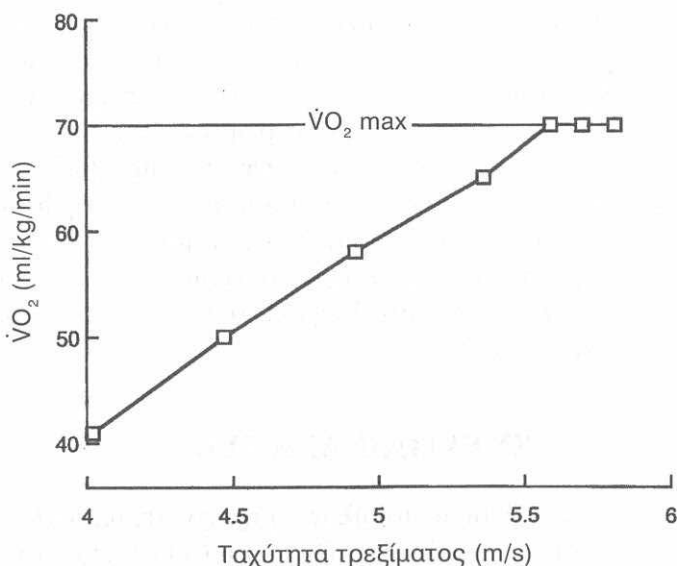


η γραμμική σχέση μεταξύ του αερόβιου μεταβολισμού και της έντασης της άσκησης ισχύει για τις περισσότερες μορφές φυσικής άσκησης. Η πρόσληψη του οξυγόνου συνεχίζει να αυξάνεται με την ένταση της άσκησης μέχρι να φθάσουμε στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ($\dot{V}O_2\text{max}$). Η άσκηση μπορεί να συνεχιστεί σε μεγαλύτερη ένταση για μικρό χρονικό διάστημα χωρίς περαιτέρω αύξηση της πρόσληψης οξυγόνου (Εικόνα 1.1).

Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου συνήθως προσδιορίζεται κατά την άσκηση σε διάδρομο ή σε ποδήλατο εργόμετρο. Η ένταση της άσκησης αυξάνεται σταδιακά, είτε με σύντομα διαστήματα μεταξύ κάθε σταδίου ή συνεχώς μέχρις ότου ο ασκούμενος να αισθανθεί κούραση. Πρόκειται για μεθόδους που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να υπολογιστεί η $\dot{V}O_2\text{max}$ και δεν χρειάζονται πολύπλοκο και δαπανηρό εργαστηριακό εξοπλισμό. Μία τέτοια μέθοδος είναι μια δοκιμασία τρεξίματος πολλαπλών σταδίων που απαιτεί κασετόφωνο και χώρο 20 μέτρων για να γίνει³. Πρόκειται για μια δοκιμασία που μπορεί να κάνουν αγύμναστα και γυμνασμένα άτομα, καθώς χρειάζεται ελάχιστες ικανότητες για να γίνει και να αξιολογηθεί.



Εικόνα 1.1 Σχηματική απεικόνιση (βάσει πραγματικών δεδομένων) της σχέσης μεταξύ κόστους σε οξυγόνο τρεξίματος σε επίπεδο διάδρομο και με ταχύτητα τρεξίματος (m/s) κατά την αξιολόγηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ενός αθλητή $\dot{V}O_2\text{max}$.

Το μέγεθος της εξατομικευμένης μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ($\dot{V}O_2\text{max}$) καθορίζεται από διάφορους παράγοντες, από τους οποίους οι πιο σημαντικοί είναι η ηλικία, το φύλο, το ύψος, το βάρος, το σύνηθες επίπεδο σωματικής άσκησης και κληρονομικοί παράγοντες⁴. Ο γενετικός παράγοντας εμφανίζει τη σημαντικότερη επίδραση στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου που μπορεί ένα άτομο να δαπανήσει κατά τη διάρκεια της άσκησης, καθώς συμβάλει μέχρι και στο 90% της $\dot{V}O_2\text{max}$ ενός ατόμου⁵. Όμως, τα περισσότερα άτομα, εκτός των αθλητών αντοχής, δεν πλησιάζουν σε καμία περίπτωση το γενετικό τους όριο για $\dot{V}O_2\text{max}$. Ο βαθμός της σωματικής άσκησης καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από το μέγεθος της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου κάθε ατόμου. Αυτή η σχέση ισχύει σίγουρα για τους αθλητές που συναγωνίζονται σε δρόμους μεγάλων αποστάσεων^{6,7}. Οι καλύτεροι αθλητές αντοχής μπορούν να αυξήσουν την πρόσληψη οξυγόνου τους από τις τιμές εν ηρεμία περίπου 0.25 l/min σε μέγιστη τιμή 5.0 l/min κατά τη διάρκεια της μέγιστης άσκησης που διαρκεί 2-3 λεπτά.

Τα βασικά στοιχεία στο σύστημα μεταφοράς οξυγόνου περιγράφονται στην εξίσωση Fick (βλέπε Πίνακα 1.1). Οι τιμές εν ηρεμία της καρδιακής παροχής, της διαφοράς αρτηριοφλεβικού οξυγόνου και της πρόσληψης οξυγόνου είναι παρόμοιες στα άτομα που κάνουν καθιστική ζωή και σε όσους προπονούνται. Όμως, οι καλά γυμνασμένοι αθλητές έχουν μέγιστη καρδιακή απόδοση πάνω από 30 l/min⁸ που τους επιτρέπει να αυξάνουν την κατανάλωση οξυγόνου στο 20πλάσιο πάνω από τις τιμές σε ανάπαυση, ενώ τα δραστήρια, αλλά όχι καλά γυμνασμένα άτομα μπορούν να επιτύχουν αύξηση στις τιμές της πρόσληψης οξυγόνου στο 12πλάσιο κατά τη διάρκεια της πιο έντονης άσκησης.

Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ποικίλει με την ηλικία και φθάνει

Πίνακας 1.1. Εξίσωση Fick

Εξίσωση Fick

$\dot{V}O_2 =$ Καρδιακός ρυθμός x όγκος παλμού x διαφορά αρτηριοφλεβικού οξυγόνου

Ανάπαυση

$$0.25 \text{ l/min } (\dot{V}O_2) = 5.0 \text{ l/min } (Q) \times 50 \text{ ml/l } (A-v O_2)$$

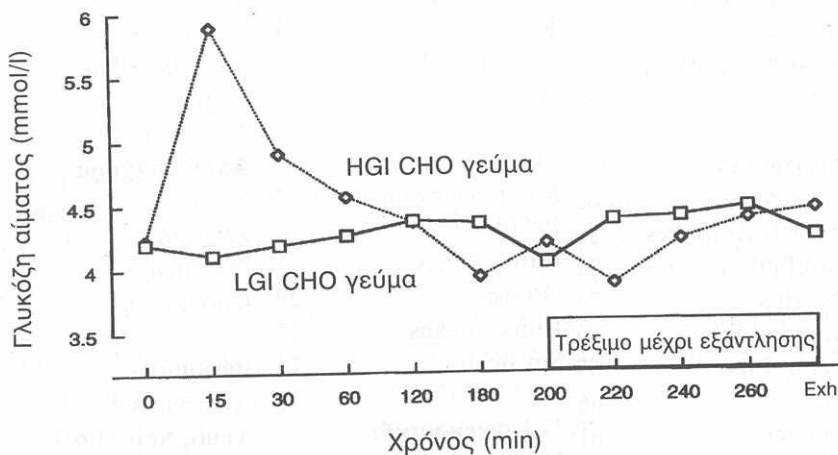
Μέγιστη άσκηση

Αθλητές 5.0 l/min ($\dot{V}O_2\text{max}$) = 30 l/min⁻¹ (Q(max)) x 166 ml/l⁻¹ (A-v O₂)

Ενεργή 3.0 l/min⁻¹ ($\dot{V}O_2\text{max}$) = 22 l/min⁻¹ (Q(max)) x 136 ml/l⁻¹ (A-v O₂)

Υπάρχουν αντικρουόμενες ενδείξεις σχετικά με το αν η λήψη τροφών υψηλού ή χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη επιδρά στην ικανότητα ανοχής.

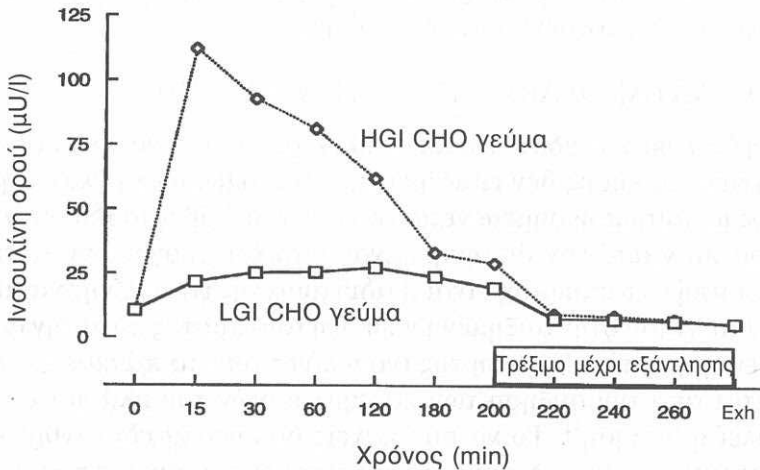
Οι Εικόνες 1.4 και 1.5 δείχνουν τις μεταβολικές ανταποκρίσεις σε ισοθερμικά γεύματα 850 θερμίδων που περιείχαν είτε πατάτες, ως γεύματα υψηλού γλυκαιμικού δείκτη, ή φακές, ως γεύματα χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη, 3 ώρες πριν από την άσκηση στο διάδρομο. Αν και υπήρχαν διαφορές στις μεταβολικές ανταποκρίσεις στο πρώτο μέρος της άσκησης, δεν υπήρχαν διαφορές στους χρόνους τρεξίματος μέχρις εξάντλησης⁷⁸. Παρόλ' αυτά, γεύμα με υδατάνθρακες χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη πριν από την άσκηση μπορεί να εξασφαλίσει σημαντικά πλεονεκτήματα στους αθλητές και τις αθλήτριες που έχουν διαβήτη, επειδή αυτές οι τροφές οδηγούν σε πολύ μικρές αλλαγές στην κυκλοφορούσα γλυκόζη και στην ινσουλίνη τις τελευταίες ώρες πριν από την άσκηση.



Εικόνα 1.4 Συγκεντρώσεις γλυκόζης στο αίμα (mmol/l) πριν και μετά από γεύμα με υδατάνθρακες υψηλού γλυκαιμικού δείκτη (HGI) και χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη (LGI) κατά τη διάρκεια τρεξίματος σε διάδρομο μέχρις εξάντλησης (αναδημοσίευση κατόπιν αδειάς από βιβλιογραφία 78).

ΡΟΦΗΜΑΤΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

Η κατανάλωση ροφημάτων πριν από την άσκηση βοηθά στην καθυστέρηση σοβαρής αφυδάτωσης, αλλά ο τύπος των υγρών που θα καταναλωθούν πρέπει να επιλέγεται προσεκτικά. Το νερό αδειάζει από το στομάχι γρήγορα αλλά διασχίζει τα τοιχώματα του λεπτού εντέρου με αργό μόνο ρυθμό. Η προσθήκη νατριούχων αλάτων στο νερό επιταχύνει τη μεταφορά νερού στη συστηματική κυκλοφορία λόγω της ενεργούς μεταφοράς νατρίου. Η προσθήκη κάποιας ποσότητας γλυκόζης βελτιώνει επίσης την απορρόφηση του υγρού, αλλά αν το διάλυμα γλυκόζης είναι πολύ συμπυκνωμένο τότε καθυστερεί η γαστρική κένωση⁵¹. Διαλύματα υδατανθράκων-ηλεκτρολυτών που κυκλοφορούν στην αγορά (ροφήματα για αθλητές) με συγκέντρωση 5-8% υδατανθράκων φαίνεται να είναι τα πιο αποτελεσματικά στην παροχή τόσο υγρών, όσο και ενέργειας. Ο ρυθμός γαστρικής κένωσης ενός διαλύματος επηρεάζεται επίσης από τον όγκο του λαμβανόμενου υγρού. Με όλες τις άλλες παραμέτρους παρόμοιες, ο μεγάλος



Εικόνα 1.5 Συγκεντρώσεις ινσουλίνης (μU/l) πριν και μετά από γεύμα με υδατάνθρακες υψηλού γλυκαιμικού δείκτη (HGI) και χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη (LGI) κατά τη διάρκεια τρεξίματος σε διάδρομο μέχρι εξάντλησης (Μη δημοσιευμένα στοιχεία των Wee και συν. που παρατίθενται κατόπιν αδειάς).

για 80-85% της οξειδωτικής ενέργειας, ενώ τα υπόλοιπα προέρχονται από γλυκόζη με μικρή συμβολή από αμινοξέα αλυσίδας διακλάδωσης¹⁰.

ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

Κατά τη διάρκεια της άσκησης μέτριας έντασης, η ινσουλίνη και η γλυκαγόνη είναι οι βασικοί ρυθμιστές της παραγωγής ηπατικής γλυκόζης. Απαιτούνται χαμηλά επίπεδα ινσουλίνης στο πλάσμα για να επέλθει ηπατική γλυκογονόλυση και νεογλυκογένεση¹¹. Η αναλογία γλυκαγόνης/ινσουλίνης συνδέεται καλύτερα με παραγωγή ηπατικής γλυκόζης απ' ό,τι τα επίπεδα ινσουλίνης ή γλυκαγόνης μόνο¹². Φαίνεται ότι η μείωση των επιπέδων ινσουλίνης ενισχύει την ηπατική ευαισθησία στη δράση της γλυκαγόνης. Χωρίς την παρουσία γλυκαγόνης όμως, η μείωση της συγκέντρωσης ινσουλίνης μόνο δεν διεγείρει την ηπατική γλυκογονόλυση¹³.

Η αδρεναλίνη διεγείρει την ηπατική παραγωγή γλυκόζης κατά την έντονη προσπάθεια μεγάλης διάρκειας διευκολύνοντας την κινητοποίηση των προδρόμων σταδίων της νεογλυκογένεσης. Οι κατεχολαμίνες ευθύνονται επίσης για την υπερβολική παραγωγή γλυκόζης κατά τη διάρκεια έντονης άσκησης σύντομης διάρκειας^{14,15}.

Η λιπόλυση διεγείρεται από αυξημένα επίπεδα κατεχολαμινών που καταστέλλουν επίσης την έκκριση ινσουλίνης. Η αυξημένη α-αδρενεργική διέγερση από τη νοραδρεναλίνη που απελευθερώνεται από τα συμπαθητικά νεύρα φαίνεται να είναι το καταλληλότερο ερέθισμα στη λιπόλυση¹⁶, μαζί με την αυξημένη ευαισθησία των λιποκυττάρων στις κατεχολαμίνες¹⁷.

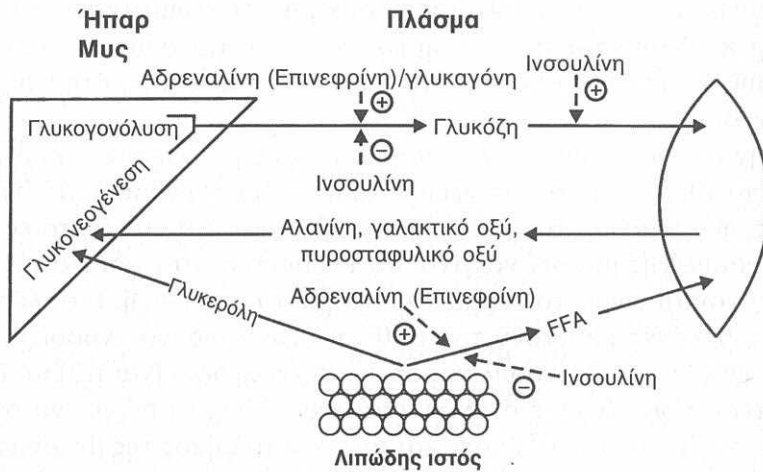
ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΟΥ ΔΙΑΒΗΤΗ ΣΤΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗ ΣΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

Τα προβλήματα που συνδέονται με τον έλεγχο της γλυκόζης του αίματος στα σωματικά δραστήρια άτομα που λαμβάνουν ινσουλίνη μπορούν να εξηγηθούν από την έλλειψη ισορροπίας μεταξύ του επιπέδου ινσουλίνης στο πλάσμα και της διαθέσιμης γλυκόζης στο πλάσμα. Πολύ συχνά η ινσουλίνη στο πλάσμα, που προέρχεται από ενιόμενη ινσουλίνη, είναι πολύ υψηλή κατά τη διάρκεια της άσκησης, σε σύγκριση με το επίπεδο της ινσουλίνης ενός μη-διαβητικού ατόμου

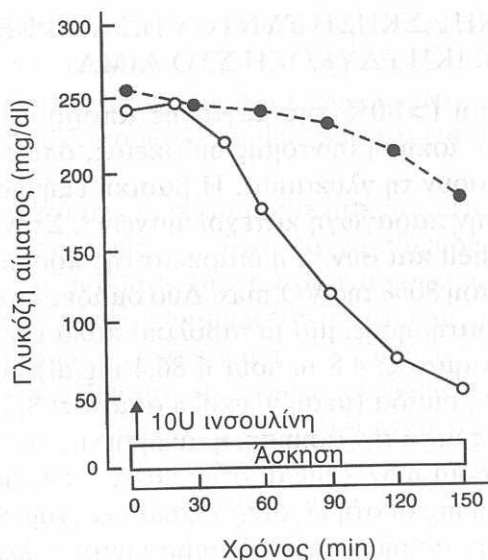
στην ίδια κατάσταση. Παράλληλα, η προμήθεια υδατανθράκων είναι συχνά πολύ χαμηλή, επειδή η ηπατική γλυκογονόλυση εμποδίζεται από τα υψηλά επίπεδα ινσουλίνης (Εικόνα 2.2).

ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΙΝΣΟΥΛΙΝΗΣ

Η σημασία της αλλαγής του σημείου της ένεσης όταν κανείς ασχολείται με αθλήματα ή είναι σωματικά δραστήριος αποτελεί θέμα συζήτησης εδώ και πολύ καιρό. Διάφοροι παράγοντες επιταχύνουν το ρυθμό της απορρόφησης της ινσουλίνης, συμπεριλαμβανομένης της αυξημένης ροής του αίματος στο σημείο της ένεσης λόγω άσκησης ή αυξημένης θερμοκρασίας περιβάλλοντος^{19,20} και τοπικών μαλάξεων²¹. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία ανάμεσα στα άτομα σε ό,τι αφορά το ρυθμό απορρόφησης της ινσουλίνης (μέχρι 15% διαφορά για το ίδιο σημείο από ημέρα σε ημέρα²²) και έχει αποδειχτεί ότι η απορρόφηση της ινσουλίνης από σημεία στην κοιλιά είναι πολύ ταχύτερη από ό,τι από σημεία του μηρού. Στη δεκαετία του 1970, πειραματικά δεδομένα²³ έδειξαν ότι η μυϊκή δραστηριότητα επιταχύνει την απορρόφηση



Εικόνα 2.2 Βασικές διακυμάνσεις ενέργειας κατά την άσκηση και η ρύθμισή τους στην ομοιόσταση της γλυκόζης του αίματος. Στο μη-διαβητικό άτομο που ασκείται, τα επίπεδα της ινσουλίνης στο πλάσμα μειώνονται, ενώ τα επίπεδα αδρεναλίνης και γλυκαγόνης αυξάνονται. (Από τη βιβλιογραφία αρ. 18 με άδεια των εργαστηρίων Lilly Research Laboratories).



Εικόνα 2.3 Επίδραση της υποδοριώς ενιόμενης ινσουλίνης εν ηρεμία (●) και μετά από μυϊκή άσκηση (○)²⁶

στάθμισης της αυξημένης δαπάνης ενέργειας με πρόσθετους υδατάνθρακες συχνά αμελείται, ξεχνιέται ή υποτιμάται. Αυτές είναι οι κύριες αιτίες της υπογλυκαιμίας που μπορεί να προλαμβάνεται³¹.

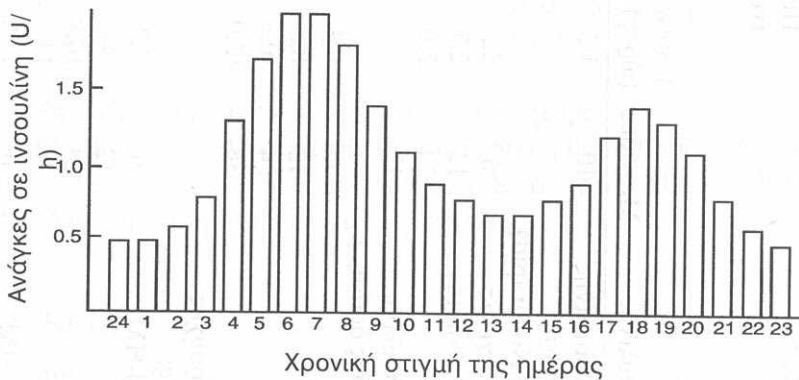
Τα λάθη αυτά γίνονται πολύ σοβαρά όταν, λόγω υπερβολικής κυκλοφορούσας ινσουλίνης, τα αποθέματα σε ηπατικό γλυκογόνο δεν μπορούν να κινητοποιηθούν και δεν σημειώνεται νεογλυκογένεση (βλέπε Εικόνα 2.2).

Η σωστή προετοιμασία για την άσκηση εμπεριέχει λεπτομερή αξιολόγηση όλων των χαρακτηριστικών αυτής της προσπάθειας: διάρκεια, ένταση, χρόνος από το τελευταίο γεύμα, χρονική στιγμή της ημέρας και δραστηριότητα ινσουλίνης (επίπεδα ινσουλίνης στο αίμα) κατά τη διάρκεια της άσκησης. Η συχνή μέτρηση της γλυκόζης του αίματος είναι χρήσιμη στις πρώτες προσπάθειες οποιασδήποτε νέας δραστηριότητας.

- Αφήνοντας ένα σύντομο διάστημα 2 ωρών μεταξύ του τελευταίου γεύματος/ένεσης ινσουλίνης και της άσκησης μάς παρέχει κάποια προστασία από την υπογλυκαιμία, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιού-

με τις συνήθεις ινσουλίνες. Αυτό δεν ισχύει πλέον σε ό,τι αφορά το ανάλογο ινσουλίνης ταχείας δράσης (Humalog) που έχει ως αποτέλεσμα υψηλότερα επίπεδα ινσουλίνης εντός 2 ωρών από την ένεση³² (βλέπε Κεφάλαιο 6).

- Η χρονική στιγμή της ημέρας είναι σημαντική, όχι μόνον επειδή τα επίπεδα της ινσουλίνης παρουσιάζουν διακυμάνσεις στη διάρκεια της ημέρας, αλλά και επειδή οι ανάγκες του σώματος σε ινσουλίνη είναι χαμηλές σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές της ημέρας (Εικόνα 2.4).
- Ο υπολογισμός του χρόνου όπου τα επίπεδα της ινσουλίνης είναι υψηλά για κάθε τύπο ένεσης ινσουλίνης είναι μία από τις σημαντικότερες ενέργειες του μελλοντικά ασκούμενου ατόμου³⁴. Ο Πίνακας 2.1 δείχνει τη διάρκεια δράσης ινσουλινών μετά από υποδόριο χορήγηση για διαφορετικά σκευάσματα ινσουλίνης και δόσεις. Η άσκηση σε αυτές τις περιόδους χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή λόγω του αυξημένου κινδύνου υπογλυκαιμίας. Όταν η άσκηση γίνεται κατά τη διάρκεια της μέγιστης δραστηριότητας της ινσουλίνης, η δόση της ινσουλίνης ταχείας δράσης μπορεί να χρειασθεί πιο δραστική μείωση, με πρόσθετους υδατάνθρακες σε σύγκριση με την άσκηση όταν η ινσουλίνη είναι χαμηλή.

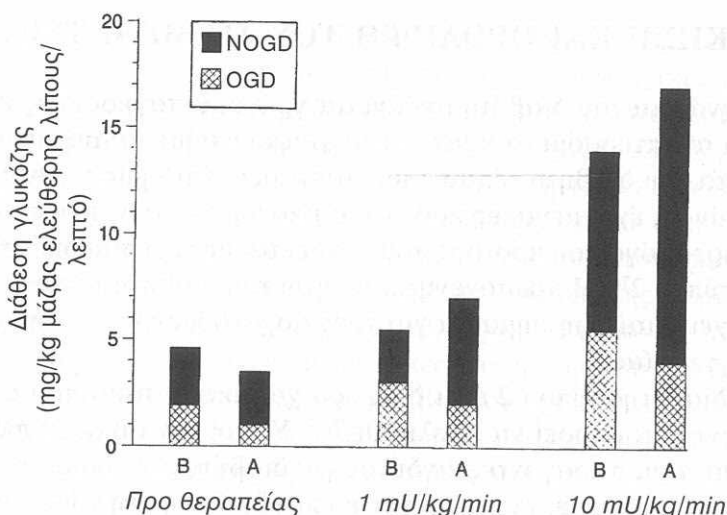


Εικόνα 2.4 Διακυμάνσεις των αναγκών σε ινσουλίνη ανά ώρα σε διάστημα 24 ωρών, ανεξαρτήτως γευμάτων σε 198 άτομα με διαβήτη τύπου 1 που θεραπεύθηκαν με θεραπεία αντλίας συνεχούς υποδόριας έγχυσης ινσουλίνης³³.

ραν των αλλαγών στη διατροφή τους χρησιμοποίησαν κυρίως τη μη οξειδωτική (σύνθεση γλυκογόνου) οδό για τη διάθεση της γλυκόζης, ενώ εκείνοι που ακολούθησαν μόνο ειδική διατροφή χρησιμοποίησαν οξειδωτικές οδούς (οξείδωση γλυκόζης). Αυτές οι παρατηρήσεις αποτελούν την παθοφυσιολογική βάση για μία πρόσθετη επίδραση της διατροφής και της άσκησης στην ευαισθησία στην ινσουλίνη. Οι Devlin και συν. παρουσίασαν παρόμοια αποτελέσματα στα άτομα με διαβήτη τύπου 2 (δηλ. επίδραση της άσκησης στη διάθεση της μη οξειδωτικής γλυκόζης)⁶⁴. Μετά από άσκηση των ατόμων με διαβήτη τύπου 2, η ευαισθησία τόσο στην περιφερική, όσο και στην ηπατική ινσουλίνη βελτιώθηκε (Εικόνα 3.4). Βρήκαν επίσης χαμηλότερη παραγωγή βασικής ηπατικής γλυκόζης μετά την άσκηση, που συνοδεύτηκε από χαμηλότερη γλυκόζη στο πλάσμα μετά από νηστεία το πρωί μετά την άσκηση⁶⁵.

Ακόμα δεν υπάρχει απόλυτη συμφωνία σχετικά με την ένταση και τη διάρκεια της άσκησης που απαιτείται για να βελτιωθεί η ευαισθησία στην ινσουλίνη. Οι περισσότερες μελέτες προτείνουν ένταση άσκησης τουλάχιστον 40-50% $\dot{V}O_2\text{max}$ (που θεωρείται μέτριας έντασης)⁶⁹. Η άσκηση τέτοιας έντασης συνδέεται με κάποια εξάντληση του γλυκογόνου που μπορεί να είναι απαραίτητη για την ενίσχυση της διάθεσης της γλυκόζης μετά από άσκηση⁶⁵. Οι υποκείμενοι κυτταρικοί μηχανισμοί με τους οποίους σημειώνονται θετικές επιδράσεις δεν έχουν αποσαφηνισθεί πλήρως. Μελέτες απέδειξαν ότι η άσκηση βελτιώνει τον αριθμό των υποδοχέων ινσουλίνης⁷⁰, όπως και τα επίπεδα των μεταφορέων γλυκόζης στους ιστούς (GLUT 4), διευκολύνοντας τη μεταφορά γλυκόζης στα κύτταρα και τη διάθεσή της μέσω ευαίσθητων στην ινσουλίνη οδών⁷¹.

Η βελτίωση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη μετά από άσκηση έχει αποδειχτεί ότι διαρκεί μέχρι και για 60 ώρες και ομαλοποιείται τελείως στα επίπεδα προ άσκησης στις 3-5 ημέρες⁷². Επανειλημμένες ασκήσεις μέτριας έντασης μπορούν όμως, να εξασφαλίσουν τους μηχανισμούς προσαρμογής που συνδέονται με μακροπρόθεσμη αύξηση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη^{73,74}. Από πρακτικής άποψης, φαίνεται πιθανόν η μέτρια μείωση στα επίπεδα της γλυκόζης στο αίμα μετά από επανειλημμένες ασκήσεις κατά διαστήματα όχι περισσότερων των 48-60 ωρών να συνδέεται με μακροχρόνιες αλλαγές στο γλυκαιμικό έλεγχο.



Εικόνα 3.4 Μελέτες υπερινσουλαιμικής και ευγλυκαιμικής τεχνικής καθήλωσης της γλυκόζης για την επίδραση της άσκησης στη διάθεση οξειδωτικής (OGD, ▨) και μη οξειδωτικής γλυκόζης (NOGD, ■) προ θεραπείας και κατά τη διάρκεια χορήγησης χαμηλής (1 mU/kg/min) και υψηλής δόσης (10 mU/kg/min) σε άτομα με διαβήτη τύπου 2, B = πριν από την άσκηση, A = μετά από την άσκηση. (Ανατύπωση κατόπιν αδειάς από τη βιβλιογραφία 66).

Για να συνοψίσουμε, η τακτική σωματική άσκηση στα άτομα με διαβήτη τύπου 2 συνδέεται με βελτιωμένο βραχυπρόθεσμο και μάλλον μακροχρόνιο γλυκαιμικό έλεγχο. Επιπλέον, υπάρχουν θετικές αλλαγές στους συνδεόμενους παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου, όπως είναι η αρτηριακή πίεση, η δυσλιπιδαιμία και οι ανωμαλίες της θρόμβωσης και της πήξης. Αυτές οι αλλαγές φαίνεται να συνδέονται στενά με θετικές αλλαγές στην ευαισθησία στην ινσουλίνη και είναι πιο εμφανείς τη στιγμή της διάγνωσης και στην αρχή της πορείας της νόσου. Επιπλέον, η τακτική σωματική άσκηση όταν συνδυάζεται με διατροφικές αλλαγές οδηγεί σε σταθερότερη απώλεια βάρους και μπορεί να βοηθήσει στη μακροπρόθεσμη συντήρηση του βάρους.

υπογλυκαιμία, ενώ πρέπει να αναφερθούμε ιδιαίτερα στα οφέλη από την καλή σωματική κατάσταση και την κοινωνικότητα. Οι θετικές απόψεις γύρω από την άσκηση μπορούν να γίνουν απόλυτα κατανοητές στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων εκτός ιατρείου. Το παράδειγμα διάσημων αθλητών, όπως ο Danny McGrain (παίκτης της Glasgow Celtic και της Εθνικής Σκωτίας) και ο Gary Mabbut (παίκτης της Tottenham Hotspur και της Εθνικής Αγγλίας), που έγιναν ιδιαίτερα επιτυχημένοι σε δημοφιλή αθλήματα παρά το βεβαιωμένο μειονέκτημα του ινσουλινοεξαρτώμενου διαβήτη, βοηθά συχνά στο να αποδεξούμε ότι οι διαβητικοί μπορούν και πρέπει να συμμετέχουν σε αθλήματα και προγράμματα γυμναστικής.

Πολλοί νεαροί δεν έχουν πεισθεί για τα οφέλη ή την ασφάλεια της άσκησης όταν τους τα αναλύει κανείς μέσα στο ελαφρά απαγορευτικό περιβάλλον ενός ιατρείου. Αντίθετα αισθάνονται πιο “άνετα” σε συνθήκες όπου και άλλοι συνομήλικοί τους έχουν διαβήτη και καταλαβαίνουν τι είναι η κρίση υπογλυκαιμίας και πώς να την αντιμετωπίσει κανείς. Έτσι οι εκδηλώσεις εκτός ιατρείου θεωρούνται ένα ασφαλές περιβάλλον όπου μπορεί ένα νεαρό διαβητικό άτομο να αρχίσει ή να επανέλθει στην άσκηση. Η παρουσία ιατρικού προσωπικού βοηθά στην απόκτηση αυτοπεποίθησης ώστε να δοκιμάσει κανείς νέες ή απαιτητικές δραστηριότητες, αλλά η γνώση ότι τα άτομα αυτά μοιράζονται την εμπειρία του διαβήτη και με άλλους ίσως είναι ο ισχυρότερος παράγοντας στη δημιουργία ενός ασφαλούς περιβάλλοντος. Από αυτή την άποψη, η ύπαρξη κατασκηνώσεων για διαβητικούς είναι ένα ανεκτίμητο βοήθημα στην παραδοσιακή περίθαλψη των διαβητικών σε ειδική κλινική και ιδιαίτερα στην τόνωση της πεποίθησης ότι η τακτική άσκηση είναι σημαντική για το μεταβολικό έλεγχο, την καλή φυσική κατάσταση και τη γενικότερη ευεξία. Η Βρετανική Διαβητολογική Εταιρεία χρηματοδοτεί κατασκηνώσεις για νεαρούς διαβητικούς ενήλικους από το 1936, ενώ περισσότερα από 100.000 παιδιά και νεαροί ενήλικους έχουν μέχρι σήμερα συμμετάσχει σε τέτοιες κατασκηνώσεις.

Ενώ βασικός στόχος των κατασκηνώσεων για τους διαβητικούς είναι απλά να προσφέρουν ευχάριστες διακοπές, η ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων⁹ και η ικανότητα επίτευξης ανεξάρτητου ελέγχου του διαβήτη θεωρούνται επίσης σημαντικά. Καθώς σχεδόν όλες οι κατασκηνώσεις περιέχουν κάποιο στοιχείο άθλησης, οι γνώσεις και η πρακτική εμπειρία της προσαρμογής της διατροφής και της ινσου-

λίνης για να ανταποκριθεί ο αθλούμενος στην άσκηση είναι δεξιότητες που αναπτύσσονται με φυσικό τρόπο, καθώς προχωρά η παραμονή στην κατασκήνωση. Η εμπειρία των νεαρών ατόμων που συμμετέχουν σε κατασκηνώσεις είναι σχεδόν πάντα θετική¹⁰, ενώ και οι γονείς των νεαρών εκφράζουν τον ενθουσιασμό τους για το θετικό πνεύμα που κυριαρχεί εκεί¹¹. Ορισμένες ειδικές κατασκηνώσεις έχουν επίσημα προγράμματα άθλησης¹² ή λεπτομερώς οριοθετημένους στόχους¹³, αλλά πιο απλά προσφέρουν την ευκαιρία στους νεαρούς διαβητικούς να απολαμβάνουν με ασφάλεια διάφορα αθλήματα.

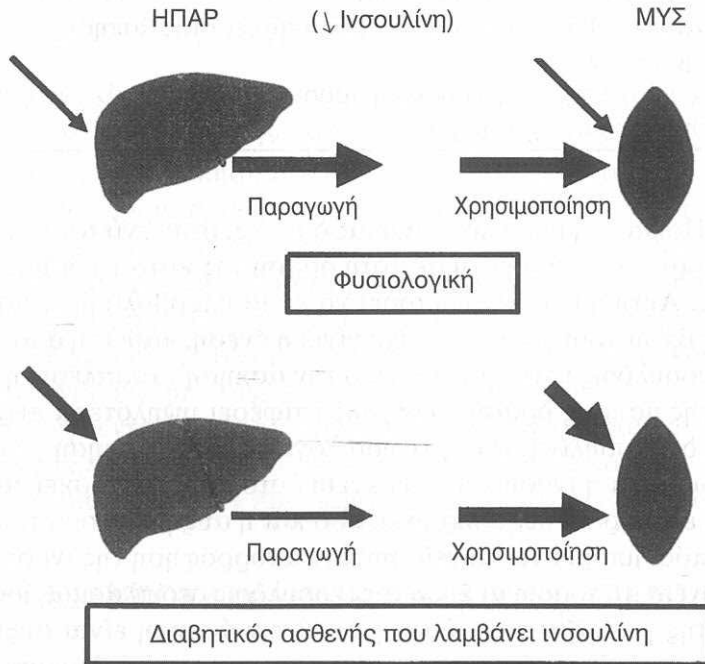
Η ΚΑΤΑΣΚΗΝΩΣΗ FIRBUSH

Η κατασκήνωση Firbush Point Field Centre στη Loch Tay της Σκωτίας διοικείται από το Τμήμα Φυσικής Αγωγής του Πανεπιστημίου του Εδιμβούργου. Από το 1983 φιλοξενεί κάθε χρόνο τις αθλητικές διακοπές νεαρών ενηλίκων ηλικίας 16 ως 22 χρόνων. Το Πρόγραμμα Firbush έχει και αυτό τον παραδοσιακό στόχο των κατασκηνώσεων για διαβητικούς, δηλ. να προσφέρει ένα ευχάριστο και ασφαλές περιβάλλον όπου νέοι άνθρωποι με διαβήτη μπορούν να συμμετέχουν σε δραστηριότητες, κοινωνικές επαφές με άλλους διαβητικούς και σε εκπαιδευτικά προγράμματα για να μάθουν για το διαβήτη και την αντιμετώπισή του. Το πρόγραμμα στοχεύει επίσης στη στενότερη επαφή μεταξύ των νεαρών ενηλίκων, προκειμένου αυτοί που έχουν αυτοπεποίθηση και είναι ανεξάρτητοι να βοηθούν και να ενθαρρύνουν όσους έχουν περισσότερες δυσκολίες στην αντιμετώπιση του διαβήτη τους¹⁴. Οι νεαροί διαβητικοί προέρχονται από διάφορες περιοχές του Ηνωμένου Βασιλείου, ορισμένοι έχουν διαβάσει σχετικές διαφημίσεις που εμφανίζονται στο περιοδικό της Βρετανικής Διαβητολογικής Εταιρείας, το *Balance*, ενώ άλλους τους παραπέμπουν κλινικοί γιατροί ή εξειδικευμένες νοσηλεύτριες. Οι δραστηριότητες με τις οποίες μπορούν να ασχοληθούν είναι η πεζοπορία, το καγιάκ, η ιστιοσανίδα, η ιστιοπλοΐα και η ποδηλασία σε βουνό. Ειδικά εκπαιδευμένοι δάσκαλοι διδάσκουν την τεχνική που απαιτείται για τις δραστηριότητες, ενώ μία ομάδα που αποτελείται από γιατρούς και εξειδικευμένες νοσηλεύτριες είναι παρούσα για να συμβουλευσει και να αντιμετωπίσει τα τυχόν προβλήματα, καθώς επίσης και για να οργανώνει εκπαιδευτικές ασκήσεις, όπως συζητήσεις σε μικρές ομάδες και σεμινάρια για μεγάλες ομάδες.

συνέπεια, η χρησιμοποίηση γλυκόζης υπερβαίνει την παραγωγή γλυκόζης και εκδηλώνεται υπογλυκαιμία (Εικόνα 6.1). Η υπερινσουλιναίμία προλαμβάνει επίσης, τη φυσιολογική αύξηση της κινητοποίησης των λιπιδίων κατά την άσκηση, με αποτέλεσμα να υπάρχει μειωμένη διαθεσιμότητα ελεύθερων λιπαρών οξέων που θα χρειασθούν ως ενέργεια.

ΙΝΣΟΥΛΙΝΗ LISPRO (HUMALOG)

Το νέο ανάλογο ινσουλίνης ταχείας δράσης, η ινσουλίνη lispro (Humalog), συντέθηκε αλλάζοντας τη σειρά της λυσίνης και της προλί-

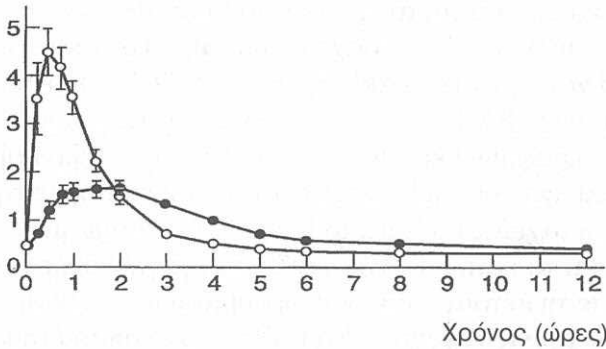


Εικόνα 6.1 Η σημασία της ινσουλίνης στη ρύθμιση της παραγωγής ηπατικής γλυκόζης και στη χρησιμοποίηση γλυκόζης από τους μυς. Η υπερινσουλιναίμία ενισχύει περαιτέρω την πρόσληψη γλυκόζης από τους μυς που διεγείρεται με την άσκηση και προλαμβάνει την ανάλογη αύξηση της παραγωγής ηπατικής γλυκόζης. Κατά συνέπεια εκδηλώνεται υπογλυκαιμία. (Τροποποίηση από τη βιβλιογραφία 3, κατόπιν αδείας).

νης στις θέσεις B28 και B29 στην αλυσίδα Β της ινσουλίνης. Έτσι το ανάλογο ινσουλίνης έχει πολύ μικρότερη τάση αυτοσύνδεσης απ' ό,τι η ανθρώπινη ινσουλίνη. Όταν η ινσουλίνη είναι σε φιαλίδιο ή φυσίγιο, είναι σε πολυμερή μορφή για να διατηρεί τη σταθερότητά της. Μετά από υποδόριο ένεση το πολυμερές χωρίζεται, πριν απορροφηθεί η ινσουλίνη από το τριχοειδές τοίχωμα στην κυκλοφορία. Τα πολυμερή του Humalog χωρίζονται πολύ πιο γρήγορα και η ινσουλίνη απορροφάται πολύ γρηγορότερα από την ανθρώπινη διαλυτή ινσουλίνη ταχείας δράσης. Η μέγιστη συγκέντρωση ινσουλίνης μετά την ένεση Humalog επέρχεται γρηγορότερα, είναι υψηλότερη και συντομότερης διάρκειας από αυτή που ακολουθεί την ένεση ανθρώπινης ταχείας δράσης ινσουλίνης (Εικόνα 6.2)⁷⁻⁹.

Η μέγιστη υπογλυκαιμική δραστηριότητα εμφανίζεται περίπου 1 ώρα μετά την ένεση ινσουλίνης lispro και έχει εξαφανισθεί τελείως 4 ώρες μετά την ένεση, ενώ η υπογλυκαιμική δραστηριότητα της ανθρώπινης ινσουλίνης διαρκεί 6-8 ώρες μετά την υποδόριο ένεση (Εικόνα 6.3).

Επίπεδα ινσουλίνης στον ορό
(ng/mL)



Εικόνα 6.2 Συγκεντρώσεις ινσουλίνης στον ορό μετά από υποδόριο ένεση Humalog (O) ή ανθρώπινης ταχείας δράσης ινσουλίνης (●). Υπάρχουν τρεις διαφορές στη φαρμακοκινητική μεταξύ των δύο ινσουλινών: ταχύτερη απορρόφηση, υψηλότερη μέγιστη τιμή και ταχύτερη εξαφάνιση από την κυκλοφορία μετά τη λήψη Humalog σε σύγκριση με τη λήψη ανθρώπινης ταχείας δράσης ινσουλίνης. Αυτές οι διαφορές οφείλονται σε μικρότερη τάση αυτοσύνδεσης των μορίων του Humalog στο σημείο της ένεσης. (Τροποποίηση από βιβλιογραφία 7, κατόπιν αδειάς).

το πρωί έκαναν την ένεση της συνήθους δόσης ($11.7(\pm 3.0)$ U ινσουλίνης Humulin NPH από την ίδια σύριγγα. Όλες οι ενέσεις εδίδοντο υποδοριώς στην κοιλιακή χώρα. Οι ασθενείς ελάμβαναν ένα τυπικό πρόγευμα (550 θερμίδες, 40 γραμμάρια υδατανθράκων) 30 λεπτά μετά την ένεση ινσουλίνης Humulin Regular και 5 λεπτά μετά την ένεση του αναλόγου. 120 λεπτά αργότερα ο ασθενής έτρωγε ένα πρόχειρο γεύμα (30 γραμμάρια υδατανθράκων). Η ώρα του προγεύματος θεωρείτο ως ώρα 0. Ο ασθενής έκανε την άσκηση σε ποδήλατο εργόμετρο (φορτίο ~80 W, καρδιακός ρυθμός ~130 σφύξεις/min, μέγιστη τιμή γαλακτικού οξέος στο αίμα 2.3 mmol/l, παρόμοια σε όλες τις μελέτες, είτε 40 min (πρώιμη άσκηση) είτε 180 min (όψιμη άσκηση) μετά το πρόγευμα. Οι δύο πρώτες μελέτες έγιναν όταν οι ασθενείς ελάμβαναν Humulin Regular και οι δύο τελευταίες όταν χρησιμοποίησαν ανάλογο ινσουλίνης. Το διάστημα μεταξύ της μελέτης πρώιμης άσκησης και της μελέτης όψιμης άσκησης με το ίδιο σκεύασμα ινσουλίνης ήταν μία εβδομάδα.

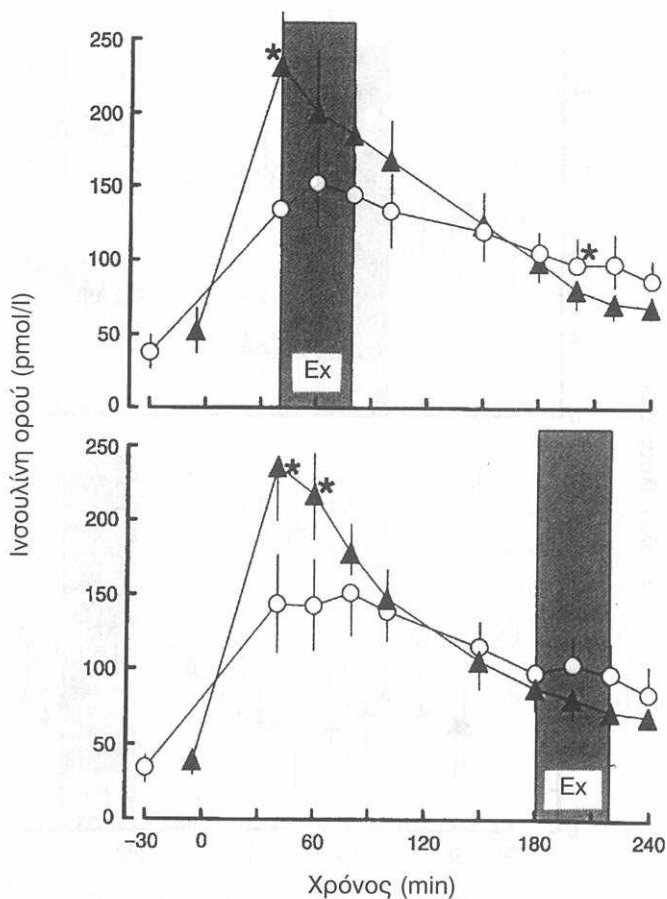
Η ινσουλίνη lispro μπόρεσε να προλάβει πλήρως την αύξηση της γλυκόζης στο πλάσμα μετά το πρόγευμα, γεγονός που παρατηρήθηκε με την ανθρωπίνη διαλυτή ινσουλίνη (Εικόνα 6.5).

Όταν γίνονταν ασκήσεις 40 λεπτά μετά το πρόγευμα, η πτώση της γλυκόζης του πλάσματος που επέφερε η άσκηση ήταν 2.2 φορές μεγαλύτερη ($P < 0.01$), ενώ κατά την όψιμη άσκηση η πτώση της γλυκόζης του πλάσματος ήταν 46% μικρότερη ($P < 0.05$) μετά τη λήψη του αναλόγου, σε σύγκριση με τη λήψη της Humulin Regular (Εικόνα 6.6).

Οι συγκεντρώσεις της ινσουλίνης στον ορό μετά από νηστεία ήταν παρόμοιες σε όλες τις μελέτες (Εικόνα 6.4). Μετά την ένεση ινσουλίνης lispro, οι συγκεντρώσεις της ινσουλίνης στον ορό έφθασαν στο μέγιστο σημείο τους νωρίτερα, σε επίπεδο κατά 56% υψηλότερο ($P < 0.05$) και μειώθηκαν γρηγορότερα απ' ό,τι μετά την ανθρωπίνη ινσουλίνη (Εικόνα 6.4).

Έτσι, όταν χρησιμοποιείτο το ανάλογο ινσουλίνης ταχείας δράσης, η υπερινσουλιναιμία ήταν μεγαλύτερη κατά την πρώιμη άσκηση και συνήθως μικρότερη κατά την όψιμη άσκηση. Η πτώση της γλυκόζης στο πλάσμα κατά την πρώιμη άσκηση συσχετιζόταν με τη συγκέντρωση της ανθρωπίνης ινσουλίνης στον ορό ή τη συγκέντρωση της ινσουλίνης lispro, όπως διαπιστώθηκε στην αρχή της άσκησης (Εικόνα 6.7).

Η πρώτη άσκηση έγινε κατά τη διάρκεια των μεγαλύτερων συγκεντρώσεων της ινσουλίνης. Χάρη στις υψηλότερες συγκεντρώσεις της ινσουλίνης, η ινσουλίνη lispro επέφερε μεγαλύτερη του διπλάσιου πτώση της γλυκόζης του αίματος, σε σύγκριση με τη θεραπεία με ανθρώπινη διαλυτή ινσουλίνη ταχείας δράσης. Η σημασία της ιν-



Εικόνα 6.4 Οι συγκεντρώσεις ινσουλίνης στον ορό κατά την πρώτη άσκηση (EX) είναι υψηλότερες μετά την ένεση της ινσουλίνης lispro (▲), σε σύγκριση με τη διαλυτή ανθρώπινη ινσουλίνη ταχείας δράσης (○), ενώ η κατάσταση είναι αντίστροφη κατά την όψιμη άσκηση. Η διαλυτή ινσουλίνη ενέθηκε 30 λεπτά και η lispro 5 λεπτά μετά το πρόγευμα, ενώ η άσκηση άρχισε 40 λεπτά (πρώιμη) ή 180 λεπτά (όψιμη) μετά το πρόγευμα. * $P < 0.05$. (Από τη βιβλιογραφία 15, κατόπιν αδείας).

μή του γηπέδου για την περίπτωση που χρειασθούν κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού. Η καθυστερημένη υπογλυκαιμία είναι συνήθως μεγαλύτερο πρόβλημα, ιδιαίτερα μετά από σκληρή, παρατεταμένη, νυκτερινή προπόνηση. Η προπόνηση είναι συχνά πιο εντατική από τον ίδιο τον αγώνα, όπου μπορεί να υπάρχουν περιόδοι ξεκούρασης. Καθώς η βραδινή προπόνηση συνήθως κλείνει με αλκοολούχα ποτά, ο συνδυασμός σκληρής άσκησης, αλκοόλ και καθυστερημένων ή γευμάτων που παραλείφθηκαν μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρή υπογλυκαιμία, ιδιαίτερα το βράδυ. Η υπογλυκαιμία μπορεί να αποφευχθεί εξασφαλίζοντας γεύμα πλούσιο σε σύμπλοκους υδατάνθρακες, κατά προτίμηση με βάση τα ζυμαρικά, μετά την προπόνηση και μέτρια κατανάλωση αλκοόλ.

TENIS

Αν και το τένις χαρακτηρίζεται από περιόδους έντονης προσπάθειας, οι μεταβολικές ανάγκες ακόμα και στον έντονο συναγωνισμό ταυτίζονται με αυτές της σταθερής άσκησης μέτριας έντασης³. Ο Πίνακας 7.1 τονίζει τη διαφορά μεταξύ μονού και διπλού αγώνα, όπου στον πρώτο η δαπάνη ενέργειας είναι ίση με 8 MET και στο δεύτερο με 6 MET.

Το τένις σπανίως προκαλεί σοβαρές διαταραχές στα άτομα με διαβήτη που θεραπεύεται με ινσουλίνη, αν και, όπως συμβαίνει και με άλλα σπορ, πρέπει να δίδεται προσοχή σε μεταβλητές, όπως ο χρόνος από το τελευταίο γεύμα και την ένεση ινσουλίνης, ο τύπος και η δόση της ινσουλίνης, η ποσότητα και το είδος του φαγητού, η διάρκεια και η ένταση ενός αγώνα και η ώρα της ημέρας.

Η υπογλυκαιμία που εμφανίζεται κατά τη διάρκεια ή μέχρι 4-6 ώρες μετά τον αγώνα είναι συχνό πρόβλημα και αποφεύγεται σχετικά εύκολα αν ο αθλητής υποβληθεί σε δοκιμασία μέτρησης της γλυκόζης του αίματος πριν από τον αγώνα και πάρει υδατάνθρακες που απορροφώνται εύκολα πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τον αγώνα. Είναι επίσης σκόπιμο να μειώνεται σε μέτριο βαθμό η δόση της ινσουλίνης, ιδιαίτερα στους αγώνες μεγάλης διάρκειας, βάσει των οδηγιών που δόθηκαν στο Κεφάλαιο 2.

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΘΕΤΟΥΝ ΤΑ ΑΘΛΗΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΕΙΑ

Γενικά, η φιλοσοφία μας είναι να ενθαρρύνουμε τη συμμετοχή σε όλα τα αθλήματα και τα είδη άσκησης, αλλά πρέπει κανείς να συνειδητοποιήσει ότι υπάρχουν περιορισμοί που θέτουν τα αθλητικά σωματεία και αφορούν τη συμμετοχή στα αθλήματα των ατόμων που λαμβάνουν ινσουλίνη.

ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ

Υπάρχει ένας μικρός αριθμός αθλημάτων στα οποία δεν μπορούν να συμμετέχουν οι διαβητικοί. Αυτά τα αθλήματα αναγράφονται στον Πίνακα 7.2.

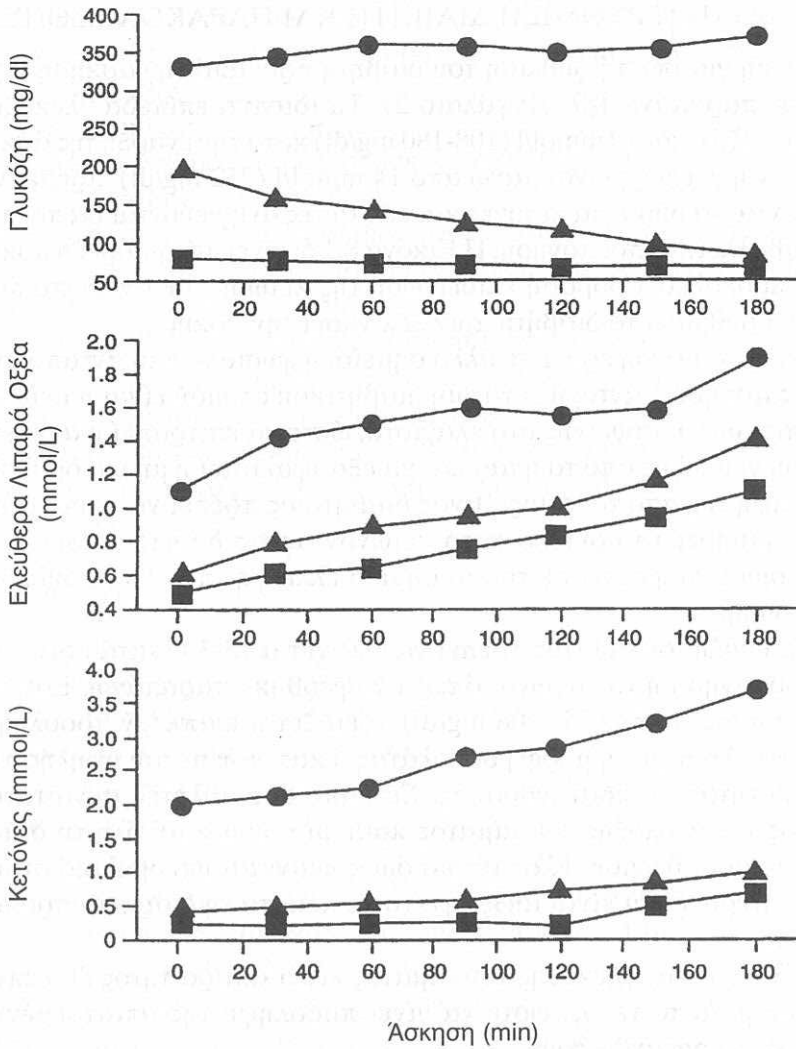
Πυγμαχία

Η Ερασιτεχνική Ένωση Πυγμαχίας δεν επιτρέπει σε διαβητικούς, είτε παίρνουν ινσουλίνη είτε από του στόματος υπογλυκαιμικούς παράγοντες ή ακολουθούν μόνο ειδική διατροφή, να πυγμαχούν. Όλοι όσοι υποβάλλουν αίτηση εγγραφής πρέπει να υποβληθούν σε κλινική εξέταση, πριν αρχίσουν την πυγμαχία και εάν διαγνωσθεί διαβήτης, ο αιτών αυτόματα αποκλείεται. Το προφανές πρόβλημα είναι η ικανότητα του ατόμου να υπερασπιστεί τον εαυτό του εάν πάθει υπο-

Πίνακας 7.2 Περιορισμοί που θέτουν τα αθλητικά σωματεία για τη συμμετοχή των διαβητικών που λαμβάνουν ινσουλίνη

Κάποιοι περιορισμοί	Πλήρης αποκλεισμός από τη συμμετοχή
Αγώνες με αερόστατο	Αγωνιστικό έλληθρο
Ανεμοπλάνο	Πυγμαχία
Αγώνες μοτοσικλετών	Πιλοτάρισμα αεροπλάνου
Αγώνες με αλεξίπτωτο	Αγώνες ιππασίας*
Αγώνες ταχύπλων σκαφών	Αγώνες αυτοκινήτου
Κωπηλασία	Παραπέντε
Υποβρύχια κολύμβηση	

* Υπό εξέταση



Εικόνα 8.1 Επίδραση της παρατεταμένης άσκησης στη γλυκόζη του αίματος, στις κετόνες του πλάσματος (ακετοξικό οξύ και β-υδροξυβουτυρικό) και στα ελεύθερα λιπαρά οξέα, σε υγιείς μάρτυρες (■), διαβητικούς ασθενείς με μέτρια ρύθμιση (▲) και διαβητικούς ασθενείς με κέτωση (●). (Προσαρμογή μετά από άδεια, από Berger M και συν., *Diabetologia* 1977; 13: 355-365).

σταση είναι όταν κάποιος ακολουθεί αγωγή με συνεχή υποδόρια έγχυση ινσουλίνης. Η άποψη των ατόμων αυτών είναι ότι ο βασικός ρυθμός έγχυσης πρέπει να μειωθεί κατά 50% ή και περισσότερο, ενώ εξακολουθεί να είναι αναγκαία η πρόσληψη επιπλέον υδατανθράκων κατά τη διάρκεια του μαραθωνίου. Για άτομα που ακολουθούν αγωγή με χορήγηση διαλυτής ινσουλίνης ταχείας δράσης (π.χ. Actrapid ή Humulin R), ο ρυθμός έγχυσης πρέπει να μειωθεί 30 λεπτά πριν από την έναρξη του αγώνα. Εάν χρησιμοποιείται το ανάλογο ινσουλίνης ταχείας δράσης Humalog (ινσουλίνη lispro), ο ρυθμός έγχυσης πρέπει να μειωθεί αμέσως πριν από τον αγώνα, λόγω της ταχείας απορρόφησης του υποδόριου αναλόγου.

Η συνηθέστερη αγωγή με ινσουλίνη στην Ευρώπη είναι η επονομαζόμενη “βασική δόση και δόσεις γευμάτων” (εντατικοποιημένη ινσουλινοθεραπεία με σύστημα πολλαπλών ενέσεων) αγωγή, κατά την οποία λαμβάνεται την ώρα της κατάκλισης μία δόση ισοφανικής, lente ή ultralente ινσουλίνης και προγευματική διαλυτή ταχείας δράσης ινσουλίνη ή ανάλογο ινσουλίνης ταχείας δράσης (Humalog). Στην περίπτωση αυτού του είδους αγωγής, οι περισσότεροι αθλητές πρέπει να πάρουν την κανονική δόση ινσουλίνης το βράδυ πριν από το μαραθώνιο ή να τη μειώσουν μόνο ελαφρά (κατά 10%). Πρέπει να κάνουν διάφορες ή και δραστικές μειώσεις της προγευματικής δόσης πριν από το μαραθώνιο. Η μείωση της δόσης κυμαίνεται περίπου από 20% έως 90% και ένας από τους μείζονες παράγοντες που προσδιορίζουν το μέγεθος της μείωσης είναι η προγραμματισμένη ποσότητα πρόσληψης υδατανθράκων κατά τη διάρκεια του αγώνα (βλ. παρακάτω). Η χρονική στιγμή της χορήγησης της διαλυτής ινσουλίνης πριν από τον αγώνα είναι κρίσιμη. Είναι σημαντικό τα επίπεδα της ινσουλίνης να μειώνονται πριν από την έντονη άσκηση και αυτό σημαίνει ότι η χορήγηση διαλυτής ινσουλίνης ταχείας δράσης πρέπει να πραγματοποιείται περίπου 90–120 λεπτά πριν από τον αγώνα, ενώ το Humalog πρέπει να λαμβάνεται περίπου 60 λεπτά πριν από τον αγώνα.

Μία άλλη θεραπευτική αγωγή με ινσουλίνη, σχεδόν εξίσου συνηθισμένη, συνίσταται στη χορήγηση δύο φορές ημερησίως ενός μίγματος διαλυτής ταχείας δράσης ινσουλίνης και ισοφανικής ή lente ινσουλίνης. Είναι ίσως προτιμότερο για έναν αθλητή να χρησιμοποιεί ελεύθερα παρασκευαζόμενα μίγματα ινσουλίνης ταχείας ή μέσης δράσης, παρά έτοιμα μίγματα ινσουλίνης, γιατί αυτό επιτρέπει μεγαλύτερο βαθμό ευελιξίας στην προσαρμογή των δόσεων ανάλογα με