βοηθητικών/ψεύτικων» υδατανθράκων.

Το HCL έχει δείξει σημαντικά υποσχόμενα αποτελέσματα στην εγκυμοσύνη. Καθώς αυτή η τεχνολογική εξέλιξη επεκτείνεται και γίνεται πιο αποδοτική είναι λογικό να περιμένουμε καλύτερο γλυκαιμικό έλεγχο και εκβάσεις στην κύηση στο μέλλον. Ωστόσο, το κλειδί της επίτευξης ασφαλούς και επιτυχημένης κύησης παραμένουν οι σωστές διατροφικές επιλογές, ο υπολογισμός υδατανθράκων, ο χρόνος χορήγησης του bolus και η συχνή γλυκαιμική παρακολούθηση.

### Βιβλιογραφία

1. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 15. Management of Diabetes in Pregnancy: Standards of Care in Diabetes–2025. *Diabetes Care* 2025; 48: (Suppl. 1): S306–S20. doi: 10.2337/dc25-S015.
2. Benhalima K, Beunen K, Van Wilder N, et al. Comparing advanced hybrid closed loop therapy and standard insulin therapy in pregnant women with type 1 diabetes (CRISTAL): a parallel-group, open-label, randomised controlled trial. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2024; 12: 390–403. doi: 10.1016/S2213-8587(24)00089-5.
3. Benhalima K, Jendle J, Beunen K, Ringholm L. automated insulin delivery for pregnant women with type 1 diabetes: Where do we stand? *J Diabetes Sci Technol* 2024; 18: 1334–45. doi: 10.1177/19322968231223934.
4. Munda A, Kovacic C, Pongrac Barlovic D. Real-world data on the Minimed 780G advanced hybrid closed-loop system use

- during type 1 diabetes pregnancy: one centre observational study. *J Diabetes Complications* 2024; 38: 108795. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2024.
5. *Scifres CM, Cleary EM, Sheerer M, Bowdler M, Shah VN*. Navigating automated insulin delivery for type 1 diabetes management during pregnancy. *J Diabetes Sci Technol* 2025: 19322968251334597. doi: 10.1177/19322968251334597.

## Υπεργλυκαιμία στο νοσοκομείο: Η συνεχής καταγραφή γλυκόζης βοηθάει – εφαρμόζεται;

**Α.Γ. Παυλίδης**

*Ειδικός Παθολόγος, Διαβητολογικό Κέντρο ΓΝΘ «Παπαγεωργίου»*

Η νοσοκομειακή υπεργλυκαιμία αποτελεί ένα από τα συχνότερα μεταβολικά προβλήματα κατά τη διάρκεια της νοσηλείας. Διεθνείς μελέτες αναφέρουν ότι περίπου 32%-38% των ασθενών εμφανίζουν υπεργλυκαιμία (>126 mg/dL) κατά την εισαγωγή ή την παραμονή τους στο νοσοκομείο.<sup>1</sup> Σε συνθήκες έντονου stress, όπως το οξύ στεφανιαίο σύνδρομο ή οι καρδιοχειρουργικές επεμβάσεις, τα ποσοστά σε διαβητικούς ασθενείς φθάνουν το 70%-80%.<sup>2</sup> Ως νοσοκομειακή υπεργλυκαιμία ορίζεται κάθε τιμή γλυκόζης >140 mg/dL, ενώ οι κατευθυντήριες οδηγίες (ADA, Endocrine Society, ΕΔΕ) συνιστούν την έναρξη ινσουλinoθεραπείας όταν η γλυκόζη υπερβαίνει τα 180 mg/dL, με στόχο τα 140-180 mg/dL στους περισσότερους ασθενείς.<sup>3</sup>

Η υπεργλυκαιμία σχετίζεται με σημαντικά δυσμενή κλινικά αποτελέσματα: αυξημένη θνητότητα, συχνότερες λοιμώξεις, καθυστερημένη ανάρρωση και παρατεταμένη διάρκεια νοσηλείας.<sup>1,4</sup> Μεγάλης κλίμακας αναδρομικές αναλύσεις έχουν δείξει καμπύλη U στη σχέση γλυκόζης και θνητότητας σε χειρουργικές επεμβάσεις ασθενών με διαβήτη, με την καλύτερη πρόγνωση γύρω στα 140 mg/dL, ενώ σε τιμές >200 mg/dL η θνητότητα 30 ημερών σχεδόν διπλασιάζεται.<sup>4</sup> Επιπλέον, η εμφάνιση “stress hyperglycemia” σε μη διαβητικούς ασθενείς συσχετίζεται με ακόμη χειρότερη πρόγνωση συγκριτικά με τους γνωστούς διαβητικούς.

Η παραδοσιακή παρακολούθηση με μετρήσεις από το δάκτυλο έχει το πλεονέκτημα της ευκολίας και του χαμηλού κόστους, αλλά παρέχει αποσπασματικές μετρήσεις και αφήνει μεγάλα χρονικά κενά χωρίς έλεγχο. Αντίθετα, η συνεχής καταγραφή γλυκόζης (Continuous Glucose Monitoring, CGM) αποδίδει περίπου 288 μετρήσεις ανά 24ωρο, αναγνωρίζει τάσεις και παρέχει προειδοποιήσεις για επικείμενη υπεργλυκαιμία ή υπογλυκαιμία.<sup>5</sup> Τα πλεονεκτήματα περιλαμβάνουν την έγκαιρη ανίχνευση επικίνδυνων διακυμάνσεων, τη μείωση των fingersticks, τον περιορισμό του φόρτου εργασίας και τη δυνατότητα απομακρυσμένης παρακολούθησης.

Η πανδημία COVID-19 επιτάχυνε την πιλοτική χρήση της CGM σε νοσοκομεία των ΗΠΑ (π.χ. Mayo Clinic, Emory), όπου καταγράφηκαν θετικά αποτελέσματα σε ό,τι αφορά την ασφάλεια και τη μείωση της έκθεσης του προσωπικού.<sup>5</sup> Στην Ευρώπη, οι οδηγίες της JBDS (2022) υποστηρίζουν τη συνέχιση της χρήσης CGM από ασθενείς που γνωρίζουν να αυτοδιαχειρίζονται τη συσκευή τους, ενώ η ADA (2024) δημοσίευσε πρόσφατο consensus report με έμφαση στην εκπαίδευση, την επιβεβαίωση των τιμών και την ανάπτυξη οργανωμένων πρωτοκόλλων.<sup>3</sup> Στην Ελλάδα, η ενδο νοσοκομειακή χρήση παραμένει περιορισμένη και αφορά κυρίως ασθενείς που εισάγονται με τον προσωπικό τους αισθητήρα.

Παρά τα πλεονεκτήματα, υπάρχουν προκλήσεις: η καθυστέρηση 5-10 λεπτών ανάμεσα στις μεταβολές της γλυκόζης στο αίμα και στον μεσοκυττάριο χώρο, η μειωμένη αξιοπιστία σε περιπτώσεις υποάρδευσης ιστών, η ανάγκη εκπαίδευσης προσωπικού, τα ζητήματα ενσωμάτωσης με τα νοσοκομειακά συστήματα και το οικονομικό κόστος.<sup>2,5</sup> Μελέτες όπως η TIGHT (2024) έδειξαν ότι η χρήση CGM σε νοσοκομειακό περιβάλλον είναι ασφαλής και εφαρμόσιμη, αλλά δεν οδηγεί αυτόματα σε θεαματική βελτίωση χωρίς ανάλογες θεραπευτικές παρεμβάσεις.<sup>3</sup>

Συνολικά, η νοσοκομειακή υπεργλυκαιμία παραμένει μείζον κλινικό ζήτημα με σοβαρές επιπτώσεις στην πρόγνωση. Η χρήση CGM δεν αντικαθιστά τη συμβατική παρακολούθηση, αλλά αναδεικνύεται ως σημαντικό συμπληρωματικό εργαλείο, ικανό να βελτιώσει την ασφάλεια και την ποιότητα της φροντίδας, υπό την προϋπόθεση ύπαρξης σαφών πρωτοκόλλων και κατάλληλης εκπαίδευσης.

## Βιβλιογραφία

1. Marino EC, Momesso D, Toyoshima MTK, et al. Screening and management of hospital hyperglycemia in non-critical patients: a position statement from the Brazilian Diabetes Society (SBD). *Diabetol Metab Syndr* 2025; 17: 54. doi: 10.1186/s13098-025-01585-z.
2. McDonnell ME, Umpierrez GE. Insulin therapy for the management of hyperglycemia in hospitalized patients. *Endocrinol Metab Clin North Am* 2012; 41: 175-201. doi: 10.1016/j.ecl.2012.01.001.
3. Shaw JLV, Bannuru RR, Beach L, et al. Consensus considerations and good practice points for use of continuous glucose monitoring systems in hospital settings. *Diabetes Care*. 2024; 47: 2062-75. doi: 10.2337/dci24-0073.
4. Farrugia Y, Mangion J, Fava MC, Vella C, Gruppeta M. Inpatient hyperglycaemia, and impact on morbidity, mortality and re-hospitalisation rates. *Clin Med (Lond)* 2022; 22: 325-31. doi: 10.7861/clinmed.2022-0112.
5. Avari P, Lumb A, Flanagan D, et al. Continuous glucose monitoring within hospital: a scoping review and summary of guidelines from the Joint British Diabetes Societies for Inpatient Care. *J Diabetes Sci Technol* 2023; 17: 611-24. doi: 10.1177/19322968221137338.

## Παχυσαρκία στον σακχαρώδη διαβήτη τύπου 1: Αίτια, κίνδυνοι και διαχείριση. Υπάρχει όφελος από τη χρήση της τεχνολογίας;

**Κ. Κώτσα, MD, M Med Sci, PhD**

*Καθηγήτρια Ενδοκρινολογίας – Διαβητολογίας, Τμήμα Ιατρικής ΑΠΘ, Τμήμα Ενδοκρινολογίας-Διαβήτη-Μεταβολισμού, Διαβητολογικό Κέντρο ΠΓΝ ΑΧΕΠΑ*

Η παχυσαρκία και ο Σακχαρώδης Διαβήτης τύπου 1 (ΣΔτ1) αποτελούν δύο σοβαρές χρόνιες παθήσεις με σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία, την ποιότητα ζωής και το δημόσιο σύστημα περίθαλψης. Η παχυσαρκία έχει αναγνωριστεί ως παράγοντας κινδύνου για μια σειρά νοσολογικών καταστάσεων, συμπεριλαμβανομένου του Σακχαρώδους Διαβήτη τύπου 2 (ΣΔτ2), καρδιαγγειακών νοσημάτων και άλλων μεταβολικών διαταραχών. Η παλαιότερη αντίληψη ότι ο ΣΔτ1 συνδέεται με χαμηλό σωματικό βάρος δεν ισχύει πλέον. Αν και ο ΣΔτ1 χαρακτηρίζεται από αυτοάνοση καταστροφή των β-κυττάρων του παγκρέατος, αυξανόμενα επιδημιολογικά δεδομένα καθιερώνουν τη σχέση μεταξύ ΣΔτ1 και παχυσαρκίας ή/και το αντίστροφο και αυτή η σχέση δημιουργεί επιπλέον προκλήσεις στη διαχείρισή του. Αμφότερες οι καταστάσεις επηρεάζουν σημαντικά την καθημερινότητα των ασθενών και απαιτούν συνεχή παρακολούθηση και προσαρμοσμένες θεραπείες.<sup>1</sup>

Οι αγωνιστές GLP-1 (GLP-1 RAs) μπορούν να αποτελέσουν ωφέλιμη συμπληρωματική θεραπεία στον ΣΔτ1, βελτιώνοντας τον γλυκαιμικό έλεγχο, μειώνοντας τις ανάγκες σε ινσουλίνη και υποστηρίζοντας τη διαχείριση του βάρους, ενώ ενδέχεται να προλαμβάνουν μακροχρόνιες καρδιαγγειακές και νεφρικές επιπλοκές. Τα συνήθη γαστρεντερικά ανεπιθύμητα συμβάματα βελτιώνονται με τη σταδιακή αύξηση της δόσης, απαιτείται όμως προσεκτική παρακολούθηση.<sup>2,3</sup>

Τα τελευταία χρόνια, η ραγδαία πρόοδος στην τεχνολογία έχει προσφέρει νέες προοπτικές και εργαλεία στον τομέα της υγείας. Ειδικότερα στον ΣΔτ1 η τεχνολογία συμβάλλει στη βελτίωση της διάγνωσης αλλά κυρίως της θεραπείας και της παρακολούθησης των ασθενών. Συγκεκριμένα, η ανάπτυξη συσκευών συνεχούς παρακολούθησης γλυκόζης, οι εφαρμογές κινητής υγείας, τα έξυπνα ρολόγια και οι ψηφιακές πλατφόρμες έχουν επιτρέψει στους ασθενείς να έχουν άμεση πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικά με το επίπεδο σακχάρου τους, να λαμβάνουν αυτόματες ειδοποιήσεις και να προσαρμόζουν τις θεραπείες τους σε πραγματικό χρόνο. Αυτές οι τεχνολογικές λύσεις έχουν αποδειχθεί ότι βελτιώνουν την ποιότητα ζωής των ασθενών, μειώνουν τις επιπλοκές και αυξάνουν την αποτελεσματικότητα της αυτοδιαχείρισης της νόσου. Η συμβολή της συνεχούς καταγραφής στην παρακολούθηση ασθενών με ΣΔτ1 και παχυσαρκία είναι καθοριστική κυρίως στην έναρξη της θεραπείας με GLP-1 RAs καθοδηγώντας τις αλλαγές που απαιτούνται στη δοσολογία της ινσουλίνης και προλαμβάνοντας τις μεταγευματικές κυρίως υπογλυκαιμίες.<sup>4</sup>

Παρά τα σημαντικά πλεονεκτήματα, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην κλινική πρακτική δεν είναι χωρίς προκλήσεις. Η διαθεσιμότητα και η πρόσβαση σε αυτές τις τεχνολογίες παραμένουν περιορισμένες σε ορισμένες περιοχές και κοινωνικές ομάδες, δημιουργώντας ενδεχόμενες ανισότητες. Επιπλέον, η αποδοχή από τους ασθενείς, η προστασία δεδομένων και η ακριβής αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των νέων εργαλείων αποτελούν τομείς που χρειάζονται περαιτέρω έρευνα και βελτίωση.<sup>1</sup>

Συνολικά, η τεχνολογική εξέλιξη αποτελεί αναμφισβήτητο ένα ισχυρό εργαλείο στην καταπολέμηση του προβλήματος της παχυσαρκίας και του ΣΔτ1. Η ενίσχυση της έρευνας και η συνεχής ανάπτυξη καινοτόμων λύσεων μπορούν να συμβάλουν στην επίτευξη καλύτερων θεραπευτικών αποτελεσμάτων, στη βελτίωση της αυτοδιαχείρισης και στη συνολική υγεία των ασθενών.<sup>5</sup> Για το μέλλον, είναι σημαντικό να προωθηθεί η ευρεία εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών και να διασφαλιστεί η ισότιμη πρόσβαση σε όλους, προκειμένου να αξιοποιηθούν πλήρως οι δυνατότητές τους και να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά οι προκλήσεις που προκύπτουν.

## Βιβλιογραφία

1. *Kueh MTW, Chew NWS, Al-Ozairi E, le Roux CW.* The emergence of obesity in type 1 diabetes. *Int J Obes (Lond)* 2024; 48: 289-301. doi: 10.1038/s41366-023-01429-8.
2. *Infante M, Silvestri F, Padilla N, et al.* Unveiling the therapeutic potential of the second-generation incretin analogs semaglutide and tirzepatide in type 1 diabetes and latent autoimmune diabetes in adults. *J Clin Med* 2025; 14: 1303. doi: 10.3390/jcm14041303.
3. *Shah VN, Akturk HK, Kruger D, et al.* Semaglutide in adults with type 1 diabetes and obesity. *NEJM Evid* 2025; 4: EVIDoa2500173. doi: 10.1056/EVIDoa2500173.
4. *Karakus KE, Klein MP, Akturk HK, Shah VN.* Changes in basal and bolus insulin requirements with tirzepatide as an adjunctive therapy in adults with type 1 diabetes using tandem control-IQ. *Diabetes Ther* 2024; 15: 1647-55. doi: 10.1007/s13300-024-01592-9.
5. *Al-Ozairi E, Narula K, Miras AD, et al.* Obesity treatments to improve type 1 diabetes (otid): a randomized controlled trial of the combination of glucagon-like peptide 1 analogues and sodium-glucose cotransporter 2 inhibitors-protocol for obesity treatments to improve type 1 diabetes (the OTID trial). *Trials* 2024; 25: 129. doi: 10.1186/s13063-024-07930-3.

## Μεθερπητική νευραλγία στον σακχαρώδη διαβήτη: Συνέπειες – Πρόληψη

**N. Κατσίκη MSc, PhD, MD, FRSPH**

*Ειδική Παθολόγος – Διαβητολόγος, Επίκουρη Καθηγήτρια, ΔΙΠΑΕ*

Ο έρπητας ζωστήρας είναι ιογενής λοίμωξη που προσβάλλει μεμονωμένα νεύρα και το αντίστοιχο δερμοτόμιο. Οφείλεται στην αναζωπύρωση του ιού της ανεμευλογιάς (VZV), ο οποίος, μετά την αρχική λοίμωξη, παραμένει σε λανθάνουσα κατάσταση στα κύτταρα του νευρικού ιστού και μπορεί να αναζωπυρωθεί αργότερα, εξαιτίας της εξασθένησης της κυτταρικής ανοσίας λόγω προχωρημένης ηλικίας, ανοσοκαταστολής ή άλλων νοσογόνων καταστάσεων. Πάνω από το 90% των ενηλίκων ηλικίας  $\geq 50$  ετών έχουν μολυνθεί από VZV και διατρέχουν κίνδυνο εμφάνισης έρπητα ζωστήρα. Έως 1 στα 3 άτομα θα αναπτύξει έρπητα ζωστήρα κατά τη διάρκεια της ζωής του λόγω επανενεργοποίησης του VZV. Ενδεικτικά, κάθε χρόνο, εκτιμάται ότι εμφανίζονται 1 εκατομμύριο νέα περιστατικά έρπητα ζωστήρα στις ΗΠΑ, 1,7 εκατομμύρια στην Ευρώπη και 1,5 εκατομμύρια στην Κίνα.

Στον γενικό πληθυσμό, η συχνότητα του έρπητα ζωστήρα αυξάνεται με την ηλικία, με μία απότομη αύξηση από την ηλικία των 50 ετών και μετά. Στους ανοσοκατεσταλμένους ασθενείς, η συχνότητα του έρπητα ζωστήρα είναι υψηλότερη σε σύγκριση με τον γενικό πληθυσμό ανεξάρτητα από την ηλικία. Επιπρόσθετα, τα χρόνια νοσήματα (καρδιαγγειακές παθήσεις, σακχαρώδης διαβήτης τύπου 1 και 2, χρόνια νεφρική νόσος, πνευμονολογικά νοσήματα, αυτοάνοσα νοσήματα, κατάθλιψη) αυξάνουν την πιθανότητα εμφάνισης έρπητα ζωστήρα (και των επιπλοκών του) εξαιτίας της μειωμένης ανοσίας. Αλλά και αντίστροφα, η νόσηση από έρπητα ζωστήρα χειροτερεύει την πρόγνωση των χρόνιων νοσημάτων.

Ο έρπητας ζωστήρας συχνά οδηγεί σε σοβαρές επιπλοκές, όπως οφθαλμικό έρπητα (μπορεί να καταλήξει σε τύφλωση), νευρολογικές παθήσεις (άσηπτη μηνιγγίτιδα, εγκεφαλίτιδα, σύνδρομο Guillain-Barré και παράλυση Bell), καρδιαγγειακά νοσήματα (εγκεφαλικό, παροδικό ισχαιμικό επεισόδιο, έμφραγμα του μυοκαρδίου) και μεθερπητική νευραλγία (MEN). Η MEN ορίζεται ως ο πόνος που διαρκεί για πάνω από 3 μήνες από την αποδρομή επεισοδίου έρπητα ζωστήρα και οφείλεται σε νευρική βλάβη που προκαλείται από τον έρπητοϊό-3 (HHV-3), γνωστό και ως ζωστήρας ιός της ανεμευλογιάς. Ο 1ος κλάδος τριδύμου και τα θωρακικά δερμοτόμια εμφανίζουν συνήθετα χρόνιο πόνο μετά από έρπητα ζωστήρα. Ο πόνος συνήθως είναι συνεχόμενος μετά την οξεία νόσηση από έρπητα, αλλά μπορεί να εμφανιστεί και μετά από ένα μεσοδιάστημα ελεύθερο πόνου. Ο πόνος εντοπίζεται στο δερμοτόμιο που αντιστοιχεί στο προσβεβλημένο γάγγλιο, είναι οξύς, καυστικός, διαξιφιστικός. Η πάσχουσα περιοχή συνήθως παρουσιάζει αλλοδυνία, δηλαδή αυξημένη ευαισθησία ακόμα και σε μη επώδυνο ερέθισμα (χάδι, άγγιγμα), αυξημένη ευαισθησία σε ένα επώδυνο ερέθισμα (υπεραλγησία) καθώς και αυξημένη ευαισθησία στην αφή (υπεραισθησία). Ο πόνος μπορεί να διαρκέσει για χρόνια έως και διά βίου. Περίπου το 12,5% των ασθενών άνω των 50 ετών αναπτύσσει MEN μετά από εκδήλωση έρπητα ζωστήρα. Η επίπτωση MEN αυξάνει με την ηλικία: 20% στις ηλικίες 60-65 ετών και 30% σε ηλικίες άνω των 85 ετών. Οι υπάρχουσες θεραπείες της MEN είναι μέτριας αποτελεσματικότητας και με μικρό θεραπευτικό εύρος. Πρώτη γραμμή θεραπείας είναι τα τρικυκλικά αντικαταθλιπτικά, η πρεγκαμπαλίνη, η γκαμπαπεντίνη και τα επιθέματα λιδοκαΐνης. Δεύτερη γραμμή είναι η τραμαδόλη και τα επιθέματα καψαϊκίνης, ενώ τρίτης γραμμής θεραπεία είναι τα οπιοειδή. Υπάρχουν και επεμβατικές τεχνικές αλλά με ασαφή αποτελέσματα.

Μόνο ουσιαστικό μέτρο αποτελεί η πρόληψη μέσω του εμβολιασμού. Δυστυχώς ακόμα και σήμερα, η εμβολιαστική κάλυψη παραμένει χαμηλή. Για παράδειγμα, μόνο το 11% των ασθενών υψηλού κινδύνου έχει εμβολιαστεί έναντι του έρπητα ζωστήρα. Το ανασυνδυασμένο εμβόλιο (RZV) έλαβε άδεια κυκλοφορίας από τον FDA το 2017 και από τον EMA το 2018. Ενδείκνυται για την πρόληψη του έρπητα ζωστήρα

και της MEN σε: ενήλικες ηλικίας 50 ετών και άνω και σε ενήλικες ηλικίας 18 ετών και άνω που διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο νόσησης λόγω ανοσοκαταστολής. Το εμβόλιο είναι διαθέσιμο στην Ελλάδα από τον Μάρτιο του 2022 και έχει συμπεριληφθεί στο Εθνικό Πρόγραμμα Εμβολιασμών Ενηλίκων. Το εμβόλιο RZV μελετήθηκε διεξοδικά σε 2 μεγάλες φάσης III κλινικές μελέτες (ZOE-50 και ZOE-70) που έδειξαν ότι το RZV παρέχει >90% αποτελεσματικότητα έναντι έρπητα ζωστήρα σε ενήλικες ≥50 ετών με κλινικά αποδεκτό προφίλ ασφάλειας. Το RZV χορηγείται σε ένα δοσολογικό σχήμα 2 δόσεων: Το αρχικό σχήμα εμβολιασμού περιλαμβάνει την αρχική δόση, η οποία ακολουθείται από μια δεύτερη δόση 2 μήνες αργότερα. Εάν απαιτείται ευελιξία στο εμβολιαστικό σχήμα, η δεύτερη δόση μπορεί να χορηγηθεί 2 έως 6 μήνες μετά την πρώτη δόση. Τα άτομα με προηγούμενο εμβολιασμό με τον ζώντα εξασθενημένο ιό (ZVL) μπορούν να λάβουν το αδρανοποιημένο ανασυνδυασμένο εμβόλιο RZV 5 ή περισσότερα χρόνια μετά από τον εμβολιασμό με ZVL. Σε άτομα ηλικίας >70 ετών το διάστημα των 5 ετών μετά από προηγούμενο εμβολιασμό μπορεί να συντομευτεί. Το εμβόλιο RZV είναι ασφαλές και αποτελεσματικό όταν χορηγείται έναν χρόνο μετά από νόσηση από έρπητα ζωστήρα. Επίσης, μπορεί να συγχωρηθεί με εμβόλια γρίπης (μη ανοσοεπιχυσμένο αδρανοποιημένο εμβόλιο κατά της εποχικής γρίπης), πνευμονιοκόκκου (PCV13, PPV23), διφθερίτιδας-τετάνου-κοκκύτη (DTaP) και COVID. Το εμβόλιο RZV συστήνεται και αποζημιώνεται, σύμφωνα με το Εθνικό Πρόγραμμα Εμβολιασμών Ενηλίκων 2025, σε όλα τα άτομα ηλικίας >60 ετών και σε ανοσοκατεσταλμένους ασθενείς ηλικίας 18-59 ετών.

Συμπερασματικά, τα άτομα ηλικίας >50 ετών, τα άτομα με χρόνια νοσήματα και οι ανοσοκατεσταλμένοι έχουν αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης έρπητα ζωστήρα. Η νόσηση από έρπητα ζωστήρα μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρές επιπλοκές, όπως καρδιαγγειακά επεισόδια, νευρολογικές παθήσεις, οφθαλμικό έρπητα και MEN (πόνος που διαρκεί για πάνω από 3 μήνες από την αποδρομή επεισοδίου έρπητα ζωστήρα). Η θεραπεία της MEN είναι μέτριας αποτελεσματικότητας, ενώ μπορεί ο πόνος να διαρκέσει και χρόνια, επηρεάζοντας την υγεία και την ποιότητα ζωής του ατόμου. Επομένως, είναι καθοριστικός ο ρόλος της πρόληψης μέσω του εμβολιασμού. Το ανασυνδυασμένο εμβόλιο RZV είναι αποτελεσματικό και ασφαλές σε άτομα ηλικίας >50 ετών, σε άτομα με χρόνια νοσήματα και σε ανοσοκατεσταλμένους, ενώ συστήνεται και αποζημιώνεται, σύμφωνα με το Εθνικό Πρόγραμμα Εμβολιασμών Ενηλίκων και για το 2025 σε όλα τα άτομα ηλικίας >60 ετών και σε ανοσοκατεσταλμένους ασθενείς ηλικίας 18-59.

## Βιβλιογραφία

1. Harpaz R, Ortega-Sanchez IR, Seward JF; Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP) Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Prevention of herpes zoster: recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP). *MMWR Recomm Rep* 2008; 57: 1-30.
2. Li Y, An Z, Yin D, et al. Disease burden due to herpes zoster among population aged ≥50 years old in China: a community based retrospective survey. *PLoS One* 2016; 11: e0152660. doi: 10.1371/journal.pone.0152660.
3. Pinchinat S, Cebrián-Cuenca AM, Bricout H, Johnson RW. Similar herpes zoster incidence across Europe: results from a systematic literature review. *BMC Infect Dis* 2013; 13: 170. doi: 10.1186/1471-2334-13-170.
4. Chen SY, Suaya JA, Li Q, et al. Incidence of herpes zoster in patients with altered immune function. *Infection* 2014; 42: 325-34. doi: 10.1007/s15010-013-0550-8.
5. Scholz J, Finnerup NB, Attal N, et al; Classification Committee of the Neuropathic Pain Special Interest Group (NeuPSIG). The IASP classification of chronic pain for ICD-11: chronic neuropathic pain. *Pain* 2019; 160: 53-9. doi: 10.1097/j.pain.0000000000001365.
6. Mallick-Searle T, Snodgrass B, Brant JM. Postherpetic neuralgia: epidemiology, pathophysiology, and pain management pharmacology. *J Multidiscip Healthc* 2016; 9:447-54. doi: 10.2147/JMDH.S106340.
7. Finnerup NB, Attal N, Haroutounian S, et al. Pharmacotherapy for neuropathic pain in adults: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Neurol* 2015; 14: 162-73. doi: 10.1016/S1474-4422(14)70251-0.
8. Cunningham AL, Lal H, Kovac M, et al; ZOE-70 Study Group. Efficacy of the herpes zoster subunit vaccine in adults 70 years of age or older. *N Engl J Med* 2016; 375: 1019-32. doi: 10.1056/NEJMoa.1603800.
9. Lal H, Cunningham AL, Godeaux O, et al; ZOE-50 Study Group. Efficacy of an adjuvanted herpes zoster subunit vaccine in older adults. *N Engl J Med* 2015; 372: 2087-96. doi: 10.1056/NEJMoa.1501184.