



Ελληνική Εταιρεία Βιοχημείας και  
Φυσιολογίας της Άσκησης

Hellenic Society of Biochemistry  
and Physiology of Exercise

Επιθεώρηση Βιοχημείας και  
Φυσιολογίας της Άσκησης  
4: 22-35, 2017

Reviews in Biochemistry and  
Physiology of Exercise  
4: 22-35, 2017

[www.eevfa.gr/web/emag](http://www.eevfa.gr/web/emag) - ISSN 2407-960X

## ΑΝΤΙΠΑΡΑΘΕΣΗ ΑΠΟΨΕΩΝ

### ΔΙΑΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΥΨΗΛΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ Ή ΣΥΝΕΧΟΜΕΝΗ ΑΣΚΗΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ;

Η διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης εμφανίζεται όλο και συχνότερα στη διεθνή επιστημονική βιβλιογραφία ως μια εναλλακτική μορφή άσκησης έναντι της συνεχόμενης άσκησης μέτριας έντασης. Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι η πρώτη συγκεντρώνει μια σειρά πλεονεκτημάτων έναντι της δεύτερης και προτείνουν την εκτεταμένη χρήση της τόσο στην προπόνηση του αγωνιστικού αθλητισμού, όσο και στην προπόνηση για τη βελτίωση παραμέτρων της υγείας. Από την άλλη πλευρά, πολλοί ερευνητές είναι σκεπτικοί απέναντι στην αντικατάσταση μιας ευρύτατα δοκιμασμένης μορφής άσκησης (της συνεχούς άσκησης μέτριας έντασης) και διατυπώνουν επιφυλάξεις ως προς την ευρεία χρήση της διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης για τον γενικό πληθυσμό.

Παρότι μια τέτοια αντιπαράθεση γνώμων αποτελεί την πεμπτουσία της επιστημονικής έρευνας, μπορεί να προκαλεί σύγχυση στο ευρύ, μη επιστημονικό κοινό. Αλλά ακόμη κι αν κάποιος ή κάποια σπουδάζει ή υπηρετεί τις αθλητικές επιστήμες, είναι πιθανό να αισθάνεται την ίδια σύγχυση, αν δεν ασχολείται με την επιστημονική έρευνα. Στη βάση αυτής της διαπίστωσης, η Σχολή Επιστημών Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, σε συνεργασία με την Ελληνική Εταιρεία Βιοχημείας και Φυσιολογίας της Άσκησης, διοργάνωσε μια αντιπαράθεση απόψεων (debate) στο πλαίσιο του 2ου Διεθνούς Συνεδρίου Αθλητικών Επιστημών.

Το debate ξεκίνησε με εισηγήσεις δύο διακεκριμένων ερευνητών, υποστηρικτών της καθεμιάς από τις δυο μορφές άσκησης. Τη διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης υπερασπίστηκε ο επίκουρος καθηγητής της ΣΕΦΑΑ Αθήνας, κ. Γρηγόρης Μογδάνης, ενώ τη συνεχή άσκηση μέτριας έντασης υπερασπίστηκε ο Δρ εργοφυσιολογίας, κ. Γιώργος Νάσσης. Συντονιστής ήταν ο καθηγητής του ΤΕΦΑΑ Σερρών, καθηγητής κ. Γιάννης Βράμπας, και σχολιαστής ο καθηγητής του ΤΕΦΑΑ Θεσσαλονίκης, καθηγητής κ. Βασίλης Μούγιος.

Ακολουθούν οι περιλήψεις των εισηγήσεων των κυρίων Μπογδάνη και Νάσση, οι απαντήσεις τους στις ερωτήσεις του σχολιαστή και του κοινού, καθώς και το κλείσιμο του σχολιαστή. Τα κείμενα έχουν προσαρμοστεί στον γραπτό λόγο κι έχουν εμπλουτιστεί με βιβλιογραφικές παραπομπές. Για τη «ζωντανή» παρακολούθηση του debate, παραπέμπουμε τον αναγνώστη στο live streaming, <http://icss2016.web.auth.gr/el/node/39>, αρχίζοντας από τις 2 ώρες και 11 λεπτά.

## Περίληψεις

### Η διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης είναι αποτελεσματική για βελτίωση της απόδοσης και της υγείας

Γρηγόρης Μπογδάνης

*Επίκουρος Καθηγητής, Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθήνας, Γενικός Γραμματέας Ελληνικής Εταιρείας Βιοχημείας και Φυσιολογίας της Άσκησης*

Η διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης αποτελεί μια μορφή εκγύμνασης κατά την οποία σύντομες περίοδοι έντονης άσκησης εναλλάσσονται με περιόδους ήπιας άσκησης ή ανάπαυσης. Οι περίοδοι έντονης άσκησης διαρκούν 5-30 δευτερόλεπτα με μέγιστη ένταση (sprint interval training ή SIT) έως και 4-8 λεπτά με ένταση που αντιστοιχεί στο 90-100% της  $VO_2max$  (high-intensity interval training ή HIIT). Η σχέση άσκησης-διαλείμματος είναι 1:7 έως 1:9 στην 1η περίπτωση και 1:1 έως 1:1,5 στη 2η (7, 40). Επειδή ο συνολικός χρόνος άσκησης, συμπεριλαμβανομένων των διαλειμμάτων, είναι πολύ μικρός (15-20 λεπτά), η HIIT θεωρείται από πολλούς ως μια πολύ αποδοτική μορφή εκγύμνασης (15, 18). Ένας μεγάλος αριθμός ερευνών κατά την τελευταία δεκαετία δείχνουν ότι ένα πρόγραμμα HIIT που εφαρμόζεται 3 φορές την εβδομάδα μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την αερόβια και την αναερόβια ικανότητα, να μειώσει την αρτηριακή πίεση, να βελτιώσει την αρτηριακή υγεία, να μειώσει το σωματικό λίπος και να βελτιώσει το λιπιδαιμικό προφίλ (17, 18, 23). Εντυπωσιακά είναι τα ευρήματα ότι προγράμματα SIT με καθαρό χρόνο άσκησης 2-3 λεπτά ανά συνεδρία (σύνολο 15-25 λεπτά μαζί με τα διαλείμματα), διάρκειας 2-6 εβδομάδων, βελτιώνουν τη  $VO_2max$  και αυξάνουν τη δραστηριότητα ενζύμων που εμπλέκονται στον αερόβιο μεταβολισμό στον ίδιο βαθμό με συνεχόμενη αερόβια άσκηση για 40-60 λεπτά στο 65% της  $VO_2max$ , με συχνότητα 5 φορές την εβδομάδα (8-10, 52). Σημαντική είναι και η επίδραση της SIT και της HIIT στην αντιμετώπιση του σακχαρώδους διαβήτη τύπου 2, αφού με αυτό τον τύπο άσκησης αυξάνεται η ευαισθησία των ιστών στην ινσουλίνη, η συμμετοχή του λίπους στον ενεργειακό μεταβολισμό, και η συγκέντρωση των μεταφορέων γλυκόζης στα μυϊκά κύτταρα (17, 23, 27, 41). Κεντρικό ρόλο για τις προσαρμογές αυτές σε επίπεδο μυϊκού κυττάρου παίζει ο μιτοχονδριακός μεταγραφικός παράγοντας PGC1α (συνενεργοποιητής 1α του ενεργοποιούμενου από πολλαπλασιαστές των υπεροξυσωμάτων υποδοχέα γ), που αυξάνει τον αριθμό και τον όγκο των μιτοχονδρίων και, κατά συνέπεια, την οξειδωτική ικανότητα (38-40). Πρόσφατες έρευνες δείχνουν ότι παρόμοια αποτελέσματα μπορούν να επιτευχθούν με ακόμα λιγότερο όγκο άσκησης, που περιλαμβάνει 2-3 σπριντ των 20 s, τα οποία γίνονται μέσα σε συνολικό διάστημα 10 λεπτών, όπου εκτελείται ήπια άσκηση (43-45). Παρά τη μεγάλη αποτελεσματικότητα αυτής της μορφής εκγύμνασης, θα πρέπει να τονιστεί ότι λόγω της υψηλής έντασης θα πρέπει να προηγείται πλήρης ιατρικός έλεγχος και η συνταγογράφηση να γίνεται σύμφωνα με την αρχή της προοδευτικότητας, προσαρμοσμένη στις δυνατότητες, την υγεία και το επίπεδο φυσικής κατάστασης του κάθε ασκούμενου.

## Η μέτριας έντασης συνεχόμενη άσκηση επιφέρει ευεργετικά αποτελέσματα στην αθλητική απόδοση και την υγεία

**Γιώργος Νάσσης**  
Δρ Εργοφυσιολογίας

Με τον όρο συνεχόμενη άσκηση αντοχής ή μέτριας έντασης συνεχόμενη άσκηση (ΜΕΣ) εννοούμε την άσκηση με ένταση 70-85% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας που εκτελείται χωρίς διάλειμμα σε μια προπόνηση (48). Πληθώρα μελετών από τις αρχές του 19ου αιώνα έχει δείξει την ευεργετική επίδραση της ΜΕΣ στην καρδιαγγειακή και μυϊκή λειτουργία αθλητών και αθλουμένων (37, 61). Αναφορικά με την επίδραση της ΜΕΣ σε αθλητές, φαίνεται ότι βελτιώνει σημαντικά τον όγκο παλμού σε υπομέγιστο έργο, το αναερόβιο κατώφλι και τη δρομική οικονομία, παράγοντες σημαντικούς για την απόδοση σε αγώνισμα αντοχής. Εικάζεται ότι η αυξημένη συγκέντρωση του ασβεστίου στο κυτταρόπλασμα, λόγω της συνεχόμενης μυϊκής συστολής, και η μείωση του μυϊκού γλυκογόνου, ως αποτέλεσμα της διάρκειας της ΜΕΣ, ενεργοποιούν τον μιτοχονδριακό μεταγραφικό παράγοντα PGC1α, με αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου και του αριθμού των μιτοχονδρίων στα μυϊκά κύτταρα (2, 21). Ένα από τα πλεονεκτήματα της ΜΕΣ είναι η προστασία που παρέχει απέναντι σε μυϊκούς τραυματισμούς, λόγω της υπομέγιστης έντασης. Αυτός είναι ένας από τους λόγους για τους οποίους η ΜΕΣ αποτελεί το κύριο στοιχείο της προπόνησης των αθλητών αντοχής, τουλάχιστον στην προαγωνιστική περίοδο (57). Αναφορικά με την επίδραση της ΜΕΣ στην προαγωγή της υγείας, έχει δείξει ότι η συστηματική συμμετοχή σε ΜΕΣ παρατείνει το προσδόκιμο ζωής (37). Αυτό ενδέχεται να οφείλεται σε πληθώρα παραγόντων, που δρουν πιθανώς συνεργιστικά, όπως η μείωση της συνολικής και της κεντρικής παχυσαρκίας, η βελτίωση του μεταβολισμού της γλυκόζης και η βελτίωση του λιπιδαιμικού προφίλ (32-34, 49, 50). Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της ΜΕΣ είναι ότι είναι ευχάριστη, αφού δε συνδέεται με αίσθημα πόνου στους μύες και γενική καταπόνηση. Αυτός είναι κι ο λόγος για τον οποίο προτιμάται από ειδικές ομάδες πληθυσμού με υψηλό κίνδυνο για καρδιαγγειακό νόσημα, όπως οι παχύσαρκοι (12, 13, 20). Το αίσθημα ευεξίας που συνδέεται με τη ΜΕΣ εικάζεται ότι σχετίζεται με την προαγωγή της ψυχικής υγείας. Συμπερασματικά, τα θετικά συναισθήματα που σχετίζονται με την εκτέλεση μέτριας έντασης συνεχόμενης άσκησης πιθανώς συμβάλλουν στην εγκατάσταση της συνήθειας για άσκηση και μέσω αυτής στην περαιτέρω προαγωγή της βιολογικής και της ψυχικής υγείας των αθλουμένων.

### Ερωτήσεις και απαντήσεις

**1) Αν έπρεπε να επιλέξετε μόνο ένα, ποιο θα ήταν το κύριο πλεονέκτημα του είδους άσκησης που υπερασπίζετε έναντι του είδους άσκησης που υπερασπίζεται ο «αντίπαλός» σας ως προς την υγεία και ποιο ως προς την απόδοση, αν και μπορεί να είναι το ίδιο και για την υγεία και για την απόδοση;**

**Γ. Μπογδάνης:** Εγώ θα επέλεγα το ίδιο πράγμα, που είναι ο λίγος χρόνος άσκησης που κάνεις και η τεράστια αποτελεσματικότητα αυτής της άσκησης. Είδαμε δηλαδή ότι μόνο με 10 και 10 δευτερόλεπτα έντονης άσκησης μπορείς να έχεις πολύ μεγάλα αποτελέσματα σε δείκτες που αφορούν την αερόβια προσαρμογή. Άρα εγώ θα έλεγα ότι αυτό είναι το μεγαλύτερο πλεονέκτημα και για τα δυο και μαζί με αυτό είναι η πλειάδα μεταβολικών προσαρμογών που γίνονται με τόσο λίγη άσκηση (18, 43, 46).

**Γ. Νάσσης:** Για την υπομέγιστης έντασης συνεχόμενη άσκηση και την απόδοση, θα έλεγα ότι είναι ο κύριος τρόπος προπόνησης για να χτιστεί η βασική αντοχή, για τις βάσεις των βιολογικών προσαρμογών, ώστε να μπορέσει μετά να δομηθεί ένα πρόγραμμα υψηλότερης έντασης (57). Για τους παράγοντες υγείας το κύριο πλεονέκτημα είναι ο μεταβολισμός των λιπιδίων που προάγεται

περισσότερο με αυτό τον τύπο άσκησης (32). Επίσης ο μεταβολισμός της γλυκόζης, αν και υπάρχουν ενισχυτικά δεδομένα για τη βελτίωση του μεταβολισμού της γλυκόζης και με την υψηλής έντασης άσκηση. Όμως υπάρχουν πολύ ισχυρές ενδείξεις και δεν υπάρχει αμφισβήτηση ότι βελτιώνεται ο μεταβολισμός της γλυκόζης με άσκηση υπομέγιστης έντασης μεγάλης διάρκειας (29, 49).

## 2) Κατά την άποψή σας, ποια μορφή άσκησης είναι καταλληλότερη και αποτελεσματικότερη στη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας;

**Γ. Μπογδάνης:** Θα υπερασπιστώ πάλι την άποψη ότι η διαλειμματική άσκηση είναι η καλύτερη για τη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας. Το έχουμε δει σε μελέτες όπου υποκατέστησαν ένα μέρος της αερόβιας προπόνησης σε αθλητές αντοχής με άσκηση υψηλής έντασης και η βελτίωση ήταν πάρα πολύ μεγάλη σε σύγκριση με τους αντίστοιχους αθλητές που ακολουθούσαν το πρόγραμμα συνεχόμενης άσκησης (35, 36). Αν θες να πας ένα σκαλάκι παραπάνω την αερόβια ικανότητά σου, μπορείς να κόψεις λίγη από τη συνεχόμενη αερόβιά σου προπόνηση και να την αντικαταστήσεις με διαλειμματική. Για παράδειγμα, βάζοντας μόνο μία μέρα έντονης άσκησης στο ποδόσφαιρο (υπάρχει ένα πρόσφατο πείραμα 6 x 30 δευτερόλεπτα αγωνιστικές ασκήσεις ή τρέξιμο) βελτιώνεις πάρα πολύ την αερόβια ικανότητα, τη δρομική οικονομία και τη δύναμή σου. Άρα η διαλειμματική άσκηση επιμένω ότι είναι καλύτερη (25, 51).

**Γ. Νάσσης:** Δεν θα διαφωνήσω, μιας και ο συνάδελφος έθεσε τώρα στο τραπέζι ότι ο συνδυασμός είναι ίσως η καλύτερη λύση και το αφήνω αργότερα να το συζητήσουμε. Θα ήθελα όμως να σχολιάσω για την ένταση της άσκησης και την επίδρασή της στις προσαρμογές, ότι αυτά που γνωρίζουμε μέχρι τώρα είναι από μελέτες οι οποίες αντικατέστησαν την υπομέγιστη άσκηση μεγάλης διάρκειας με συνεδρίες υψηλής έντασης και μόνο (4). Εκεί έχω την ένστασή μου, υψηλής έντασης και μόνο. Πράγματι τα δεδομένα δείχνανε μέσα σε 6-8 εβδομάδες τα κέρδη με την υψηλής έντασης άσκηση είναι μεγαλύτερα απ' ό,τι με την υπομέγιστη άσκηση μεγάλης διάρκειας (10). Όμως αυτά τα μοντέλα δεν είναι εφικτά στην πραγματική ζωή, δεν μπορούμε να κρατήσουμε τους αθλητές μας κάνοντας μέγιστης έντασης άσκηση 4 φορές τη βδομάδα για 12 και 18 εβδομάδες. Τα πειράματα και οι μελέτες είναι μέχρι 6-8 εβδομάδες και δεν ξέρουμε τι θα συμβεί παραπέρα (5). Το δικό μου σχόλιο είναι ότι εικάζω πως σε πραγματικές συνθήκες ζωής και όχι σε συνθήκες εργαστηρίου δεν μπορούν οι αθλητές να κάνουν μέρα παρά μέρα μέγιστης έντασης άσκηση για 2, 3 και 4 μήνες. Άρα αυτό συμπυκνώνει και την απάντηση, θέλουμε πολύ περισσότερα δεδομένα για το αν μπορούμε να το κάνουμε για πολύ μεγάλο χρόνο (48).

## 3) Κατά τη γνώμη σας, ποια μορφή άσκησης είναι αποτελεσματικότερη στη μείωση του καρδιαγγειακού κινδύνου;

**Γ. Μπογδάνης:** Θα πω ότι είναι η διαλειμματική άσκηση. Υπήρξε και ένα debate πολύ πιο μεγάλο απ' το δικό μας, πριν από 1-2 χρόνια, όπου συζητήσαν για τις επιδράσεις της διαλειμματικής άσκησης στην υγεία (24, 63). Η ερώτηση ήταν αν βοηθά παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου ή όχι. Υπάρχουν πάρα πολλά δεδομένα από άσκηση σε καρδιοπαθείς, σε άτομα με καρδιακή ανεπάρκεια, σε άτομα με υπέρταση, σε άτομα με στεφανιαία νόσο, όπου εφάρμοσαν διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης, φυσικά πάντα κάτω από την επίβλεψη γιατρού (62, 63). Φυσικά, επειδή η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου τους είναι πολύ χαμηλή, αν τους δεις να κάνουν μέγιστη άσκηση νομίζεις ότι κάνουν υπομέγιστη. Άρα νομίζω ότι η διαλειμματική μπορεί άνετα να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση του καρδιαγγειακού κινδύνου.

**Γ. Νάσσης:** Από τις πρώτες μελέτες, κάνοντας την ιστορική αναδρομή που σας έδειξα, το 1953, ξέρουμε ότι στη μέτρια έντασης άσκηση, κάθε κίνηση μπορεί να βελτιώσει τους παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου (37). Όσο βελτιώνεται η φυσική κατάσταση του ανθρώπου, ενδέχεται να υπάρχει περιθώριο να μπουν κάποιες συνεδρίες υψηλής έντασης, αλλά αυτό μένει να αποδειχθεί όσον αφορά τη πραγματική ζωή. Επιμένω ότι πολλά από αυτά τα δεδομένα γίνονται

σε εργαστηριακό περιβάλλον και επίσης μπορεί να υπάρχει και η υποδήλωση (under-reporting) σε ορισμένα δεδομένα (48). Εγώ πάντως, επιτρέψτε μου, αν είχα ένα ασθενή που έρχεται από ανάνηψη από καρδιαγγειακό επεισόδιο, θα προτιμούσα να κάνει υπομέγιστης έντασης άσκηση για μεγάλη διάρκεια και κατόπιν ίσως συζητούσαμε το ενδεχόμενο για υψηλότερες εντάσεις.

**4) Για πόσο χρονικό διάστημα μπορεί να εφαρμοστεί η μία και η άλλη μορφή άσκησης; Υπάρχουν μελέτες ως προς το για πόσο χρονικό διάστημα μπορεί κάποιος να συμμορφωθεί με τη μία ή την άλλη μορφή άσκησης;**

**Γ. Μπογδάνης:** Τα δεδομένα που έχουμε τώρα φτάνουν μέχρι τις περίπου 15 εβδομάδες με άσκηση υψηλής έντασης. Δεν έχουμε μελέτες που έχουν πάει παραπέρα, αλλά θα σας πω το εξής: Ούτε στη συνεχόμενη άσκηση μπορείς να κρατήσεις την ίδια ποσότητα, τον ίδιο όγκο και την ίδια ένταση συνεχώς. Θα πρέπει να κάνεις κάποιο περιορισμό, που οι περισσότεροι τον κάνουν. Άρα, λοιπόν, θα πρέπει να βρούμε, πρώτον, τον σωστό τρόπο διαλειμματικής άσκησης και, δεύτερον, έναν περιορισμό πάνω σ' αυτό τον τρόπο (40). Πάνω εκεί δουλεύουμε τώρα, έτσι ώστε να μπορείς να το κάνεις και να μπορεί να διαρκεί πάρα πολύ καιρό.

**Γ. Νάσης :** Νομίζω ότι η απάντηση είναι εύκολη όσον αφορά την υπομέγιστη έντασης άσκηση. Θεωρητικά μπορείς να τη κάνεις, αλλά νομίζω πρακτικά ότι κάποια στιγμή δεν έχεις κίνητρο. Είτε αθλητής είσαι είτε αθλούμενος, βαριέσαι. Άρα πρέπει να βρεις μια καινούργια πρόκληση. Αυτή η καινούργια πρόκληση μπορεί να είναι να την εκτελείς, γιατί νομίζω ότι το debate τώρα είναι κυρίως γύρω από την ένταση της άσκησης σε συνδυασμό με τα διαλείμματα. Άρα θα πρέπει ακόμα και όταν κάνεις υπομέγιστη άσκηση να την κάνεις με έναν τρόπο που να μπορέσει να διατηρήσει τη συμμόρφωσή σου. Αν είσαι γυμναστής στο γυμναστήριο και δίνεις πάντα συνεδρίες εικοσάλεπτες, 140 παλμούς, νομίζω ότι κάποια στιγμή η συμμόρφωση του ασκούμενου θα πέσει. Πρέπει να βρεις τρόπους να αλλάξεις δραστηριότητες, ενδεχομένως εμβόλιμες συνεδρίες ή εμβόλιμα μονόλεπτα, δίλεπτα, τρίλεπτα, τετράλεπτα με υψηλότερης έντασης άσκηση. Δεν υπάρχει δηλαδή άσπρο ή μαύρο, νομίζω ότι καταλήγουμε πάλι σε αυτή την κουβέντα που είπαμε από την αρχή.

**5) Είναι ο συνδυασμός διαλειμματικής με συνεχόμενη άσκηση αντοχής αποτελεσματικότερος από την καθεμιά χωριστά; Ο περιορισμός πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, για παράδειγμα, περισσότερο συνεχόμενη άσκηση στη γενική περίοδο προετοιμασίας και διαλειμματική άσκηση στην επόμενη περίοδο, στην ειδική προετοιμασία ή στην προαγωνιστική περίοδο;**

**Γ. Μπογδάνης:** Νομίζω ότι το καλύτερο είναι ο συνδυασμός των δυο μορφών άσκησης και μπορείς να χρησιμοποιήσεις τη διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης στον γενικό πληθυσμό. Μη φαντάζεστε κάποιον να κάνει σπριντ στο κυκλοεργόμετρο. Φανταστείτε αυτό που βλέπουμε κάθε μέρα στα γυμναστήρια, ανθρώπους να γυμνάζονται μέσα στην αίθουσα κάνοντας ασκήσεις μεγάλης έντασης, οι οποίες ακολουθούνται από ένα διάλειμμα ξεκούρασης ή ηπιότερης έντασης. Το βλέπω συνέχεια στα γυμναστήρια και βλέπω μέσα άτομα κάθε ηλικίας. Φυσικά θα πρέπει να ελέγχει κάποιος την κατάσταση της υγείας του πριν κάνει κάτι τέτοιο, διότι υπάρχουν αρκετοί κίνδυνοι αν δεν είσαι υγιής, αλλά νομίζω ότι αν είσαι υγιής όλα είναι καλά. Τώρα όσον αφορά τον περιορισμό, το πιο λογικό είναι αυτό που ρωτούν, να κάνεις περισσότερη συνεχόμενη άσκηση στην αρχική περίοδο και περισσότερη διαλειμματική άσκηση μετά, αν και τα καινούργια δεδομένα μας δείχνουν ότι μπορείς να ξεκινήσεις και με διαλειμματική άσκηση από νωρίς, αρκεί να είναι ο κατάλληλος τύπος (14).

**Γ. Νάσης:** Μόνο να προσθέσω (διότι δεν θέλω και εμείς να απαντάμε με τον ίδιο τρόπο κάθε φορά) ότι όσον αφορά τον περιορισμό, όσο πλησιάζουμε προς την αγωνιστική περίοδο είμαστε αναγκασμένοι να πηγαίνουμε σε διαλειμματικού τύπου άσκηση για διάφορους λόγους. Ένας πολύ βασικός είναι για να μπορέσουμε να χειριστούμε τη σχέση έντασης με όγκο (26, 57). Άρα κάνουμε διαλείμματα, δίνουμε μεγαλύτερη ένταση κι αυτό είναι το tapering, το φορμάρισμα, όσο

πλησιάζουμε προς τους αγώνες. Άρα, ναι, ο περιοδισμός υπάρχει και οι υπομέγιστες εντάσεις εντάσσονται κυρίως σε περιόδους μακριά από τον αγώνα, αλλά μπορείς να κάνεις και διαλειμματική άσκηση σε υπομέγιστες εντάσεις. Όπως δείξαμε, με τα παιχνίδια μικρού χώρου στο ποδόσφαιρο, μέτριας έντασης άσκηση κάνουμε, ξεκινώντας από τη πρώτη μέρα.

#### 6) Ποια από τις δυο μορφές άσκησης είναι καταλληλότερη για την ανάπτυξη της καρδιαναπνευστικής αντοχής στις αναπτυξιακές ηλικίες;

**Γ. Μπογδάνης:** Είναι κάτι πολύ ενδιαφέρον όταν μιλάμε για τις αναπτυξιακές ηλικίες, γιατί ξέρουμε ότι τα παιδιά μπορούν να κάνουν διαλειμματική άσκηση χωρίς κόπωση. Πάρα πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι τα παιδιά μπορούν να κάνουν επαναλαμβανόμενα σπριντ μέγιστα χωρίς να πέφτει καθόλου η ισχύς τους καθόλου. Άρα μπορώ να σας πω ότι τα παιδιά είναι φτιαγμένα για τέτοια διαλειμματική άσκηση και μάλιστα μια ανασκόπηση που πρόκειται να βγει τώρα λέει αυτό το πράγμα, ότι τα παιδιά γεννιούνται «ελίτ αθλητές αντοχής», άρα μπορείς να εφαρμόσεις πολύ άνετα διαλειμματική άσκηση (54). Αν μετρήσεις την καρδιακή συχνότητα των παιδιών όταν παίζουν στο σχολείο, θα διαπιστώσεις ότι πολλές φορές ασκούνται και πάνω από το 90% της μέγιστης καρδιακής συχνότητάς τους και αμέσως μετά είναι έτοιμα να κάνουν την επόμενη άσκηση (54, 55). Άρα δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα. Θα πρέπει όμως να προσεχθούν τα μηχανικά φορτία στο μυοσκελετικό σύστημα, τα οποία είναι μεγάλα όταν υπάρχουν πολλές αλλαγές κατεύθυνσης κατά το τρέξιμο.

**Γ. Νάσης:** Θα συμφωνήσω και εγώ, τα παιδιά νομίζω ότι μερικές φορές υποπροπονούνται όταν έρχονται σε εμάς, γιατί αν τα αφήσουμε ελεύθερα στο προαύλιο ή στις αλάνες που είχαμε παλιότερα ή στις μεγάλες παιδικές χαρές, θα δούμε ότι κάνουν sprint training βασικά, ούτε καν high intensity, μόνο σπριντ (55). Τα παιδιά δεν ξέρουν τίποτα άλλο, άρα αν έρθουν σε μας και τους δώσουμε μέτριας έντασης άσκηση, τους αποσύρουμε το βασικό ερέθισμα της προπόνησης (1). Επιπλέον, εάν είμαι προπονητής και τους βάλω τώρα σε αναπτυξιακές ηλικίες να κάνουν συνέχεια υπομέγιστη μεγάλης διάρκειας άσκηση, νομίζω δεν θα είναι καθόλου διασκεδαστικό, θα τους χάσω και δε θα μου μείνουν στο στάδιο και στο γήπεδο. Άρα πρέπει πάντα, ως πρακτικοί άνθρωποι, να σκεφτόμαστε και τις πρακτικές λύσεις. Άρα συμφωνώ με τον συνάδελφο.

#### 7) Ποιες είναι οι επιδράσεις των δυο μορφών άσκησης (και ποια από τις δυο έχει μεγαλύτερη επίπτωση) στον καταβολισμό των μυϊκών πρωτεϊνών κατά τη διάρκεια της άσκησης;

**Γ. Μπογδάνης:** Θα ήταν προφανές ότι η διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης έχει μεγαλύτερη επίδραση στον καταβολισμό, αλλά νομίζω ότι, αν κάνεις συνεχόμενη άσκηση για πάρα πολύ ώρα, μπορεί να είσαι πολύ περισσότερο σε καταβολική φάση παρά σε αναβολική (22). Μην ξεχνάμε ότι κάνοντας έντονη άσκηση οι αναβολικές ορμόνες ανεβαίνουν τουλάχιστον για μισή με μία ώρα μετά την άσκηση, ενώ όταν κάνεις συνεχόμενη άσκηση και ιδιαίτερα πάρα πολύ ώρα οι καταβολικές ορμόνες ανεβαίνουν και οι αναβολικές πέφτουν (30, 31). Άρα θα έλεγα ότι η πολύ μεγάλης διάρκειας συνεχόμενη άσκηση είναι περισσότερο καταβολική.

**Γ. Νάσης:** Η δουλειά μου τώρα είναι πολύ εύκολη, γιατί ο κ. Μπογδάνης τα απαντάει και εύστοχα, οπότε εγώ να συνηγορήσω και να πω ότι από τα λίγα δεδομένα που υπάρχουν κάπως έτσι θα υπέθετα ότι συμβαίνει. Όμως εξαρτάται από το πόση διάρκεια έχει η υπομέγιστη άσκηση και πού είναι το δικό σου κατώφλι για επιτάχυνση του καταβολισμού. Τώρα δεν υπάρχουν ασφαλείς απαντήσεις. Εγώ τουλάχιστον δεν την ξέρω την απάντηση, να σας πω δηλαδή ότι αν πας πάνω από 20 λεπτά θα έχεις επιτάχυνση του καταβολισμού. Μπορεί για έναν άνθρωπο να είναι 25 λεπτά και για έναν άλλον 45. Από την άλλη μεριά θα σας πω: Εάν κάνεις τα προτεινόμενα μοντέλα, τα κλασικότερα που περιείχαν 4 Wingate με τέσσερα λεπτά διάλειμμα (16). Όλα μέσα με 4 λεπτά διάλειμμα! Άμα κάνω 4, νομίζω ότι ο καταβολισμός μου θα είναι δραματικός.

**Γ. Μπογδάνης:** Νομίζω όχι, γιατί το κάναμε κάτι παρόμοιο σε άτομα με καθιστικές δουλειές γραφείου. Τα άτομα αυτά έκαναν άσκηση υψηλής έντασης δύο ή τρεις φορές τη εβδομάδα και αυξήθηκε η μυϊκή τους μάζα στα πόδια.

**Γ. Νάσσης:** Νομίζω ότι αν αυτοί οι άνθρωποι ποδηλατούσαν για 30 λεπτά κάνοντας υπομέγιστη άσκηση μεγάλης διάρκειας, πάλι θα αυξανόταν η μυϊκή τους μάζα. Όμως, για να κάνω πιο απλό το ερώτημα, πρακτικώς, γιατί σας ενδιαφέρει η μυϊκή μάζα στο ποδήλατο; Εγώ νομίζω ότι αν έχουμε ανθρώπους που ασκούνται για υγεία και τους βάζουμε να κάνουν στο ποδήλατο υπομέγιστη άσκηση 20λεπτη, θα τους χάσουμε από το γυμναστήριο μέσα σε 3-4 εβδομάδες. Πρέπει να βρούμε πολλές και διαφορετικές δράσεις για όλο το σώμα.

#### 8) Ποια από τις δυο μορφές άσκησης μπορεί να ενταχθεί καλύτερα σε ένα πρόγραμμα προπόνησης δύναμης;

**Γ. Μπογδάνης:** Εάν θέλουμε να ενταχθεί σε ένα πρόγραμμα προπόνησης δύναμης κάποια από τις δυο μορφές, θα ήταν πολύ πιο καλό να κρατήσουμε την άσκηση υψηλής έντασης, γιατί πολύ πρόσφατα κάναμε δυο μελέτες στην Αθήνα και δείξαμε ότι, αν μετά από προπόνηση δύναμης και ισχύος κάνεις μισή ώρα τρέξιμο στο περίπου 65-70% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας, δεν έχεις καμία μυϊκή υπερτροφία (58). Αναιρείται δηλαδή το ερέθισμα που σου προκαλεί μυϊκή υπερτροφία. Εάν όμως προσθέσεις διαλειμματική άσκηση, αποφεύγεις αυτή την αρνητική επίδραση της αερόβιας άσκησης στον μυϊκό αναβολισμό (60).

**Γ. Νάσσης:** Για τους αθλητές, αυτός ο συνδυασμός των ασκήσεων είναι ένα πολύ δυσεπίλυτο ερώτημα. Για τους αθλητές δεν είμαι πεπεισμένος ότι υπάρχουν ισχυρά δεδομένα για το τι πρέπει να κάνουμε. Γιατί εγώ θα σας έλεγα ότι και αν κάναμε αυτά τα στοιχεία, είναι πρώτα αντοχή και μετά δύναμη. Εάν αλλάζαμε τη σειρά στη συνεδρία και κάναμε πρώτα δύναμη και μετά αντοχή, τι θα συνέβαινε; Γίνεται πολύ πολύπλοκο το πράγμα, αλλά θα προσπαθήσω να το κάνω πιο απλό, τουλάχιστον για τον γενικό πληθυσμό. Στον γενικό πληθυσμό τι χρειαζόμαστε; Χρειαζόμαστε οι άνθρωποι να μπορούν να εκτελούν τις δραστηριότητες τις καθημερινές, έχοντας αρκετή δύναμη, και να ευχαριστιώνται τη ζωή τους. Σ' αυτούς τους ανθρώπους χρειαζόμαστε μυϊκή αντοχή. Θέλουμε να φτιάξουμε ένα μυϊκό σύστημα, το οποίο να μπορεί να δουλεύει για πολλές ώρες την ημέρα σε υπομέγιστες εντάσεις. Άρα θα πρέπει να ξεκινάμε από το ζητούμενο και, αν απαντήσουμε το ζητούμενο, θα βρούμε και τον τύπο προπόνησης. Κοντολογίς λέω ότι στον γενικό πληθυσμό έχει περισσότερο θέση η βελτίωση της μυϊκής αντοχής, που μπορεί να επιτευχθεί καλύτερα με υπομέγιστες εντάσεις (21).

#### 9) Ποια από τις δυο μορφές άσκησης, είτε σε οξεία είτε σε χρόνια φάση, προκαλεί ευνοϊκότερες ορμονικές μεταβολές;

**Γ. Νάσσης:** Στην εφάπαξ άσκηση, έχουμε διαφορετικές ορμονικές μεταβολές, δηλαδή η υψηλής έντασης άσκηση διεγείρει περισσότερο την αυξητική ορμόνη και τους παράγοντες που θα οδηγήσουν σε αναβολισμό (3). Η υπομέγιστης έντασης άσκηση όμως, εφάπαξ, όταν έχει ορισμένη διάρκεια, διεγείρει τις ορμόνες που μας κάνουν να αισθανόμαστε ευεξία, ευχαρίστηση (3). Άρα διαλέγετε και παίρνετε. Όταν μιλάμε τώρα για τη χρόνια επίδραση, θα έλεγα ότι οι ορμόνες για τις οποίες ξέρουμε είναι οι ορμόνες που σχετίζονται κυρίως με τον μεταβολισμό όπως η ινσουλίνη. Ξέρουμε ότι μετά από προπόνηση υπομέγιστης έντασης μεγάλης διάρκειας, η δράση της ινσουλίνης βελτιώνεται, όπως και ο μεταβολισμός της γλυκόζης (28, 49). Άρα ένας ενοχοποιητικός παράγοντας για μελλοντικό καρδιαγγειακό επεισόδιο εξομαλύνεται. Υπάρχουν λιγότερες ενδείξεις για άλλους τύπους άσκησης, οι ισχυρότερες ενδείξεις όμως είναι για την υπομέγιστης έντασης άσκηση με μεγάλη διάρκεια.

**Γ. Μπογδάνης:** Συμφωνώ με αυτά που λέει ο κ. Νάσσης. Σίγουρα με την έντονη άσκηση αυξάνεται σε οξεία φάση η αυξητική ορμόνη και η τεστοστερόνη, οι οποίες είναι δύο σημαντικές

αναβολικές ορμόνες (31). Άρα είσαι σε καλύτερη αναβολική φάση, μπορείς να αυξήσεις τη μυϊκή σου μάζα περισσότερο μ' αυτές τις μορφές άσκησης. Αλλά το ενδιαφέρον είναι όταν πάμε σε ορμονικές αλλαγές για βελτίωση της υγείας, όπου βλέπουμε ότι και οι δύο μορφές άσκησης, μέσω του παράγοντα PGC1α και της αλλαγής των μεταφορέων γλυκόζης στη κυτταροπλασματική μεμβράνη (GLUT4), έχουν το ίδιο αποτέλεσμα (9, 17). Προκαλούν τελικά το ίδιο πράγμα, ακόμα και με τόση λίγη άσκηση που είδατε στη δευτερολογία μου. Ακόμα και με 2 x 10 δευτερόλεπτα άσκηση έχεις αύξηση της ευαισθησίας των ιστών στην ινσουλίνη, άρα αλλαγές στην έκκριση της ινσουλίνης όταν προσλαμβάνεις ένα γλυκαιμικό φορτίο (45).

#### 10) Ποια από τις δυο μορφές άσκησης πρέπει να προτιμήσουν οι διαβητικοί;

**Γ. Νάσσης:** Οι διαβητικοί, μέχρι πριν από ελάχιστα χρόνια, κάνανε μόνο υπομέγιστης έντασης άσκηση μεγάλης διάρκειας. Μεγάλης διάρκειας για διαβητικούς μπορεί να είναι 15-20 λεπτά, δεν μιλάμε για μεγάλες συνεδρίες. Όμως αναγνωρίζω ότι τα τελευταία 3-5 χρόνια και με επιταχυνόμενο ρυθμό δημοσιεύονται μελέτες, όπου δοκιμάζουν σε διαβητικούς υψηλής έντασης άσκηση με διαλειμματική μορφή και πράγματι υπάρχουν δεδομένα που δείχνουν ότι έχουν ευεργετικές επιδράσεις στον μεταβολισμό της γλυκόζης (47). Επαναλαμβάνω όμως ότι οι ισχυρότερες ενδείξεις και ως προς τη συνέχιση και συμμόρφωση σε μακρά διάρκεια είναι στην υπομέγιστη άσκηση (56). Κι ένα ακόμα θέμα που θα ήθελα να σας θυμίσω είναι ότι οι διαβητικοί είναι παχύσαρκοι, είναι άνθρωποι που έχουν συνήθως και άλλα νοσήματα, άρα ποιος τύπος θα ταίριαζε; Φαντάζομαι, πρώτα θα ξεκινήσουν με περπάτημα. Πόσο είναι εφικτό στην πραγματική ζωή κάποιος ο οποίος είναι παχύσαρκος κι έχει και σακχαρώδη διαβήτη να κάνει κάποιον άλλο τύπο άσκησης εκτός από μέτριας έντασης περπάτημα μέχρι λαχάνιασμα; Αν φτάσει όμως ένα επίπεδο, μπορεί να προσθέσει και κάποιες συνεδρίες υψηλής έντασης άσκησης.

**Γ. Μπογδάνης:** Σας υπενθυμίζω ότι, όταν κάποιος άνθρωπος σαν αυτούς τους αγύμναστους διαβητικούς τύπου 2 κάνει άσκηση υψηλής έντασης, μιλάμε στην ουσία για αρκετά χαμηλή ένταση όσον αφορά τις απόλυτες τιμές. Φυσικά εγώ που υπερασπίζομαι με ζέση αυτήν τη μορφή άσκησης θα σας πω ότι θα πρέπει να είμαστε πάρα πολύ προσεκτικοί με ομάδες ασθενών και θα πρέπει να τους ελέγχουμε πάρα πολύ καλά πριν κάνουν τέτοιου είδους άσκηση. Είναι πάρα πολύ σημαντικό αυτό για να διασφαλίσουμε την υγεία τους. Να πω και κάτι για τους διαβητικούς τύπου 1, που είναι κάτι διαφορετικό από τους διαβητικούς τύπου 2. Αυτοί παθαίνουν πολλές φορές υπογλυκαιμία όταν κάνουν συνεχόμενη άσκηση. Κοιτάξτε τι ωραία και χρήσιμη μπορεί να είναι η άσκηση υψηλής έντασης για να μην πέσει η γλυκόζη τους. Μια μελέτη έδειξε ότι, αν σε έναν διαβητικό τύπου 1 κάνεις ένα σπριντ 10 δευτερολέπτων πριν τη συνεχόμενη άσκηση, αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη διατήρηση των επιπέδων γλυκόζης του αίματος σε φυσιολογικά επίπεδα και προλαμβάνει την υπογλυκαιμία μετά την άσκηση (11). Αντί λοιπόν να πάρει κάποια μορφή υδατανθράκων πριν την άσκηση, μπορεί να κάνει ένα σπριντ και να κάνει μετά άσκηση χωρίς να κινδυνεύει από υπογλυκαιμία.

**11) Είναι δυνατόν η τροποποίηση των συνθηκών άσκησης (δηλαδή, σε ό,τι αφορά την υπομέγιστη άσκηση συνεχούς έντασης, διάρκεια, ένταση και συχνότητα και, σε ό,τι αφορά τη διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης, οι ίδιες παράμετροι συν διάρκειας και σχήμα του διαλείμματος) να μεταβάλει τόσο τις αποκρίσεις, ώστε η Α άσκηση με τα α χαρακτηριστικά να είναι καλύτερη από τη Β άσκηση με τα β χαρακτηριστικά, αλλά αν τα αλλάξουμε λίγο να αντιστραφεί η σχέση;**

**Γ. Νάσσης:** Ναι, η απάντηση είναι τόσο απλή, βεβαίως. Εδώ πρέπει να συνταιριάσουμε επιστημονικές σκέψεις, να τις συνδυάσουμε με τη τέχνη της προπονητικής, για να δούμε τι μπορούμε να κάνουμε. Ο συνδυασμός διάρκειας, έντασης και συχνότητας επηρεάζει τις προσαρμογές (7). Πρέπει να μάθουμε τις βασικές αρχές και μετά να τις χρησιμοποιούμε με μαστοριά για να φέρουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα.



**Γ. Μπογδάνης:** Τον τελευταίο χρόνο, με μια μεγάλη ερευνητική ομάδα, ψάχνουμε να δούμε τι συμβαίνει αν αλλάξεις τη διάρκεια και το διάλειμμα της διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης κρατώντας τον ίδιο συνολικό χρόνο άσκησης και διαλείμματος και την ίδια ένταση. Έχουμε δει εξαιρετικά πράγματα. Μπορεί να έχεις διαφορετικής μορφής άσκηση αλλάζοντας απλώς τη διάρκεια του ερεθίσματος και του διαλείμματος, κρατώντας τον ίδιο συνολικό όγκο άσκησης. Επίσης πολλές φορές στη διαλειμματική άσκηση η δυσaréσκεια που βλέπουμε οφείλεται στο ότι διαρκεί πάνω από ένα λεπτό. Όταν διαρκεί λιγότερο, είναι ευχάριστη.

**Γ. Νάσης:** Υπάρχουν δεδομένα που δείχνουν ότι, για να εξομαλύνουμε τον πιθανό παράγοντα της δυσaréσκειας, πιθανό μοντέλο άσκησης είναι να ξεκινάμε με υψηλής έντασης για 1 λεπτό και όσο περνάει η ώρα να μειώνουμε την ένταση (64). Αυτό είναι ένα πιθανό μοντέλο.

### 12) Ποια από τις δυο μορφές άσκησης απαιτεί μεγαλύτερο χρόνο ανάληψης-αποκατάστασης-αποθεραπείας; Αυτό αποτελεί πλεονέκτημα ή μειονέκτημα;

**Γ. Νάσης:** Μεγαλύτερο χρόνο ανάληψης χρειάζεται η υψηλής έντασης διαλειμματική άσκηση. Δεν είναι πάντα μειονέκτημα όμως, διότι αν είσαι υψηλού επιπέδου αθλητής και κάνεις τις προσαρμογές λίγο πριν το φορμάρισμα, θα πρέπει να υποστείς το ότι στη ζωή όλα έχουν ένα τίμημα. Άρα η απάντηση είναι ότι δεν είναι πάντα μειονέκτημα. Για τον γενικό όμως πληθυσμό είναι (αν μιλάμε για τους ασθενείς μας ή τους πελάτες μας στο γυμναστήριο), γιατί ένας άνθρωπος, ο οποίος κάνει άσκηση και την επόμενη νιώθει πολύ πιασμένος και αυτό κρατάει 3 ημέρες, δεν θα μας έρθει τη τέταρτη μέρα, όσο φίλος μας κι αν είναι, όσο καλή διάθεση και αν έχει. Άρα, όταν θα συνταγογραφείτε άσκηση στο γυμναστήριο, αυτό πρέπει να το λαμβάνετε πολύ υπόψη σας και να δίνετε εντάσεις κάτω από το κατώφλι που πιθανώς θα του προκαλέσει αυτή τη δυσφορία και το πιάσιμο της επόμενης μέρας (12, 48).

**Γ. Μπογδάνης:** Όλα εξαρτώνται από τον όγκο της άσκησης, γιατί, αν κάνεις πάρα πολύ συνεχόμενη άσκηση και μειώσεις για παράδειγμα το γλυκογόνο σου πάρα πολύ, μετά θέλεις ειδικό διατροφικό πρόγραμμα για να επανέλθεις γρήγορα. Φυσικά, η πολύ έντονη άσκηση μπορεί να χρειαστεί μεγαλύτερη αποκατάσταση. Πρέπει να προσπαθήσετε να τους δίνετε τέτοια ερεθίσματα, ώστε να μη δημιουργείται μεγάλη μυϊκή βλάβη. Για παράδειγμα, σας έδειξα σε μια διαφάνεια ότι, αντί να χρησιμοποιήσουμε τρέξιμο στον διάδρομο για τη διαλειμματική άσκηση, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε άσκηση στο κυκλοεργόμετρο, που είναι μόνο μειομετρική. Αυτό έχει ένα τεράστιο πλεονέκτημα: στη μία έχεις μεγάλη μυϊκή βλάβη, ενώ στην άλλη δεν έχεις καθόλου μυϊκή βλάβη (6). Άρα, παίζοντας με αυτούς τους παράγοντες μπορεί να κάνει κανείς το είδος άσκησης που θέλει πολύ αποδοτικό.

### 13) Ποια από τις δυο μορφές άσκησης προκαλεί μεγαλύτερες διαταραχές στην οξειδοαναγωγική ισορροπία; Αυτό είναι καλό ή κακό;

**Γ. Νάσης:** Η υψηλής έντασης άσκηση. Ορισμένες φορές είναι καλό μέχρι ένα ορισμένο όριο, γιατί εκκινεί τον καταρράκτη των βιοχημικών δράσεων που θα οδηγήσουν σε προσαρμογές. Ορισμένες φορές δεν είναι και τόσο καλό. Αυτό όμως νομίζω αφορά κυρίως τους αθλητές, διότι δεν νομίζω ότι μπαίνουμε σε τέτοια χωράφια τόσο πολύ όσον αφορά τον γενικό πληθυσμό.

**Γ. Μπογδάνης:** Είναι καλό έως ένα βαθμό να έχεις οξειδωτικό στρες, γιατί είναι ένα ερέθισμα επιπλέον για να προκαλέσεις προσαρμογές και το ξέρουμε αυτό: Δίνοντας υπέρμετρα αντιοξειδωτικά, μπορείς να μειώσεις τις επιθυμητές προσαρμογές που προκαλεί το οξειδωτικό στρες. Ξέρουμε όμως ότι αν κάνεις προπόνηση υψηλής έντασης, όπου πραγματικά έχεις μεγαλύτερο οξειδωτικό στρες, ο οργανισμός προσαρμόζεται σε αυτό και αυξάνει την αντιοξειδωτική του ικανότητα (6). Οπότε αυτό είναι ένα πολύ μεγάλο συν και, όπως είδαμε το πρωί, μπορεί να βοηθήσει και για πρόληψη ασθενειών όπως ο καρκίνος.

#### 14) Μετά τη διακοπή ποιας από τις δυο μορφές προπόνησης διατηρούνται για περισσότερο διάστημα οι προσαρμογές;

**Γ. Νάσσης:** Είναι λίγο γενική βέβαια η ερώτηση. Πρώτον, δεν υπάρχει σχετική μελέτη. Οι μελέτες είναι σε συνεχόμενη άσκηση (42, 59). Δεν ξέρουμε τι συμβαίνει σε διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης. Εικάζω όμως από άλλα μοντέλα ότι ταχύτερα χάνεις τις προσαρμογές που έχεις επιτύχει με την υψηλής έντασης άσκηση για τον απλούστατο λόγο ότι τις προσαρμογές που επιτυγχάνεις με τη μέτριας έντασης άσκηση έχεις την ικανότητα ακόμα και όταν είσαι σε off-season κάπως να τις διατηρείς μέσω άλλων υπομέγιστων δραστηριοτήτων, όπως κολύμπι, τένις. Είναι πάρα πολύ δύσκολο να διατηρήσεις προσαρμογές που έγιναν από υψηλής έντασης άσκηση.

**Γ. Μπογδάνης:** Έχει δίκιο ο κ. Νάσσης. Υπάρχει μια έρευνα, η οποία δεν έχει βγει ακόμα έξω, που λέει ότι αν μειώσεις ακόμα και τον όγκο της υψηλής έντασης διαλειμματικής προπόνησης (όχι να τη σταματήσεις), οι προσαρμογές πέφτουν κατακόρυφα μέσα σε 15 ημέρες, τόσο γρήγορα δηλαδή (19).

#### Κλείσιμο

**Β. Μούγιος:** Νομίζω ότι έγινε μια εξαιρετική ανταλλαγή απόψεων από τους δυο κορυφαίους εισηγητές μας. Για όσους από το ακροατήριο αναρωτιούνται, τι γίνεται με αυτούς τους επιστήμονες, τι είναι σωστό, το ένα ή το άλλο, πρέπει να πω ότι αυτή είναι η πεμπτουσία της επιστημονικής έρευνας και μέσα από τέτοιες έρευνες και τέτοιες αντιπαραθέσεις βγάζουμε μια άκρη. Αυτή η άκρη που βγάζουμε καλό είναι να στηρίζεται πάνω σε ενδείξεις, οι οποίες συσσωρευόμενες γίνονται αποδείξεις. Διεθνώς υπάρχουν διάφορα συστήματα επιπέδων ενδείξεων. Έχω μπροστά μου ένα σύστημα που λέγεται Grade και που έχει 4 επίπεδα ενδείξεων. Το επίπεδο Α, που είναι υψηλό, το Β, που είναι μέτριο, το Γ, που είναι χαμηλό, και το Δ, που είναι πολύ χαμηλό ([http://www.essentialevidenceplus.com/product/ebm\\_loe.cfm?show=grade](http://www.essentialevidenceplus.com/product/ebm_loe.cfm?show=grade)).

Τυχαίνει σήμερα πολλά από τα πράγματα που κουβεντιάσαμε να εμπίπτουν και στα 4 αυτά επίπεδα, δηλαδή για κάποια απ'όσα είπαμε έχουμε πολύ καλές ενδείξεις, αλλά για κάποια έχουμε λίγες ενδείξεις. Αν ξεκινήσω από αυτά που είναι στις δύο πάνω κατηγορίες (Α και Β), κατά τη γνώμη μου, κάνοντας τη σύγκριση των δυο ειδών άσκησης και ξεκινώντας από τη διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης, θα κατέτασσα στα πλεονεκτήματά της το ότι σε λιγότερο χρόνο προκαλεί αύξηση της αερόβιας και της καρδιαναπνευστικής ικανότητας, όπως φαίνεται από πρόσφατη μετανάλυση (46), και μάλλον προκαλεί μεγαλύτερη βελτίωση της αγγειακής λειτουργίας, κάτι που δεν αναφέρθηκε, αλλά προκύπτει από άλλη μετανάλυση (53). Σε ό,τι αφορά τη συνεχόμενη άσκηση μέτριας έντασης, θα έλεγα ως πλεονέκτημα το ότι είναι πιο βαθιά και ιδιαίτερα σε άτομα με χαμηλή ικανότητα, όπως είναι οι παχύσαρκοι, ενέχει μικρότερο κίνδυνο τραυματισμού και κίνδυνο άλλων επιπλοκών, όπως είναι η υπέρταση κατά την άσκηση, και υποστηρίζεται από περισσότερες και πιο μακροχρόνιες μελέτες. Όμως αυτό είναι η μοίρα πάντα της αντιπαράθεσης του καθιερωμένου με το καινούργιο. Δηλαδή, το γεγονός ότι έχουμε λιγότερες έρευνες πάνω στη διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης οφείλεται στο ότι είναι σχετικά καινούργια. Τουλάχιστον, εντατικά μελετάται σχετικά πρόσφατα.

Για ερωτήματα, όπως ποια είναι η επίδραση στον μυϊκό μεταβολισμό, ποια μορφή άσκησης είναι τελικά καλύτερη για την αντιμετώπιση του διαβήτη τύπου 2, ποια είναι η επίδραση στην οξειδοαναγωγική κατάσταση, πόσο διαρκούν οι προσαρμογές όταν επέρχεται αποπροπόνηση (detraining), οι ενδείξεις είναι σε χαμηλό επίπεδο, σε επίπεδο Δ. Μια πρόσθετη δυσκολία της έρευνας στον τομέα αυτόν είναι ότι η διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης είναι πιο δύσκολο να προσδιοριστεί από τη συνεχόμενη άσκηση μέτριας έντασης, επειδή στην πρώτη υπεισέρχονται, πέρα από τη διάρκεια και την ένταση της άσκησης, η διάρκεια και η ένταση των διαλειμμάτων, καθώς και ο συνδυασμός του ενός με το άλλο, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε εντελώς διαφορετικά αποτελέσματα. Για παράδειγμα, και η διαλειμματική άσκηση που είναι στο

85% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου και διαρκεί 4 λεπτά λέγεται ΗΙΤ, αλλά και αυτή που είναι στο 170% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου και κρατάει 10 δευτερόλεπτα είναι ΗΙΤ. Επομένως υπάρχει μια βασική ανάγκη να βελτιωθεί η περιγραφή των ειδών άσκησης που ονομάζουμε ΗΙΤ. Καινούργια πράγματα που δεν έχουν αγγιχθεί καθόλου και αποτελούν αντικείμενα επιστημονικής έρευνας είναι το ποιες είναι οι διατροφικές ανάγκες στη διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης (ξέρουμε πολλά για τη συνεχόμενη άσκηση, αλλά πολύ λίγα για τη ΗΙΤ) και το αν υπάρχουν συμπληρώματα διατροφής, τα οποία θα μπορούσαν να βοηθήσουν την απόδοση στη διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης.

Κλείνοντας, θα ήθελα να πω ότι ένα συνηθισμένο κλισέ αυτών που κάνουν χαιρετισμούς στην τελετή έναρξης και ίσως το ακούσουμε και σήμερα είναι το «Περιμένουμε με ανυπομονησία τα πορίσματα του συνεδρίου σας», κάτι που συνήθως δεν γίνεται σχεδόν ποτέ: τα συνέδρια σπάνια βγάζουν πορίσματα. Το δικό μας συνέδριο νομίζω ότι μπορεί να το σπάσει αυτό, πρώτον γιατί η Οργανωτική Επιτροπή έχει ζητήσει από τις στρογγυλές τράπεζες μια σύνοψη των εργασιών τους και δεύτερον γιατί θα μπορούσαν τα πορίσματα από τη σημερινή στρογγυλή τράπεζα να αποτελέσουν το υλικό για αυτό που λέμε position statement, μια θέση που θα εκδώσει η Σχολή σε συνεργασία με τους εισηγητές ή με την Ελληνική Εταιρεία Βιοχημείας και Φυσιολογίας της Άσκησης, της οποίας (για να παινέσω το σπίτι μας) οι τρεις μας είμαστε μέλη. Πολύ ευχαρίστως θα μπορούσαμε να κάτσουμε, κύριε Κοσμήτορα, να εκδώσουμε μια σύντομη θέση, η οποία να αναρτηθεί στις ιστοσελίδες και να αποτελέσει οδηγό για όσους ενδιαφέρονται.

### Σημείωση

Αντί για το position statement που αναφέρεται λίγο παραπάνω, οι συντελεστές του debate θεώρησαν χρησιμότερη την παρούσα αποτύπωση της συζήτησης.

### Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε τη φοιτήτρια του ΤΕΦΑΑ Θεσσαλονίκης Αριάδνη Χρυσάνθη Σκάρη για την απομαγνητοφώνηση των ερωτήσεων, των απαντήσεων και του κλεισίματος.

### Παραπομπές

1. Armstrong N. Aerobic fitness and training in children and adolescents. *Pediatr Exerc Sci* 28: 7–10, 2016.
2. Baar K. Adaptations of skeletal muscle to exercise: rapid increase in the transcriptional coactivator PGC-1. *FASEB J* 16: 1879–1886, 2002.
3. Bajer B, Vlcek M, Galusova A, Imrich R, Penesova A. Exercise associated hormonal signals as powerful determinants of an effective fat mass loss. *Endocr. Regul.* 49: 151–163, 2015.
4. Bangsbo J, Gunnarsson TP, Wendell J, Nybo L, Thomassen M. Reduced volume and increased training intensity elevate muscle Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> pump alpha2-subunit expression as well as short- and long-term work capacity in humans. *J Appl Physiol* 107: 1771–1780, 2009.
5. Batacan RB, Duncan MJ, Dalbo VJ, Tucker PS, Fenning AS. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *Br J Sports Med* 51: 494–503, 2017.
6. Bogdanis GC, Stavrinou P, Fatouros IG, Philippou A, Chatzinikolaou A, Draganidis D, Ermidis G, Maridaki M. Short-term high-intensity interval exercise training attenuates oxidative stress responses and improves antioxidant status in healthy humans. *Food Chem Toxicol* 61: 171–177, 2013.
7. Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sport Med* 43: 313–338, 2013.
8. Burgomaster KA, Cermak NM, Phillips SM, Benton CR, Bonen A, Gibala MJ. Divergent response of metabolite transport proteins in human skeletal muscle after sprint interval training and detraining. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 292: R1970–R1976, 2007.
9. Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, Macdonald MJ, McGee SL, Gibala MJ. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *J Physiol* 586: 151–160, 2008.

10. Burgomaster KA, Hughes SC, Heigenhauser GJF, Bradwell SN, Gibala MJ, Kirsten A, George JF. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *J Appl Physiol* 98: 1985–1990, 2005.
11. Bussau VA, Ferreira LD, Jones TW, Fournier PA. A 10-s sprint performed prior to moderate-intensity exercise prevents early post-exercise fall in glycaemia in individuals with type 1 diabetes. *Diabetologia* 50: 1815–1818, 2007.
12. Ekkekakis P, Lind E. Exercise does not feel the same when you are overweight: the impact of self-selected and imposed intensity on affect and exertion. *Int J Obes* 30: 652–660, 2006.
13. Ekkekakis P, Parfitt G, Petruzzello SJ. The Pleasure and Displeasure People Feel When they Exercise at Different Intensities. *Sport Med* 41: 641–671, 2011.
14. Gayda M, Ribeiro PA, Juneau M, Nigam A. Comparison of different forms of exercise training in patients with cardiac disease: Where does high-intensity interval training fit? *Can. J. Cardiol.* 32: 485–494, 2016.
15. Gibala MJ, Hawley JA. Sprinting toward fitness. *Cell Metab* 25: 988–990, 2017.
16. Gibala MJ, Little JP, van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, Raha S, Tarnopolsky MA. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol* 575: 901–911, 2006.
17. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol* 590: 1077–1084, 2012.
18. Gillen JB, Gibala MJ. Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Appl Physiol Nutr Metab* 39: 409–412, 2014.
19. Granata C, Oliveira RS, Little JP, Renner K, Bishop DJ. Mitochondrial adaptations to high-volume exercise training are rapidly reversed after a reduction in training volume in human skeletal muscle. *FASEB J* 30: 3413–3423, 2016.
20. Hall CW, Holmstrup ME, Koloseus J, Anderson D, Kanaley JA. Do overweight and obese individuals select a “moderate intensity” workload when asked to do so? *J Obes* 2012: 919051, 2012.
21. Handschin C, Spiegelman BM. The role of exercise and PGC1 $\alpha$  in inflammation and chronic disease. *Nature* 454: 463–469, 2008.
22. Hansen D, Meeusen R, Mullens A, Dendale P. Effect of acute endurance and resistance exercise on endocrine hormones directly related to lipolysis and skeletal muscle protein synthesis in adult individuals with obesity. *Sport. Med.* 42: 415–431, 2012.
23. Hawley JA, Gibala MJ. What’s new since Hippocrates? Preventing type 2 diabetes by physical exercise and diet. *Diabetologia* 55: 535–539, 2012.
24. Holloway TM, Spriet LL. CrossTalk opposing view: High intensity interval training does not have a role in risk reduction or treatment of disease. *J Physiol* 593: 5219–5221, 2015.
25. Iaia FM, Fiorenza M, Perri E, Alberti G, Millet GP, Bangsbo J. The effect of two speed endurance training regimes on performance of soccer players. *PLoS One* 10: e0138096, 2015.
26. Issurin VB. New horizons for the methodology and physiology of training periodization - block periodization: New horizon or a false dawn? *Sport Med* 40: 189–206, 2010.
27. Jelleyman C, Yates T, O’Donovan G, Gray LJ, King JA, Khunti K, Davies MJ. The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance: a meta-analysis. *Obes Rev* 16: 942–961, 2015.
28. Jorge ML, De Oliveira VN, Resende NM, Paraiso LF, Calixto A, Diniz AL, Resende ES, Ropelle ER, Carnevalheira JB, Espindola FS, Jorge PT, Geloneze B. The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism* 60: 1244–1252, 2011.
29. Karstoft K, Winding K, Knudsen SH, Nielsen JS, Thomsen C, Pedersen BK, Solomon TPJ. The effects of free-living interval-walking training on glycemic control, body composition, and physical fitness in type 2 diabetic patients: A randomized, controlled trial. *Diabetes Care* 36: 228–236, 2013.
30. Kilian Y, Engel F, Wahl P, Achtzehn S, Sperlich B, Mester J. Markers of biological stress in response to a single session of high-intensity interval training and high-volume training in young athletes. *Eur J Appl Physiol* 116: 2177–2186, 2016.
31. Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sport. Med.* 35: 339–361, 2005.
32. Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, Bales CW, Henes S, Samsa GP, Otvos JD, Kulkarni KR, Slentz CA. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *N Engl J Med* 347: 1483–1492, 2002.

33. Krekoulia M, Nassis GP, Psarra G, Skenderi K, Chrousos GP, Sidossis LS. Elevated total and central adiposity and low physical activity are associated with insulin resistance in children. *Metabolism* 56: 206–213, 2007.
34. LaMonte MJ, Blair SN. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and adiposity: contributions to disease risk. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 9: 540–546, 2006.
35. Laursen PB. Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? *Scand J Med Sci Sports* 20: 1–10, 2010.
36. Laursen PB, Shing CM, Peake JM, Coombes JS, Jenkins DG. Interval training program optimization in highly trained endurance cyclists. *Med Sci Sports Exerc* 34: 1801–1807, 2002.
37. Lee DC, Pate RR, Lavie CJ, Sui X, Church TS, Blair SN. Leisure-time running reduces all-cause and cardiovascular mortality risk. *J Am Coll Cardiol* 64: 472–481, 2014.
38. Little JP, Safdar A, Bishop D, Tarnopolsky MA, Gibala MJ. An acute bout of high-intensity interval training increases the nuclear abundance of PGC-1 $\alpha$  and activates mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 300: R1303–R1310, 2011.
39. Little JP, Safdar A, Wilkin GP, Tarnopolsky MA, Gibala MJ. A practical model of low-volume high-intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: potential mechanisms. *J Physiol* 588: 1011–1022, 2010.
40. MacInnis MJ, Gibala MJ. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *J Physiol* 9: 2915–2930, 2016.
41. Madsen SM, Thorup AC, Overgaard K, Jeppesen PB. High intensity interval training improves glycaemic control and pancreatic  $\beta$  cell function of type 2 diabetes patients. *PLoS One* 10: e0133286, 2015.
42. Maldonado-Martín S, Cámara J, James DVB, Fernández-López JR, Artetxe-Gezuraga X. Effects of long-term training cessation in young top-level road cyclists. *J Sports Sci* 35: 1396–1401, 2017.
43. Metcalfe RS, Babraj JA, Fawkner SG, Volllaard NBJ. Towards the minimal amount of exercise for improving metabolic health: beneficial effects of reduced-exertion high-intensity interval training. *Eur J Appl Physiol* 112: 2767–75, 2012.
44. Metcalfe RS, Koumanov F, Ruffino JS, Stokes KA, Holman GD, Thompson D, Volllaard NBJ. Physiological and molecular responses to an acute bout of reduced-exertion high-intensity interval training (REHIT). *Eur J Appl Physiol* 115: 2321–2334, 2015.
45. Metcalfe RS, Tardif N, Thompson D, Volllaard NBJ. Changes in aerobic capacity and glycaemic control in response to reduced-exertion high-intensity interval training (REHIT) are not different between sedentary men and women. *Appl Physiol Nutr Metab* 41: 1117–1123, 2016.
46. Milanović Z, Sporiš G, Weston M. Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO<sub>2</sub>max Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. *Sport Med* 45: 1469–1481, 2015.
47. Mitranun W, Deerochanawong C, Tanaka H, Suksom D. Continuous vs interval training on glycemic control and macroand microvascular reactivity in type 2 diabetic patients. *Scand J Med Sci Sports* 24: E69–E76, 2014.
48. Nassis GP. High-intensity interval training: how much pain to get a gain? *Br J Sports Med* 51: 492–493, 2017.
49. Nassis GP, Papantakou K, Skenderi K, Triandafillopoulou M, Kavouras SA, Yannakoulia M, Chrousos GP, Sidossis LS. Aerobic exercise training improves insulin sensitivity without changes in body weight, body fat, adiponectin, and inflammatory markers in overweight and obese girls. *Metabolism* 54: 1472–1479, 2005.
50. Nassis GP, Psarra G, Sidossis LS. Central and total adiposity are lower in overweight and obese children with high cardiorespiratory fitness. *Eur J Clin Nutr* 59: 137–141, 2005.
51. Nyberg M, Fiorenza M, Lund A, Christensen M, Rømer T, Piil P, Hostrup M, Christensen PM, Holbek S, Ravnholt T, Gunnarsson TP, Bangsbo J. Adaptations to Speed Endurance Training in Highly Trained Soccer Players. *Med Sci Sports Exerc* 48: 1355–1364, 2016.
52. Rakobowchuk M, Tanguay S, Burgomaster KA, Howarth KR, Gibala MJ, MacDonald MJ. Sprint interval and traditional endurance training induce similar improvements in peripheral arterial stiffness and flow-mediated dilation in healthy humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 295: R236–R242, 2008.
53. Ramos JS, Dalleck LC, Tjonna AE, Beetham KS, Coombes JS. The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: a systematic review and meta-analysis. *Sport Med* 45: 679–692, 2015.
54. Ratel S, Blazeovich AJ. Are prepubertal children metabolically comparable to well-trained adult endurance

- athletes? *Sport. Med.* ( January 2, 2017). doi: 10.1007/s40279-016-0671-1.
55. Ratel S, Lazaar N, Dore E, Baquet G, Williams CA, Berthoin S, Van Praagh E, Bedu M, Duche P. High-intensity intermittent activities at school: controversies and facts. [Online]. *J Sports Med Phys Fitness* 44: 272–80, 2004. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15756166> [11 May 2017].
56. Sadarangani KP, Hamer M, Mindell JS, Coombs NA, Stamatakis E. Physical activity and risk of all-cause and cardiovascular disease mortality in diabetic adults from Great Britain: Pooled analysis of 10 population-based cohorts. *Diabetes Care* 37: 1016–1023, 2014.
57. Schumacher YO, Mueller P. The 4000-m team pursuit cycling world record: theoretical and practical aspects. *Med Sci Sports Exerc* 34: 1029–1036, 2002.
58. Terzis G, Spengos K, Methenitis S, Aagaard P, Karandreas N, Bogdanis G. Early phase interference between low-intensity running and power training in moderately trained females. *Eur J Appl Physiol* 116: 1063–1073, 2016.
59. Toraman NF, Ayceman N. Effects of six weeks of detraining on retention of functional fitness of old people after nine weeks of multicomponent training. *Br J Sports Med* 39: 565–568, 2005.
60. Tsitkanou S, Spengos K, Stasinaki A-N, Zaras N, Bogdanis G, Papadimas G, Terzis G. Effects of high-intensity interval cycling performed after resistance training on muscle strength and hypertrophy. *Scand. J. Med. Sci. Sports* ( September 23, 2016). doi: 10.1111/sms.12751.
61. Wannamethee SG, Shaper AG. Physical activity in the prevention of cardiovascular disease: an epidemiological perspective. *Sports Med* 31: 101–114, 2001.
62. Weston KS, Wisløff U, Coombes JS. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 48: 1–9, 2013.
63. Wisløff U, Coombes JS, Rognum Ø. CrossTalk proposal: High intensity interval training does have a role in risk reduction or treatment of disease. *J Physiol* 593: 5215–5217, 2015.
64. Zenko Z, Ekkekakis P, Ariely D. Can You Have Your Vigorous Exercise and Enjoy It Too? Ramping Intensity Down Increases Postexercise, Remembered, and Forecasted Pleasure. *J Sport Exerc Psychol* 38: 149–59, 2016.