

Διαχείριση ασθενούς που φέρει αισθητήρα συνεχούς καταγραφής γλυκόζης

Αντιγόνη Φουντούκη¹, Δημήτριος Θεοφανίδης¹, Σπύρος Φωτιάδης², Θωμάς Τέγος³, Γεωργία Καϊάφα², Δημήτριος Παντελής³, Απόστολος Ι. Χατζητόλιος², Χρήστος Γ. Σαββόπουλος²



Αντιγόνη Φουντούκη

1. Τμήμα Νοσηλευτικής ΤΕΙ Θεσσαλονίκης
 2. Α΄ Προπαιδευτική Παθολογική Κλινική Α.Π.Θ., Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο ΑΧΕΠΑ, Θεσσαλονίκη
 3. Α΄ Νευρολογική Κλινική Α.Π.Θ. Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο ΑΧΕΠΑ, Θεσσαλονίκη
3. Απόφοιτος Τ.Ε.Φ.Α.Α., MSc Πανεπιστήμιου Μακεδονίας.

Υπεύθυνος επικοινωνίας

Φουντούκη Αντιγόνη

Νοσηλεύτρια Τ.Ε. MSc

Τηλ. 6997187958

e-mail: antifountou@yahoo.gr

Περίληψη

Ο πληθυσμός των διαβητικών ασθενών παρουσιάζει αυξητική τάση στη σημερινή εποχή, γεγονός που καθιστά αναγκαία τη συνεχή έρευνα, την ιατρική και τεχνολογική ανάπτυξη προκειμένου να αποφευχθούν οι επιβλαβείς συνέπειες του Σακχαρώδη Διαβήτη (ΣΔ) στην υγεία ενός συνόλου ασθενών που προσεγγίζει τα 420 εκατομμύρια. Ήδη από το 1970 με την ευρεία κυκλοφορία των σακχαρόμετρων, αρχίζει η εκπαίδευση των ασθενών στον αυτοέλεγχο με τη δυνατότητα ελέγχου της γλυκόζης του αίματος ανά τακτά χρονικά διαστήματα με συσκευή που χρησιμοποιείται στο σπίτι. Σήμερα η δυνατότητα αυτοελέγχου έχει βελτιωθεί σημαντικά ώστε να γίνεται πλέον λόγος για αυτορρύθμιση, δυνατότητα η οποία έχει παρασχεθεί από τα σύγχρονα συστήματα που προσέφερε η ανάπτυξη της τεχνολογίας στον τομέα του ΣΔ. Οι συσκευές συνεχούς καταγραφής γλυκόζης παρέχουν τη δυνατότητα με τη χρήση αισθητήρα που εισάγεται στο διάμεσο ιστό, κάτω από το δέρμα, να πραγματοποιούν συνεχή καταγραφή με μετρήσεις που απέχουν χρονικά μόλις λίγα λεπτά. Υπάρχουν δύο τύποι: Οι συσκευές real time που εμφανίζουν τιμές σε πραγματικό χρόνο και οι συσκευές τεχνολογίας flash, που απαιτούν σάρωση για να εμφανίσουν την τρέχουσα τιμή και να καταγράψουν την προηγούμενη δραστηριότητα του αισθητήρα. Η χρήση τους έχει συμβάλει σημαντικά στο γλυκαιμικό έλεγχο, στη μείωση της γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης και στην καλύτερη ποιότητα ζωής των διαβητικών. Παρά το γεγονός ότι δεν αποτελεί νοσοκομειακή πρακτική για την Ελλάδα, οι ενδείξεις και οι περιορισμοί στη χρήση τους, θα πρέπει να είναι σαφείς και οικείες στην ομάδα υγείας, καθώς η αυξανόμενη διάδοση της χρήσης των αισθητήρων έχει ως αποτέλεσμα την εισαγωγή ασθενών που ήδη κάνουν χρήση αυτής της τεχνολογίας. Η τεχνική της τοποθέτησης, καθώς και η γνώση των ενδογενών και εξωγενών παραγόντων που επηρεάζουν την αξιοπιστία του αισθητήρα, είναι απαραίτητα για την επίτευξη του γλυκαιμικού ελέγχου. Τα συστήματα συνεχούς καταγραφής της γλυκόζης μπορούν να συνδυασθούν με τη χρήση αντλίας ινσουλίνης. Επίσης παρέχουν τη δυνατότητα της εξ' αποστάσεως παρακολούθησης του ασθενή από τους φροντιστές του.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με τα συστήματα συνεχούς καταγραφής. Αναζητήθηκαν πληροφορίες κυρίως από βάσεις δεδομένων του διαδικτύου (Medline, Google Scholar).

Λέξεις κλειδιά: σακχαρώδης διαβήτης, συνεχής καταγραφή γλυκόζης, υπεργλυκαιμία, υπογλυκαιμία, αυτοδιαχείριση διαβήτη

Management of diabetic patient with continuous glucose monitoring sensor

Antigoni Fountouki¹, Dimitrios Theofanidis¹, Spiros Fotiadis², Thomas Tegos³, Georgia Kaiafa², Pantelis D³, Apostolos I. Hatzitolios², Christos G. Savopoulos²

1. Technological educational institute of Thessaloniki, Dept. of nursing
2. First Medical Propedeutic Dept. of Internal Medicine, Aristotele University of Thessaloniki, AHEPA University Hospital, Thessaloniki
3. First Neurology Dept., Aristotele University of Thessaloniki, AHEPA University Hospital, Thessaloniki
3. Trainer, MSc University of Macedonia

Summary

The prevalence of Diabetes Mellitus (DM) is on a steady increase, approaching 420 million globally. This issue necessitates continuous research, medical and technological development in order to ameliorate the effects of DM on the health and quality of life of patients. During the 1970s, self – monitoring glucose devices, were released, aiming at educating patients at home in order to achieve optimum self-control. Today, self-monitoring options have improved considerably to the point whereby certain patients may achieve full self regulation. This opportunity has been provided by the capabilities offered and the advancements of the related technology in the field of the DM. Continuous glucose recording devices provide the ability to insert a sensor into the median tissue, i.e. under the skin, in order to provide continuous recording with measurements that are only a few minutes apart. There are two types of these devices : Real time devices that display current values and flash technology devices that require scanning to display the current value and record the previous activity of the sensor. Their use has contributed significantly to glycaemic control, reduction of glycosylated hemoglobin and improved quality of life of patients with diabetes. Despite the fact that these devices are not part of routine practice in Greek hospitals, some patients may be admitted with such a device already in-situ. Therefore, the indications and restrictions on their use should be clear, and health care professionals should be familiar with this technology. The precise technique of inserting such a sensor as well as the knowledge of endogenous and exogenous factors that affect the reliability of the sensor, are necessary for the attainment of optimum glycaemic control. Continuous glucose recording systems can be combined with the use of an insulin pump. They also provide the possibility of remote monitoring of the patient by his caregivers.

The aim of this study, is the review of the literature concerning the continuous glucose monitoring systems (CGMS). For this purpose the search on Medline and Google Scholar was undertaken.

Key Words: diabetes mellitus, continuous glucose monitoring, hyperglycemia, hypoglycemia, diabetes self management

Εισαγωγή

Η διατήρηση της ευγλυκαιμίας αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο στη θεραπευτική προσέγγιση των διαβητικών. Περίπου 422 εκατ. άνθρωποι παγκοσμίως¹ εμφανίζουν σήμερα σακχαρώδη διαβήτη (ΣΔ), με το 90% των περιπτώσεων να αφορά ΣΔ τύπου ΙΙ². Ο επιπολασμός του ΣΔ βρίσκεται σε μία αυξανόμενη πορεία παγκοσμίως και απαιτείται πολυπαραγοντική προσέγγιση για τη μείωση των επιπλοκών και κατά συνέπεια της θνητότητας από τη συγκεκριμένη νόσο. Η ρύθμιση της γλυκόζης του πλάσματος παραμέ-

νει το κλειδί για την πρόληψη των μικροαγγειακών επιπλοκών. Παρόλα αυτά, η ρύθμιση μπορεί να είναι δύσκολη, κυρίως στους διαβητικούς τύπου Ι και στους ινσουλινοεξαρτώμενους διαβητικούς τύπου ΙΙ, καθώς η γλυκόζη υφίσταται διακυμάνσεις εξαιτίας των καθημερινών δραστηριοτήτων, συνθηκών και ετερογένειας των γευμάτων³. Η ευμεταβλητότητα των επιπέδων της γλυκόζης, καθιστούν θεμελιώδους σημασίας την εφαρμογή προγραμμάτων εκπαίδευσης των ασθενών, ώστε να εξασφαλιστεί η ενεργητική συμμετοχή τους στην αυτοφροντίδα τους και να υιοθετήσουν

συμπεριφορές που θα οδηγήσουν στο σωστό γλυκαιμικό έλεγχο και στην πρόληψη των επιπλοκών του διαβήτη⁴.

Προς αυτή την κατεύθυνση καθοριστικό ρόλο διαδραμάτισε η κατασκευή συσκευών για τον έλεγχο της γλυκόζης στο σπίτι. Ήδη από το 1970 είναι δυνατός ο αυτοέλεγχος των διαβητικών, ενώ τα σακχαρόμετρα με τη σημερινή μορφή είναι διαθέσιμα από το 1980². Η κατασκευή τους έχει συμβάλει σημαντικά στη ρύθμιση των ασθενών και κατά συνέπεια στην πρόληψη των επιπλοκών, στην αύξηση της επιβίωσης και της ποιότητας ζωής τους⁵. Παρά την τεράστια συνεισφορά τους στη θεραπευτική προσέγγιση του διαβητικού, τα σακχαρόμετρα παρουσιάζουν ορισμένα μειονεκτήματα. Πρωτίστως η μέτρηση αφορά μία μόνο δεδομένη στιγμή και είναι δύσκολη η διεξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τη διακύμανση, την αυξημένη ανοδική ή καθοδική τάση, τον έλεγχο κατά τη διάρκεια του ύπνου, ενώ υπάρχει πόνος για κάθε μέτρηση και πιθανή επιμόλυνση με αίμα (επιφανειών ή άλλου ατόμου, όταν πραγματοποιεί την μέτρηση ο φροντιστής)⁶.

Η ανάγκη σχολαστικότερης παρακολούθησης των ασθενών αυτών, οδήγησε στη κατασκευή των συστημάτων συνεχούς καταγραφής της γλυκόζης τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ή χωρίς αντλία ινσουλίνης, και αποτελούν σταθμό στο δρόμο για το τεχνητό πάγκρεας.

Σκοπός της παρούσας εργασίας, είναι η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με τη χρήση των συστημάτων συνεχούς καταγραφής της γλυκόζης, της αποτελεσματικότητας της χρήσης τους, καθώς και ζητημάτων που θα πρέπει να είναι γνωστά στην υγειονομική ομάδα που θα συμβάλει στη θεραπευτική προσέγγιση του ασθενή που φέρει αισθητήρα συνεχούς καταγραφής, εντός ή εκτός του νοσοκομείου. Αναζητήθηκε βιβλιογραφία από έγκυρες βάσεις δεδομένων του διαδικτύου (Medline, Google Scholar), από διατριβές και αξιόπιστους διαδικτυακούς συνδέσμους.

Τα συστήματα συνεχούς καταγραφής γλυκόζης

Τα συστήματα συνεχούς καταγραφής γλυκόζης (Continuous glucose monitoring system-CGM) πρωτοεμφανίστηκαν στην κλινική πρακτική το 1999⁷ και σήμερα είναι εμπορικά διαθέσιμα 2 ειδών συστήματα καταγραφής, ένα που χαρακτηρίζεται ως «πραγματικού χρόνου» (real time – rtCGM) και ένα δεύτερο είδος που αφορά τις «κατά διαστήματα σάρωσης» συσκευές (intermittently scanned), γνωστές και ως τεχνολογία «flash»⁶. Τα συστήματα rtCGM είναι εμπορικά διαθέσιμα από το 2005, αποτελούνται από 3 τμήματα, έναν αναλώσιμο, περιορισμένης διάρκειας χρήσης, αισθητήρα, ο οποίος τοποθετείται κάτω από το δέρμα στον υποδόριο ιστό, έναν διαβιβαστή (καλώδιο) που

συνδέεται στον αισθητήρα και έναν δέκτη που εμφανίζει και αποθηκεύει τις πληροφορίες. Δίνονται συνεχώς και σε πραγματικό χρόνο οι τιμές και απεικονίζεται η γραφική παράσταση, υπάρχει καταγραφή της αυξητικής ή μειωτικής τάσης, ρυθμιζόμενος συναγερμός (alarm), στοιχεία τα οποία σε ορισμένα μοντέλα είναι διαθέσιμα και στους φροντιστές με σύστημα τηλεμετάδοσης. Ο αισθητήρας στα real time μοντέλα παραμένει στο διαβητικό ασθενή 6-7 ημέρες, ενώ στη συνέχεια θα πρέπει να τοποθετηθεί καινούριος. Γίνεται μέτρηση ανά 5 λεπτά και απαιτείται βαθμονόμηση της λειτουργίας του (ρύθμιση/καλιμπράρισμα) τουλάχιστον 2 φορές ημερησίως ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της κάθε συσκευής. Για τη βαθμονόμηση αυτή απαιτείται τριχοειδικό αίμα από το δάκτυλο⁶. Ο χρήστης θα πρέπει να πραγματοποιεί τον αναγκαίο αριθμό μετρήσεων κατά τη διάρκεια του 24ώρου, οι τιμές των οποίων χρησιμοποιούνται από το σύστημα για τη λεγόμενη βαθμονόμηση. Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι το σύστημα CGM δεν υποκαθιστά πλήρως την ανάγκη για τριχοειδική μέτρηση της γλυκόζης⁷.

Τα συστήματα rtCGM έχουν υπάρξει αποτελεσματικά τόσο σε παιδιά όσο και σε ενήλικες με ΣΔ τύπου I, είτε χρησιμοποιούν αντλία ινσουλίνης, είτε κάνουν υποδόρια ένεση ινσουλίνης, βελτιώνοντας τις τιμές της γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης και μειώνοντας τον αριθμό των υπέρ και υπογλυκαιμικών κρίσεων. Ανάλογα αποτελέσματα έχουν παρατηρηθεί και σε διαβητικούς τύπου II⁸.

Τα συστήματα τεχνολογίας flash κυκλοφορούν από το 2014. Πραγματοποιούν μέτρηση κάθε λεπτό, για να ενημερωθεί όμως ο ασθενής για την τιμή αυτή θα πρέπει να πραγματοποιήσει μία σάρωση (επαφή της συσκευής με τον αισθητήρα). Ο αισθητήρας παραμένει στον ασθενή 10-14 ημέρες (ανάλογα με τον κατασκευαστή) και μπορεί να εξασφαλίσει τις τιμές για το διάστημα αυτό με την προϋπόθεση ότι γίνεται μία σάρωση τουλάχιστον ανά 8 ώρες. Ο αισθητήρας μπορεί να καταγράψει και να μεταδώσει τιμές για εύρος χρόνου 8 ωρών. Πέραν του 8ώρου οι αρχικές τιμές του τελευταίου διαστήματος καταγραφής διαγράφονται. Οι συσκευές της συγκεκριμένης τεχνολογίας δεν απαιτούν βαθμονόμηση (ρύθμιση/καλιμπράρισμα), προτείνεται όμως στον ασθενή να πραγματοποιεί μία τριχοειδική μέτρηση σακχάρου όταν έχει τιμές υπέρ ή υπογλυκαιμίας⁶.

Η τεχνολογία flash έχει χρησιμοποιηθεί σε μελέτες με διαβητικούς τύπου I αλλά και τύπου II, ενώ παρατηρήθηκε ότι οι συμμετέχοντες διέκοψαν τη χρήση του σακχαρόμετρου μετά την εφαρμογή του συστήματος. Αρχικά πραγματοποιούσαν περίπου 15 σαρώσεις ημερησίως αλλά στην πορεία ο αριθμός μειώθηκε. Σε διαβητικούς τύπου I, με χρήση του συγκεκριμένου συστήματος καταγραφής για 6 μήνες, ο μέσος χρόνος υπογλυκαιμίας τους μειώθηκε κατά 38%, παρατηρήθηκαν

όμως μικρές μεταβολές στην γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη⁹. Παρά το γεγονός ότι δεν έχουν καθοριστεί τα κριτήρια επιλογής της καταλληλότερης συσκευής για τον κάθε ασθενή, οι Adolfsson και συν⁶. προτείνουν τα ακόλουθα:

Σύστημα rtCGM (real time-πραγματικού χρόνου). Συστήνεται σε ασθενείς με:

- ▶ Ανάγκη εντατικού σχήματος ινσουλινοθεραπείας με αντλία ή υποδόρια ένεση.
- ▶ Υψηλό κίνδυνο υπογλυκαιμίας.
- ▶ Μειωμένη αντίληψη της υπογλυκαιμίας.
- ▶ Συχνές νυκτερινές υπογλυκαιμίες
- ▶ Συχνές σοβαρές υπογλυκαιμίες
- ▶ Σοβαρή διακύμανση της γλυκόζης.
- ▶ Φόβο υπογλυκαιμίας.
- ▶ Έντονη φυσική δραστηριότητα και κυρίως σε αθλητές αλλά και σε όσους έχουν πολύ έντονους ρυθμούς στην καθημερινότητά τους.
- ▶ Αδυναμία ικανοποιητικής ρύθμισης με σύστημα ενδιάμεσης σάρωσης.
- ▶ Ανάγκη στενού γλυκαιμικού ελέγχου

Μικρότερη ηλικία που χρειάζονται συνεχή υποστήριξη από ενήλικα. (γονείς, προσωπικό σχολείου και προπονητές αθλημάτων)

Το Σύστημα isCGM (τεχνολογία flash) προτείνεται σε:

- ▶ Ασθενείς με πρόσφατα διαγνωσμένο διαβήτη τύπου II για σποραδική χρήση, ως εκπαιδευτικό εργαλείο.
- ▶ Διαβητικούς τύπου II στους οποίους δεν χορηγείται ινσουλίνη για σποραδική χρήση, ως εκπαιδευτικό εργαλείο.
- ▶ Διαβητικούς τύπου II που δεν βρίσκονται σε εντατικό σχήμα ινσουλίνης, έχουν καλό γλυκαιμικό έλεγχο και επιθυμούν συνεχή ή σποραδική παρακολούθηση για την αντικατάσταση των τρυπημάτων (τριχοειδικό έλεγχο).
- ▶ Διαβητικούς τύπου I ή II σε ινσουλινοθεραπεία που επιθυμούν να παρακολουθούν τα επίπεδα γλυκόζης χωρίς χρήση συναγερμών (alarm).
- ▶ Ασθενείς που πρέπει να υποβάλλονται σε έλεγχο πολλές φορές ημερησίως π.χ. σε διαβήτη κύησης.
- ▶ Ασθενείς με χαμηλό κίνδυνο υπογλυκαιμίας αλλά που επιθυμούν περισσότερο έλεγχο.
- ▶ Ασθενείς που δεν έχουν τη δυνατότητα για ένα σύστημα rtCGM, αλλά επιθυμούν προηγμένο γλυκαιμικό έλεγχο ή στην χώρα διαμονής τους προτείνεται ως πρώτη λύση ένα σύστημα isCGM⁶.

Εκτός από τα είδη των προαναφερόμενων συσκευών, άλλο ένα μοντέλο του οποίου τα δεδομένα καταγραφής προορίζονται για χρήση από τον επαγγελματία υγείας είναι το CGM – professional. Η συσκευή όμως αυτή δεν ενδείκνυται για χρήση από τον ίδιο τον ασθενή, δεν αποτελεί μέθοδο αυτοελέγχου.

Δεν προβάλλει τις τιμές σε πραγματικό χρόνο, αλλά τις αποθηκεύει όπως π.χ. σε 24ωρη καταγραφή (holter) της αρτηριακής πίεσης ή του καρδιακού ρυθμού. Επίσης δεν υπάρχει η δυνατότητα παρέμβασης από τον ασθενή ώστε τα δεδομένα του να τροποποιούνται. Αυτό εξασφαλίζει μία αντικειμενικότερη εικόνα στον θεράποντα σχετικά με την επίδραση των συνθηκών του ασθενή στην διακύμανση της γλυκόζης του. Η χρήση του προτείνεται κυρίως για την διερεύνηση της νυκτερινής υπογλυκαιμίας ή μεταγευματικής υπεργλυκαιμίας¹⁰.

Όταν εμφανίσθηκαν τα συγκεκριμένα συστήματα καταγραφής (CGM-professional), προτάθηκε ότι μία περίοδος 3-6 ημερών καταγραφής μπορεί να εξασφαλίσει στο θεράποντα τις απαραίτητες πληροφορίες για τον καθορισμό της θεραπείας και την παροχή πληροφοριών στον ασθενή, σχετικά με τη φαρμακευτική αγωγή, τη διαίτα και τον τρόπο ζωής. Η λογική της διάρκειας των 3-6 ημερών περιλαμβάνει και μία αντικειμενική θεώρηση ορισμένων ζητημάτων, όπως το κόστος ενός διαγνωστικού τέστ και η ευκολία στη χρήση από τον ασθενή. Πράγματι, στο διάστημα αυτό μπορούν να εξασφαλισθούν πληροφορίες που δεν μπορούν εύκολα να ερμηνευτούν από τις τιμές της γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης ή τις μεμονωμένες μετρήσεις με το σακχαρόμετρο⁹.

Τα περισσότερα μοντέλα αισθητήρων που είναι σήμερα διαθέσιμα αξιοποιούν τη θεμελιώδη αρχή της ηλεκτροχημικής οξειδωσης της γλυκόζης. Σε αυτή την κατηγορία των συσκευών ένας εξαιρετικά μικρού μεγέθους αισθητήρας τοποθετείται υποδόρια στη βραχιόνια ή κοιλιακή χώρα και υπολογίζει το σήμα που παράγεται, μεταφέροντας πληροφορίες σχετικά με τη συγκέντρωση της γλυκόζης στο διάμεσο υγρό, μέσα από μία διαδικασία βαθμονόμησης².

Ο βιοαισθητήρας φέρει μία άνοδο από πλατίνα η οποία καλύπτεται από 3 μεμβράνες (κυτταρίνης, ενζυμική, υδατανθρακούχο). Σε ένα πλέγμα από πλαστικό έχει τοποθετηθεί το ένζυμο οξειδάση της γλυκόζης με αποτέλεσμα την οξειδωσή της και την παραγωγή ηλεκτρονίων και ρεύματος¹¹.

Από τον αισθητήρα εξάγεται ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο τροποποιείται προκειμένου να εκφράζει τη συγκέντρωση της γλυκόζης. Για τη βαθμονόμηση χρησιμοποιείται η μέθοδος των δύο σημείων. Όταν η συγκέντρωση της γλυκόζης (G) αυξάνεται από G1 σε G2 το ρεύμα I του αισθητήρα αυξάνεται από I1 σε I2. Η ευαισθησία του αισθητήρα (S) προκύπτει από το πηλίκο $S=(I2-I1)/(G2-G1)$ ¹².

Τα συστήματα συνεχούς καταγραφής της γλυκόζης έχουν συμβάλει σημαντικά στη ρύθμιση των διαβητικών, αλλά και στην περαιτέρω έρευνα για το ΣΔ. Με τη χρήση των συστημάτων CGM έχει επιτευχθεί βελτίωση του γλυκαιμικού ελέγχου,^{13,9,14} της ποιότητας ζωής^{15,16} και μείωση των επιπλοκών

του ΣΔ^{17,18}.

Σε μία μετά ανάλυση 11 μελετών, σε ένα σύνολο 5.542 διαβητικών τύπου II διερευνήθηκε η δυνατότητα του CGM να βελτιώσει το γλυκαιμικό έλεγχο, το βάρος, τη φυσική δραστηριότητα, ενώ διερευνήθηκε επίσης η αποτελεσματικότητα στον αυτοέλεγχο, την αποδοχή, την ικανοποίηση και την ανοχή στην παραμονή του αισθητήρα. Παρά τη μεγάλη ετερογένεια του δείγματος παρατηρήθηκε πως με τη χρήση του CGM επιτυγχάνεται μεγαλύτερη μείωση της γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης, του σωματικού βάρους και των προσλαμβανόμενων θερμίδων. Οι ασθενείς που χρησιμοποιούσαν το σύστημα συνεχούς καταγραφής φάνηκε ότι παρουσιάζουν μεγαλύτερη συμμόρφωση με το ατομικό δαιτολόγιο και μάλιστα παρουσίασαν και αύξηση της φυσικής τους δραστηριότητας. Υψηλή συμμόρφωση με την εφαρμογή του αισθητήρα και με τη βαθμονόμηση (ρύθμιση/καλιμπράρισμα) της συσκευής επίσης διαπιστώθηκε¹⁸.

Συνεχής καταγραφή και υπογλυκαιμία

Οι υπογλυκαιμικές κρίσεις αποτελούν συχνό φαινόμενο στους διαβητικούς τύπου 1. Οι κλινικές συνέπειες της σοβαρής υπογλυκαιμίας είναι γνωστές και περιλαμβάνουν επιδείνωση της οξείας εγκεφαλικής νόσου και δυνητικά επιπλοκές όπως, το έμφραγμα μυοκαρδίου, τη νευρογνωστική δυσλειτουργία και την απώλεια της όρασης. Μάλιστα, η σοβαρή νυκτερινή υπογλυκαιμία μπορεί να οδηγήσει ακόμη και σε θάνατο κατά τη διάρκεια του ύπνου. Επιπρόσθετα, η ασυμπτωματική νυκτερινή μείωση της γλυκόζης μπορεί να προκαλεί διαταραχές του ύπνου, πρωινούς πονοκεφάλους και χρόνιες διαταραχές της διάθεσης¹⁹. Η συχνότητα των υπογλυκαιμικών κρίσεων υπολογίζεται σε 42-91 περιστατικά ανά ασθενή το χρόνο για τους διαβητικούς τύπου 1 και σε 20.3-44.4 περιστατικά ανά ασθενή το χρόνο για τους διαβητικούς τύπου II²⁰. Συνθήκες που συμβάλλουν στην εμφάνιση σοβαρής υπογλυκαιμίας είναι η ασυμπτωματική υπογλυκαιμία (η μειωμένη ικανότητα αντίληψης της υπογλυκαιμίας) η οποία εμφανίζεται στο 20% των ασθενών μετά από μακροχρόνιο διαβήτη²¹ και η νυκτερινή υπογλυκαιμία²².

Αρκετές μελέτες έχουν παρουσιάσει την αποτελεσματικότητα της χρήσης των συστημάτων συνεχούς καταγραφής στην πρόληψη των κρίσεων αυτών.

Στην μελέτη HYPO DE συμμετείχαν 149 διαβητικοί τύπου 1 με συχνές και σοβαρές υπογλυκαιμίες. Χρησιμοποιήθηκε καταγραφή πραγματικού χρόνου (rt-CGM), η οποία κατέδειξε σημαντική μείωση των υπογλυκαιμιών, σε σχέση με ομάδα ελέγχου²³.

Στην μελέτη Gold-3, στην οποία συμμετείχαν 161 ενήλικες διαβητικοί τύπου 1, η συνεχής καταγραφή (rt CGM) μείωσε τις νυκτερινές αλλά και ημερήσιες υπογλυκαιμίες μετά από επαρκή

εκπαίδευση των συμμετεχόντων σχετικά με την παρακολούθηση των ενδείξεων πριν από το φαγητό, την άσκηση και τον ύπνο. Οι συμμετέχοντες μάλιστα εξέφρασαν εμπιστοσύνη στην έγκαιρη διαπίστωση και διαχείριση της υπογλυκαιμίας²⁴.

Η χρήση των CGM στους νοσηλευόμενους ασθενείς

Η υπεργλυκαιμία και ο διαβήτης αποτελούν σύνθετες φαινόμενα στις παθολογικές και χειρουργικές κλινικές. Το 25% περίπου των ασθενών που εισάγονται στα τμήματα αυτά έχει ήδη διαγνωσμένο ΣΔ τύπου II και η πλειοψηφία αυτών θα χρειαστεί ρύθμιση με ινσουλίνη κατά τη διάρκεια της νοσηλείας του. Πολλοί είναι οι παράγοντες που επιδρούν στο νοσηλευόμενο ασθενή και μπορούν να μεταβάλλουν εξαιρετικά γρήγορα τα επίπεδα της γλυκόζης του, όπως η μεταβολή των διατροφικών συνθηκών, η έλλειψη όρεξης, η μεταβολή του επιπέδου της νεφρικής λειτουργίας ανάλογα με το ισοζύγιο προσλαμβανόμενων και αποβαλλομένων υγρών, καθώς και η χορήγηση φαρμάκων π.χ. στεροειδών²⁵.

Συνεπώς η χρήση του CGM προτείνεται για την έγκαιρη διαπίστωση των παραπάνω αποκλίσεων. Στην έρευνα των Burt et al., 26 ασθενείς με ΣΔ τύπου I αλλά και II, που εισήχθησαν στο νοσοκομείο και ρυθμίσθηκαν με μία δόση βραδείας ινσουλίνης και 3 δόσεις ταχείας ινσουλίνης πριν από κάθε γεύμα, αποτέλεσαν τον υπό μελέτη πληθυσμό, στον οποίο τοποθετήθηκε αισθητήρας συνεχούς καταμέτρησης για 72 ώρες. Επίσης πραγματοποιούνταν έλεγχοι με σακχαρόμετρο 4 φορές ημερησίως. Η μέση συγκέντρωση της γλυκόζης ημερησίως μεταξύ των δύο ειδών ελέγχου (CGM και σακχαρόμετρο) δεν διέφερε σημαντικά. Με το CGM καταγράφηκαν συνολικά 88 μεταγευματικές υπεργλυκαιμίες. Με τη χρήση του σακχαρόμετρου διαπιστώθηκαν οι 61 από αυτές. Επίσης από τα 10 περιστατικά διακύμανσης της γλυκόζης σε επίπεδα κατώτερα των 4mmol/L με την τριχοειδική μέτρηση του σακχάρου ανιχνεύθηκε μόνο το 1²⁶.

Η χρήση της συνεχούς καταγραφής γλυκόζης στις Μονάδες Εντατικής Θεραπείας (ΜΕΘ)

Η υπεργλυκαιμία της οξείας φάσης (stress υπεργλυκαιμία), εμφανίζεται στο 90% των ασθενών που εισάγονται στις ΜΕΘ, ανεξάρτητα εάν προϋπήρχε διαβήτης ή όχι. Αυτή η μεταβολική διαταραχή αποτελεί μία νευροενδοκρινική απάντηση στη βαριά νόσο και προκαλείται από την αυξημένη γλυκοεογένεση και από την αύξηση της περιφερικής αντίστασης στην ινσουλίνη ως συνέπεια μιας περίπλοκης αλληλεπίδρασης ανάμεσα στην αυξημένη έκκριση ρυθμιστικών ορμονών και κυτοκινών²⁷.

Ο ορισμός του ιδανικού γλυκαιμικού ελέγχου στη ΜΕΘ υπήρξε στο παρελθόν αντικείμενο αντιπαράθεσης. Κατά το 1999 στην μελέτη NICE-SUGAR, αναφέρθηκε πως ο στενός γλυκαιμικός έλεγχος μεταξύ 81-108 mg/dl στη μονάδα εντατικής θεραπείας, συσχετίστηκε με υψηλότερο δείκτη θνητότητας σε σχέση με έναν πιο ελαστικό στόχο (140-180mg/dl). Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής καθόρισαν τα όρια του γλυκαιμικού ελέγχου μεταξύ 140-180mg/dl, κάτι το οποίο σήμερα έχει υιοθετηθεί από τα περισσότερα νοσοκομεία ανά τον κόσμο²⁸. Χαμηλότερες τιμές γλυκόζης ενέχουν κίνδυνο πρόκλησης υπογλυκαιμίας. Δεν υπάρχει πλέον αμφιβολία ότι τόσο η υπεργλυκαιμία όσο και η υπογλυκαιμία επιδεινώνουν την έκβαση των ασθενών²⁹. Υπάρχουν βέβαια και ευνοϊκά δεδομένα από έρευνες με χαμηλότερους γλυκαιμικούς στόχους, στις οποίες όμως έγινε εντατική προσπάθεια αποφυγής της υπογλυκαιμίας²⁵.

Ο έλεγχος της γλυκόζης στις ΜΕΘ όταν πραγματοποιείται με τα συνήθη σακχαρόμετρα, ενδέχεται να παρουσιάζει αποκλίσεις από τις τιμές του βιοχημικού εργαστηριακού ελέγχου, καθώς τα σακχαρόμετρα δεν έχουν σχεδιασθεί για τους ασθενείς στις ΜΕΘ, δεδομένου ότι στους βαριά πάσχοντες μπορεί να υπάρχει σημαντική αναιμία ή υποξία²⁷. Επίσης στις ΜΕΘ οι ασθενείς παρουσιάζουν μία άτυπη αντίδραση στη ρύθμιση της υπογλυκαιμίας, ενώ δεν είναι σε θέση να εκφράσουν τα υποκειμενικά συμπτώματα της υπογλυκαιμίας²⁵. Επίσης οι υπογλυκαιμικές κρίσεις είναι συχνότερες όταν τα διαστήματα μεταξύ των μετρήσεων είναι μεγάλα και ένα ποσοστό έως και 15% υπογλυκαιμικών κρίσεων δεν ανιχνεύεται²⁷.

Τα συστήματα συνεχούς καταγραφής μπορούν να παρέχουν στενή παρακολούθηση και να συνεισφέρουν στην αύξηση του ποσοστού επίτευξης της τιμής γλυκόζης-στόχου. Σε μία μελέτη 124 διασωληνωμένων ασθενών, η χρήση της συνεχούς καταγραφής της γλυκόζης μείωσε τα ποσοστά των υπογλυκαιμιών κατά 9.9%, αν και υπάρχουν και μελέτες που δεν έχουν διαπιστώσει διαφορά στη συχνότητα εμφάνισης υπογλυκαιμικών κρίσεων μεταξύ των ασθενών που παρακολουθούνται με τις κλασικές μεθόδους και αυτών που γίνεται συνεχής καταγραφή. Οι συγκρίσεις βέβαια ανάμεσα στις μελέτες είναι δύσκολες λόγω τις μεγάλης ετερογένειας των πληθυσμών. Σε κάθε περίπτωση όμως απαιτείται περισσότερη έρευνα²⁵.

Σύμφωνα με την Amisha και συν. οι ασθενείς που προτείνονται για συνεχή καταγραφή στις ΜΕΘ είναι όσοι απαιτούν θεραπεία με ινσουλίνη και μάλιστα ενδοφλέβια, οι καρδιοχειρουργοί ασθενείς, νεογνά, μεταμοσχευθέντες, όσοι λαμβάνουν κορτικοστεροειδή, ασθενείς σε τελικό στάδιο νεφρικής ή ηπατικής ανεπάρκειας και ασθενείς με χειρουργική ή τραυματική εγκεφαλική βλάβη²⁵.

Στις ΜΕΘ συνεχής καταγραφή μπορεί να πραγματοποιηθεί και με τη χρήση ενδοαγγειακών συστημάτων που μεταφέρουν δείγμα αίματος αυτόματα κάθε 5-15 λεπτά σε έναν εξωτερικό αισθητήρα. Το δείγμα μπορεί να προέρχεται από αρτηρία ή φλέβα, (συνήθως είναι η χρήση ενός κεντρικού φλεβικού καθετήρα), κυμαίνεται από 0,3-1,6 ml και επιστρέφει και πάλι στην κυκλοφορία. Η χρήση του συγκεκριμένου συστήματος είναι αρκετά ακριβής, χρειάζεται όμως ιδιαίτερη προσοχή στα χορηγούμενα υγρά από το συγκεκριμένο καθετήρα (απαγορεύονται οροί Dextrose), καθώς και στον κίνδυνο δημιουργίας θρόμβου³⁰.

Βασικές κατευθυντήριες οδηγίες κατά τη νοσηλεία των ασθενών με σύστημα συνεχούς καταγραφής της γλυκόζης.

Η χρήση του αισθητήρα CGM στην Ελλάδα δεν αποτελεί προς το παρόν νοσοκομειακή πρακτική. Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί για ερευνητικούς σκοπούς, να χρησιμοποιείται δε ήδη από νοσηλευόμενους ασθενείς. Η εισαγωγή στο νοσοκομείο δεν αποτελεί αντένδειξη για τη συνέχιση της χρήσης του. Ο αριθμός ασθενών που χρησιμοποιούν συστήματα καταγραφής με ή χωρίς αντλία ινσουλίνης συνεχώς αυξάνει, κατά συνέπεια είναι πιθανό να εισάγονται στο νοσοκομείο ασθενείς που ήδη κάνουν χρήση αυτής της τεχνολογίας από το σπίτι τους. Η χρήση της συσκευής μπορεί να συνεχίσει να χρησιμοποιείται και στο νοσοκομείο αποκλειστικά ή συμπληρωματικά εφόσον δεν υπάρχει αντένδειξη πχ σήψη, οιδήματα κ.α. Η αναγκαστική και αδικαιολόγητη αφαίρεση του αισθητήρα μπορεί να προκαλέσει τη δυσαρέσκεια του ασθενή και να αυξήσει το άγχος του²⁵.

Τοποθέτηση

Η τεχνική της τοποθέτησης αλλά και το σημείο αυτής θα πρέπει να ακολουθούν τις οδηγίες του κατασκευαστή. Συνήθως ο αισθητήρας είναι ενσωματωμένος με οδηγό, που αφαιρείται μετά την τοποθέτηση, για να διευκολυνθεί και να εξασφαλισθεί η σωστή εφαρμογή. Η περιοχή της τοποθέτησης δεν περιορίζεται μόνο στην κοιλιακή χώρα. Η βραχιόνια περιοχή ενδείκνυται επίσης στα περισσότερα μοντέλα³¹. Έρευνες έχουν υποστηρίξει την αξιοπιστία της μέτρησης και σε άλλες περιοχές (πχ γλουτιαία)³², ενώ τα μέσα μαζικής ενημέρωσης κάνουν λόγο για αισθητήρες τους οποίους ο ασθενής τοποθετεί σε όποιο σημείο θεωρεί ότι του παρέχει μεγαλύτερη άνεση. Για την τοποθέτηση στην κοιλιακή χώρα θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη (και ανάλογα με το μοντέλο), η απόσταση από τον ομφαλό (στις περισσότερες περιπτώσεις 2 ίντσες), η απόσταση από το σημείο τοποθέτησης της αντλίας ινσουλίνης (1-2 ίντσες ανάλογα τον κατασκευαστή) ή τα σημεία όπου πραγματοποιούνται ενέ-

σεις ινσουλίνης (και πάλι 1-3 ίντσες ανάλογα). Η άσκηση πίεσης επάνω στον αισθητήρα θα πρέπει να αποφεύγεται, επομένως είναι ακατάλληλα τα σημεία όπου εφαρμόζονται ζώνες (πχ ορθοπεδικές ή ρούχων). Η αποφυγή πίεσης επί του αισθητήρα ή η έξοδος αυτού κατά τον ύπνο υποδεικνύουν την ανάλογη τοποθέτηση. Όσον αφορά την κατάσταση του δέρματος, αποφεύγεται η τοποθέτηση σε ουλώδεις περιοχές, σε σημεία με δερματικό ερεθισμό, σκλήρυνση ή δερματοσιτίζα, καθώς επίσης και σε οστέινες προεξοχές ή σε αρθρώσεις με μεγάλη κάμψη^{33,34}.

Στους νοσηλευόμενους ασθενείς και κυρίως στους βαριά πάσχοντες το σημείο εφαρμογής θα πρέπει να αξιολογείται για τυχόν οίδημα, νέκρωση, αγγειόσπασμο, ισχαιμία καθώς μπορεί υπό τις συνθήκες αυτές να υπάρχει αναξιόπιστο αποτέλεσμα²⁵.

Βαθμονόμηση του μετρητή

Η βαθμονόμηση (ρύθμιση/καλιμπράρισμα) του μετρητή είναι απαραίτητη, προκειμένου να εξασφαλισθεί η αξιοπιστία της μέτρησης και θα πρέπει να πραγματοποιείται σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες³⁵. Τα μοντέλα τεχνολογίας flash δεν χρειάζονται βαθμονόμηση⁶, σε αντίθεση με τις real time συσκευές, κατά τη χρήση των οποίων θα πρέπει να λαμβάνει χώρα μέτρηση με χρήση τριχοειδικού αίματος από το δάκτυλο τόσες φορές το 24ωρο όσες απαιτεί το χρησιμοποιούμενο μοντέλο. Η μέτρηση θα πρέπει να γίνεται σε χρονική στιγμή κατά την οποία θεωρητικά η γλυκόζη βρίσκεται σε σταθερή κατάσταση, δεν έχει δηλαδή χορηγηθεί προσφάτως τροφή ή ινσουλίνη³⁶. Η μέτρηση με τριχοειδικό αίμα μετά από σκαρίφημα του δακτύλου θα πρέπει να γίνεται ιδιαίτερα προσεκτικά, αποφεύγοντας κατά το δυνατό, όλους τους παράγοντες που μπορούν να την επηρεάσουν, καθώς οι τιμές αυτές χρησιμοποιούνται για τη βαθμονόμηση του συστήματος. Αξίζει να σημειωθεί ότι την πρώτη ημέρα της εφαρμογής του αισθητήρα μπορεί να υπάρχει μεγαλύτερη απόκλιση από τις πραγματικές τιμές³⁷.

Χορήγηση φαρμάκων.

Παρά το γεγονός ότι οι αισθητήρες έχουν βελτιωθεί ιδιαίτερα, υπάρχει ένας αριθμός φαρμάκων που μπορούν να επηρεάσουν την λειτουργία τους. Η ακεταμινοφαίνη (παρακεταμόλη) είναι ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο φάρμακο που μπορεί να προκαλέσει στον αισθητήρα μία υπερεκτίμηση της γλυκόζης. Υπάρχει λοιπόν ο κίνδυνος υπερδοσολογίας ινσουλίνης εάν η ένδειξη χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της δόσης της. Οι ασθενείς που φέρουν αισθητήρα καταγραφής θα πρέπει να σταματούν την εφαρμογή του εάν απαραιτήτως τους χορηγείται ακεταμινοφαίνη²⁵. Εάν η χρήση του αισθητήρα κρίνεται απαραίτητη, θα πρέπει να αποφεύγεται αυστηρά η χορήγηση της και σε περίπτωση που ληφθεί από τον ασθενή θα πρέπει να

μην ληφθούν υπόψη οι μετρήσεις κατά τη διάρκεια της δράσης της (4-8 ώρες). Επίσης απαιτείται έλεγχος όλων των σκευασμάτων που λαμβάνει ο ασθενής διότι ενδέχεται να περιέχουν παρακεταμόλη συνδυαστικά με άλλη ουσία³⁷.

Εκτός από την παρακεταμόλη, επίδραση στην ευαισθησία του αισθητήρα φαίνεται να έχουν επίσης η λισινοπρίλη, η σαλβουταμόλη, η ατενολόλη³⁸. Επιπροσθέτως, η παρουσία, μαλτόζης, ασκορβικού οξέως, ντοπαμίνης, μαννιτόλης, ηπαρίνης, ουρικού και σαλικιλικού οξέος φαίνεται ότι επηρεάζουν την ακρίβεια της μέτρησης^{25,39,40,41}.

Ο ενδιάμεσος χρόνος.

Τα συστήματα συνεχούς καταγραφής μετρούν τη γλυκόζη στο διάμεσο ιστό και δεν πρόκειται για την τιμή της γλυκόζης του πλάσματος. Αυτό μπορεί να οδηγήσει και σε απόκλιση μέχρι και 21% μεταξύ των δύο προαναφερθέντων τιμών, η οποία μπορεί να γίνει ακόμη μεγαλύτερη σε συνθήκες υπογλυκαιμίας ή ταχείας αυξομείωσης⁷. Αυξανόμενα επίπεδα γλυκόζης αντανακλώνται πρωτίστως στο τριχοειδικό αίμα. Επίσης η μείωση των επιπέδων της γλυκόζης μετά τη χορήγηση ινσουλίνης μπορεί να επηρεασθεί από την ύπαρξη (τυχαίας) μεγαλύτερης ευαισθησίας απέναντι στην ινσουλίνη στο συγκεκριμένο σημείο ιστού που τοποθετήθηκε ο αισθητήρας⁴².

Παιδιατρικοί ασθενείς.

Η χρήση των συστημάτων συνεχούς καταγραφής της γλυκόζης παρουσιάζει ιδιαιτερότητες στους παιδιατρικούς ασθενείς, ανάλογα με την ηλικιακή ομάδα των παιδιών. Στα πολύ μικρά παιδιά η προσφερόμενη επιφάνεια του σώματος ενδέχεται να είναι περιορισμένη, ειδικά εάν γίνονται και υποδόριες ενέσεις ινσουλίνης. Επίσης στα μικρά παιδιά μπορεί να υπάρχει μειωμένη συνεργασία ή ακόμη και να συμβαίνει ατυχηματική αφαίρεση του αισθητήρα λόγω της έντονης δραστηριότητας. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης του CGM συνιστανται κυρίως στην έγκαιρη διαπίστωση της υπογλυκαιμίας και στον περιορισμό των επώδυνων σκαριφισμών³⁷.

Βαριά πάσχοντες.

Στους νοσηλευόμενους και κυρίως στους βαριά πάσχοντες υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την ακρίβεια της μέτρησης, όπως η υποξαιμία, η αγγειοσπασση, το οίδημα²⁵ και η σπητική κατάσταση⁴³. Επίσης μπορεί να είναι δύσκολη η βαθμονόμηση του συστήματος σε ασθενείς σε βαριά κατάσταση με πολλές επιπλοκές. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ένα ακατάλληλο δείγμα τριχοειδικού αίματος π.χ. από μια οίδηματική ή υποξαιμική περιοχή θα έχει ως αποτέλεσμα μη ακριβή βαθμονόμηση του συστήματος. Η επίδραση

της κετοξέωσης και της γαλακτικής οξέωσης δεν έχουν ακόμη μελετηθεί. Επίσης η συσκευή θα πρέπει να αποσυνδέεται κατά τη διάρκεια μαγνητικής ή αξονικής τομογραφίας⁴⁴.

Η ακρίβεια του υποδόριου συνεχής καταγραφέα γλυκόζης μπορεί επίσης να επηρεασθεί από τη συσσώρευση προϊόντων ιστικού μεταβολισμού (biofilm)²⁵, αλλά και από την πρόκληση διαφόρου βαθμού τραύματος κατά την εισαγωγή του αισθητήρα, με αποτέλεσμα την εμφάνιση φλεγμονώδους αντίδρασης τοπικά. Η ακρίβεια τέλος, μεταβάλλεται από την παρουσία πρωτεολυτικών ενζύμων και ελεύθερων ριζών³¹.

Η αξιοπιστία των μετρήσεων δε φαίνεται να επηρεάζεται από την νορ-επινεφρίνη, από την αιτιολογία της εισαγωγής στο νοσοκομείο (παθολογικός ή χειρουργικός ασθενής), από τον καρδιοχειρουργικό κίνδυνο, ή από το σημείο εισαγωγής του αισθητήρα²⁷.

Παρακολούθηση – επιπλοκές.

Η εισαγωγή και παραμονή του αισθητήρα είναι γενικά καλά ανεκτή από τους ασθενείς. Μικρές επιπλοκές, αν και σπάνια, επιβάλλουν τον έλεγχο του σημείου εισαγωγής κατά τη διάρκεια αλλά και μετά την αφαίρεση του αισθητήρα. Ελάχιστος πόνος, μικρή αιμορραγία και αιμάτωμα, ερυθρότητα και κνησμός έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία¹⁶. Η χρόνια χρήση αισθητήρων σε παιδιά έχει αναφερθεί πως μπορεί να προκαλέσει δερματικές αντιδράσεις, αλλά απαιτείται περεταίρω έρευνα⁴⁵. Μελέτες έχουν υποστηρίξει ότι τα συστήματα συνεχούς καταγραφής μπορούν να μειώσουν το φόρτο εργασίας του νοσηλευτικού προσωπικού στις ΜΕΘ, καταδεικνύοντας τη δαπάνη χρόνου που απαιτείται για τη μέτρηση με το κλασικό σακχαρόμετρο. Στην έρευνα της Aragon (2006), ο μέσος χρόνος για την πραγματοποίηση μιας μέτρησης γλυκόζης με σκαρίφημα στο δάκτυλο και υπολογισμού της δόσης της ινσουλίνης, προσδιορίστηκε στα 4,72 λεπτά. Οι μεγαλύτεροι από τους χρόνους που κατέγραψε αυτή η έρευνα οφείλονταν σε τεχνικά προβλήματα της συσκευής ή στην αναζήτηση αυτής, ενώ οι μικρότεροι χρόνοι οφείλονταν σε παράλειψη πχ της υγιεινής των χεριών ή της χρήσης γαντιών. Επομένως σε ασθενείς που απαιτούν ωριαίο γλυκαιμικό έλεγχο θα πρέπει να δαπανώνται περίπου 2 ώρες καθημερινά για τον έλεγχο της γλυκόζης⁴⁶.

Συμπεράσματα

Τα συστήματα συνεχούς καταγραφής της γλυκόζης παρέχουν τη δυνατότητα μιας σχολαστικότερης παρακολούθησης της μεταβλητότητας της γλυκόζης, με σκοπό την πρόληψη των επιπλοκών και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των διαβητικών. Πράγματι η 20ετής περίπου χρήση τους, φαίνεται πως έχει συμβάλει στα παραπάνω, μειώνοντας τις υπογλυκαιμικές αλλά και υπεργλυκαι-

μικές κρίσεις, καθώς και τη γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη.

Το περιεχόμενο όμως της θεραπευτικής προσέγγισης του κάθε ασθενούς θα πρέπει να είναι πλήρως εξατομικευμένο, προσαρμοσμένο στις ανάγκες του αλλά και στην προσωπικότητά του. Η χρήση σχολαστικών μεθόδων παρακολούθησης ενδεχομένως δεν αποτελεί πλεονέκτημα για όλους τους ασθενείς. Οι συναγερμοί και οι προειδοποιήσεις θα μπορούσαν να αυξήσουν το άγχος, κυρίως στους διαβητικούς με μικρή ηλικία. Είναι εξαιρετικής σημασίας η ορθή εκτίμηση της αναγκαιότητας για χρήση ενός συστήματος συνεχούς καταγραφής, έτσι ώστε αυτό να βελτιώνει ταυτόχρονα τη ψυχολογία του ασθενή και την ικανότητά του για αυτοδιαχείριση.

Αξίζει να σημειωθεί ότι παρά την μεγάλη τεχνολογική πρόοδο, η χρήση του σακχαρόμετρου εξακολουθεί να είναι απαραίτητη, είτε για τη βαθμονόμηση, είτε για την επιβεβαίωση των ακραίων τιμών.

Το κόστος, αποτελεί επίσης εμπόδιο στην ευρεία χρήση των συστημάτων συνεχούς καταγραφής. Στην Ελλάδα γίνεται προσπάθεια για κάλυψη από τα ασφαλιστικά ταμεία και πώληση των αισθητήρων στα φαρμακεία, ενώ η παραγγελία τους κατά διαστήματα υποβάλλεται σε περιορισμό λόγω μειωμένης εισαγωγής των αναλώσιμων αυτών συσκευών. Επίσης δεν αποτελεί νοσοκομειακή πρακτική, παρά την αναγκαιότητα σχολαστικής παρακολούθησης των βαριά πασχόντων και την ελάττωση του φόρτου εργασίας του νοσηλευτικού προσωπικού.

Η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου και η ευμάρεια της εποχής, έχει σχετιστεί με τον αυξημένο επιπολασμό του σακχαρώδη διαβήτη. Ταυτόχρονα η αλματώδης τεχνολογική ανάπτυξη υποστηρίζει σημαντικά τη θεραπευτική προσέγγιση των ασθενών με απώτερο στόχο το τεχνητό πάγκρεας.

Βιβλιογραφία

1. World Health Organisation (WHO) . Global Report on Diabetes. Geneva: World Health Organisation, 2016. Available from <http://www.who.int>. Accessed June 7, 2017.
2. Acciaroli G, Vettoretti M, Facchinetti A, Sparacino G. Calibration of Minimally Invasive Continuous Glucose Monitoring Sensors: State-of-The-Art and Current Perspectives. *Biosensors (Basel)*. 2018 Mar; 8(1): 24.
3. Ajjan RA. How Can We Realize the Clinical Benefits of Continuous Glucose Monitoring?. *Diabetes Technol Ther*. 2017 May 1, 19(Suppl 2): S-27-S-36.
4. Mouslech Z, Somali M, Sarantis L, Christos D, Alexandra C, Maria P, Mastorakos G, Savopoulos C, Hatzitolios AI. Significant effect of group education in patients with diabetes type 1. *Hormones (Athens)*. 2018 Sep;17(3):397-403.
5. Sönksen PH, Judd SL, Lowy C. Home monitoring of blood-glucose. Method for improving diabetic control. *Lancet*. 1978 Apr 8;1(8067):729-32.

6. Adolfsson P, Parkin CG, Thomas A, Krinelke LG. Selecting the Appropriate Continuous Glucose Monitoring System – a Practical Approach. *Eur Endocrinol*. 2018 Apr; 14(1): 24–29.
7. Κίτσιος Κ, Κώτσα Κ. Ο ρόλος της σε πραγματικό χρόνο καταγραφής της γλυκόζης στη ρύθμιση του σακχαρώδους διαβήτη. *Ελληνικά Διαβητολογικά Χρονικά* 2013, 26, 2: 97-104,
8. Lind M, Polonsky W, Hirsch IB. et al. Continuous glucose monitoring vs conventional therapy for glycemic control in adults with type 1 diabetes treated with multiple daily insulin injections: the GOLD randomized clinical trial. *JAMA*. 2017; 317:379–87.
9. Rodbard D. Continuous Glucose Monitoring: A Review of Recent Studies Demonstrating Improved Glycemic Outcomes. *Diabetes Technol Ther*. 2017 Jun 1; 19(Suppl 3): S-25–S-37.
10. Dungan K, Verma N. Monitoring Technologies – Continuous Glucose Monitoring, Mobile Technology, Biomarkers of Glycemic Control, In: Feingold KR, Anawalt B, Boyce A, Chrousos G, Dungan K, Grossman A, Hershman JM, Kaltsas G, Koch C, Kopp P, Korbonits M, McLachlan R, Morley JE, New M, Perreault L, Purnell J, Rebar R, Singer F, Trence DL, Vinik A, Wilson D, editors *endotext* (Internet), South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc.; 2000-. 2018 Jan 10.
11. Διδάγγελος Τ, Ηλιάδης Φ. Συνεχής καταγραφή των επιπέδων γλυκόζης με τη χρήση ειδικών αισθητήρων. *Ελληνικά Διαβητολογικά χρονικά* 2008, 21, 2: 123 – 129.
12. Πώργα Α. Μέθοδοι μέτρησης μεταβλητότητας γλυκόζης σε άτομα με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 1 που χρησιμοποιούν σύστημα συνεχούς μέτρησης γλυκόζης. Διαθέσιμο στο: http://ir.lib.uth.gr/bitstream/handle/11615/37310/GL_lib-exact_0029.pdf?sequence=1&isAllowed=y
13. DeSalvo D, Buckingham B. Continuous Glucose Monitoring: Current Use and Future Directions. *Curr Diab Rep*. 2013 Oct;13(5):657-62
14. Graham C. Continuous Glucose Monitoring and Global Reimbursement: An Update. *Diabetes Technol Ther*. 2017 Jun 1; 19(Suppl 3): S-60–S-66.
15. Polonsky WH, Hessler D, Ruedy KJ, Beck RW. The Impact of Continuous Glucose Monitoring on Markers of Quality of Life in Adults With Type 1 Diabetes: Further Findings From the DIAMOND Randomized Clinical Trial. , 2017 Jun;40(6):736-741.
16. Slattery D, MD, Choudhary P. Clinical Use of Continuous Glucose Monitoring in Adults with Type 1 Diabetes. *Diabetes Technol Ther*. 2017 May 1; 19(Suppl 2): S-55–S-61.
17. Parkin C, Graham C, Smolskis J. Continuous Glucose Monitoring Use in Type 1 Diabetes: Longitudinal Analysis Demonstrates Meaningful Improvements in HbA1c and Reductions in Health Care Utilization. *Diabetes Sci Technol*. 2017 May; 11(3): 522–528.
18. Taylor P, Thompson C, Brinkworth G. Effectiveness and acceptability of continuous glucose monitoring for type 2 diabetes management: A narrative review. *J Diabetes Investig*. 2018 Jul; 9(4): 713–725.
19. Adolfsson P, Rentoul D, Klinkenbijn B, Parkin C. Hypoglycaemia Remains the Key Obstacle to Optimal Glycaemic Control – Continuous Glucose Monitoring is the Solution. *Eur Endocrinol*. 2018 Sep;14(2):50-56.
20. Khunti K, Alsifri S, Aronson R, Cigrovski Berković M, Enters-Weijnen C, Forsén T, Galstyan G, Geelhoed-Duijvestijn P, Goldfracht M, Gydesen H, Kapur R, Lalic N, Ludvik B, Moberg E, Pedersen-Bjergaard U, Ramachandran A. Impact of hypoglycaemia on patient-reported outcomes from a global, 24-country study of 27,585 people with type 1 and insulin-treated type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract*. 2017 Aug;130:121-129.
21. McGill J, Ahmann A. Continuous Glucose Monitoring with Multiple Daily Insulin Treatment: Outcome Studies. *Diabetes Technol Ther*. 2017 Jun 1; 19(Suppl 3): S-3–S-12.
22. Unger J, Parkin C. Hypoglycemia in insulin-treated diabetes: a case for increased vigilance. *Postgrad Med*. 2011 Jul;123(4):81-91. doi: 10.3810/pgm.2011.07.2307.
23. Heinemann L, Freckmann G, Ehrmann D, Faber-Heinemann G, Guerra S, Waldenmaier D, Hermanns N. Real-time continuous glucose monitoring in adults with type 1 diabetes and impaired hypoglycaemia awareness or severe hypoglycaemia treated with multiple daily insulin injections (HypoDE): a multicentre, randomised controlled trial. *Lancet*. 2018 Apr 7;391(10128):1367-1377.
24. Ólafsdóttir A, Polonsky W, Bolinder J, Hirsch I, Dahlqvist S, Wedel H, Nyström T, Wijkman M, Schwarcz E, Hellman J, Heise T, MD, Lind M. A Randomized Clinical Trial of the Effect of Continuous Glucose Monitoring on Nocturnal Hypoglycemia, Daytime Hypoglycemia, Glycemic Variability, and Hypoglycemia Confidence in Persons with Type 1 Diabetes Treated with Multiple Daily Insulin Injections (GOLD-3). *Diabetes Technol Ther*. 2018 Apr 1; 20(4): 274–284.
25. Wallia A, Umpierrez GE, Rushakoff RJ, Klonoff DC, Rubin DJ, Hill Golden S, Cook CB, Thompson B; DTS Continuous Glucose Monitoring in the Hospital Panel. Consensus Statement on Inpatient Use of Continuous Glucose Monitoring. *J Diabetes Sci Technol*. 2017 Sep; 11(5): 1036–1044
26. Burt G, Roberts W, Aguilar-Loza R, Stranks N. Brief report: Comparison of continuous glucose monitoring and finger-prick blood glucose levels in hospitalized patients administered basal-bolus insulin. *Diabetes Technol Ther*. 2013 Mar;15(3):241-5.
27. van Steen SC, Rijkenberg S, Limpens J, van der Voort PH, Hermanides J, DeVries JH. The Clinical Benefits and Accuracy of Continuous Glucose Monitoring Systems in Critically Ill Patients—A Systematic Scoping Review. *Sensors (Basel)*, 2017 Jan; 17(1): 146.
28. Finfer S, Chittock R, Su SY, Blair D, Foster D, Dhingra V, Bellomo R, Cook D, Dodek P, Henderson WR, Hébert PC, Heritier S, Heyland DK, McArthur C, McDonald E, Mitchell I,

- Myburgh JA, Norton R, Potter J, Robinson G, Ronco J. NICE-SUGAR Study Investigators. Intensive versus conventional glucose control in critically ill patients. *N Engl J Med*. 2009, Mar 26;360(13):1283-97.
29. Savopoulos C, Kaiafa G, Kanellos I, Fountouki A, Theofanidis D, Hatzitolios AI. Is management of hyperglycaemia in acute phase stroke still a dilemma?. *J Neurosci Nurs*. 2017 Aug;49(4):247-250.
30. Joseph J, Torjman M, Strasma P. Continuous Glucose Monitoring Systems (CGMS) for Hospitalized and Ambulatory Patients at Risk for Hyperglycemia, Hypoglycemia, and Glycemic Variability Vascular Glucose Sensor Symposium. *J Diabetes Sci Technol*. 2015 Jul; 9(4): 725–738.
31. Wu P, Segovia D, Lee C, Nguyen K. Interstitial Glucose Monitoring Sensors. *Biosensors (Basel)*. 2018 Jun; 8(2): 49.
32. Glandt M, Raz I. Analysis: Accuracy Performance of the Medtronic NexSensor for 6 Days in an Inpatient Setting Using Abdomen and Buttocks Insertion Sites. *J Diabetes Sci Technol*. 2011 Mar; 5(2): 365–367.
33. Selecting the best infusion set site. Διαθέσιμο στο: <https://www.medtronicdiabetes.com/customer-support/insertion-site-management/sensor-placement>
34. Dexcom G6 CGM System User Guide, Διαθέσιμο στο: <https://s3-us-west-2.amazonaws.com/dexcompdf/G6-CGM-Users-Guide.pdf>
35. Heinemann L, Stuhr A, Brown A, Freckmann G, Breton M, Russell S. Self-measurement of Blood Glucose and Continuous Glucose Monitoring – Is There Only One Future?. *Eur Endocrinol*. 2018 Sep; 14(2): 24–29.
36. Rossetti P, Bondia J, Vehí J,3 and Fanelli C. Estimating Plasma Glucose from Interstitial Glucose: The Issue of Calibration Algorithms in Commercial Continuous Glucose Monitoring Devices. *Sensors (Basel)*. 2010; 10(12): 10936–10952.
37. Forlenza G, Argento N, Laffel L. Practical Considerations on the Use of Continuous Glucose Monitoring in Pediatrics and Older Adults and Nonadjunctive Use. *Diabetes Technol Ther*. 2017 Jun 1; 19(Suppl 3): S-13–S-20.
38. Basu A, Slama M, Nicholson W, Langman L, Peyser T, Carter R, Basu R. Continuous Glucose Monitor Interference With Commonly Prescribed Medications: A Pilot Study. *J Diabetes Sci Technol*. 2017 Sep; 11(5): 936–941.
39. Pettus J, Edelman S. Recommendations for Using Real-Time Continuous Glucose Monitoring (rtCGM) Data for Insulin Adjustments in Type 1 Diabetes. *J Diabetes Sci Technol*. 2017 Jan; 11(1): 138–147.
40. Castle J, Jacobs P. Nonadjunctive Use of Continuous Glucose Monitoring for Diabetes Treatment Decisions. *J Diabetes Sci Technol*. 2016 Sep; 10(5): 1169–1173.
41. Cheng Chen, Xue-Ling Zhao, Zhan-Hong Li, Zhi-Gang Zhu, Shao-Hong Qian, Andrew J. Flewitt. Giovanni Sparacino, Academic Editor. Current and Emerging Technology for Continuous Glucose Monitoring. *Sensors (Basel)*. 2017 Jan; 17(1): 182.
42. Junko Sato, Takahisa Hirose, Hirotaka Watada. Continuous glucose monitoring system: Is it really accurate, safe and clinically useful?. *J Diabetes Investig*. 2012 Jun 6; 3(3): 225–230.
43. Thomas F, Signal M, Chase G. Using Continuous Glucose Monitoring Data and Detrended Fluctuation Analysis to Determine Patient Condition. *J Diabetes Sci Technol*. 2015 Nov; 9(6): 1327–1335.
44. D, Silver K, Spanakis E. Inpatient Continuous Glucose Monitoring and Glycemic Outcomes. *J Diabetes Sci Technol*. 2017 Sep; 11(5): 1028–1035.
45. Berg AK, Olsen BS, Thyssen JP, Zachariae C, Simonsen AB, Pilgaard K, Svensson J. High frequencies of dermatological complications in children using insulin pumps or sensors. *Pediatr Diabetes*. 2018 Jun;19(4):733-740
46. Aragon D. Evaluation of Nursing Work Effort and Perceptions About Blood Glucose Testing in Tight Glycemic Control. *Am J Crit Care* July 2006 vol. 15 no. 4 370-377