



ΚΙΝΗΣΙΟΛΟΓΙΑ

ανθρωπιστική κατεύθυνση

ΔΙΑΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ ΥΨΗΛΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ: ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΨΥΧΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΣΥΝΕΧΟΜΕΝΗ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ ΜΕΤΡΙΑΣ ΕΝΤΑΣΗΣ

Ρέππα Κλεοπάτρα-Μαρία,
Μπογδάνης Γρηγόρης,
Σταύρου Νεκτάριος,
Ψυχουντάκη Μαρία

Η βιβλιογραφική αναφορά του άρθρου αυτού είναι:

Ρέππα, Κ.-Μ., Μπογδάνης, Γ., Σταύρου, Ν., & Ψυχουντάκη, Μ. (2021). Διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης: Σχέση με ψυχολογικούς και φυσιολογικούς δείκτες και σύγκριση με συνεχόμενη προπόνηση μέτριας έντασης. *Κινησιολογία, Ανθρωπιστική κατεύθυνση*, 8(2), 33-55.

HIGH INTENSITY INTERVAL TRAINING: RELATIONSHIP WITH PSYCHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL INDEXES AND DIFFERENCES FROM MODERATE INTENSITY CONTINUOUS TRAINING

Reppa Cleopatra-Maria¹, Bogdanis C. Gregory¹, Stavrou Nektarios¹, Psychountaki Maria¹

1. Department of Physical Education and Sport Science, School of Physical Education and Sport Science, National and Kapodistrian University of Athens

Abstract

High intensity interval training is a training protocol which can induce significant physiological adaptations for people in a short period of time, which explains its increasing popularity at a worldwide level. This type of training consists of bouts of vigorous training which are interspersed with bouts of low intensity exercise or even passive recovery. In many studies there have been comparisons between high intensity interval training and moderate intensity continuous training concerning the effects on physiological indexes but also on psychological parameters of people. Many researchers have turned their attention to the psychological effects of high intensity interval training since, according to the Dual Mode Theory, when the intensity exceeds a certain point (anaerobic and ventilatory threshold of the participants), pleasure is significantly reduced. The nature of this training protocol is the main purpose for conducting this literature review. Studies were obtained from three electronic data bases (Google Scholar, Scopus, PubMed) with “high intensity interval training” as the main key term. After a thorough examination of the points that were made in every study included, the proponents’ and antagonists’ perspective concerning this training protocol was made clearer. Moreover, the promotion of high intensity interval training is justified by taking into consideration the contemporary social circumstances that impose the use of short training protocols and a long-term adherence to exercise, since many people lack free time because of the rapid social rhythms that occur on a global level.

KEY WORDS: high intensity interval training protocol, mood, affective responses, psychological parameters, physiological parameters, moderate intensity continuous training protocol

ΔΙΑΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ ΥΨΗΛΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ: ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΨΥΧΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΣΥΝΕΧΟΜΕΝΗ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ ΜΕΤΡΙΑΣ ΕΝΤΑΣΗΣ

**Ρέππα Κλεοπάτρα-Μαρία¹, Μπογδάνης Γρηγόρης¹, Σταύρου Νεκτάριος¹,
Ψυχουντάκη Μαρία¹**

1. Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης αποτελεί ένα πρωτόκολλο προπόνησης με σημαντικά φυσιολογικά οφέλη για τους ασκούμενους σε σύντομο χρονικό διάστημα, στοιχείο που εξηγεί την αυξανόμενη δημοτικότητά της τα τελευταία χρόνια παγκοσμίως. Η παραπάνω μορφή προπόνησης χαρακτηρίζεται από περιόδους έντονης άσκησης, στις οποίες παρεμβάλλονται σύντομα διαλείμματα χαμηλής έντασης άσκησης ή και παθητικής ακόμη αποκατάστασης. Σε πολλές έρευνες έχει γίνει σύγκριση της υψηλής έντασης διαλειμματικής προπόνησης με τη συνεχόμενη προπόνηση μέτριας έντασης, αναφορικά με τις επιδράσεις τους τόσο σε φυσιολογικές όσο και σε ψυχολογικές παραμέτρους των ασκούμενων. Αρκετοί ερευνητές έχουν στρέψει την προσοχή τους στις ψυχολογικές επιδράσεις αυτού του συγκεκριμένου πρωτοκόλλου προπόνησης, καθώς, σύμφωνα με τη θεωρία της Διπλής Λειτουργίας, παρατηρείται πως, όταν η ένταση της άσκησης αυξάνεται πάνω από ένα ορισμένο επίπεδο (αναερόβιο και αναπνευστικό κατώφλι των ασκούμενων), οι δείκτες της απόλαυσης μειώνονται σε σημαντικό βαθμό για τους ασκούμενους. Αυτή η διφορούμενη φύση τού προς μελέτη προπονητικού πρωτοκόλλου αποτελεί και τη βασική αιτία διεξαγωγής της συγκεκριμένης ανασκόπησης. Για τις ανάγκες της παρούσας ανασκόπησης συλλέχθηκαν εργασίες από τρεις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων (Google Scholar, Scopus, PubMed) με βασική λέξη κλειδί τον όρο "high intensity interval training". Από την ενδελεχή μελέτη των πληροφοριών, οι οποίες εξήχθησαν από τις έρευνες που συμπεριλήφθηκαν, διαφάνηκε η πόλωση η οποία υπάρχει γύρω από τη συγκεκριμένη θεματική ενότητα. Επίσης, η προβολή η οποία έχει λάβει αυτή η μορφή προπόνησης χρήζει ανάλυσης και εξέτασης, αφού η αναγκαιότητα χρήσης σύντομων προπονητικών προγραμμάτων και ενίσχυσης της μακροχρόνιας προσκόλλησης στην άσκηση είναι επιτακτική στις σύγχρονες κοινωνίες, οι οποίες χαρακτηρίζονται από ταχείς ρυθμούς αλλά και έλλειψη ελεύθερου χρόνου για την πλειονότητα των ανθρώπων σε παγκόσμιο επίπεδο.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: υψηλής έντασης διαλειμματική προπόνηση, ψυχική διάθεση, ψυχολογικές αποκρίσεις, ψυχολογικές παράμετροι, φυσιολογικές παράμετροι, συνεχόμενη άσκηση μέτριας έντασης

Εισαγωγή

Η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης (high-intensity interval training; H.I.I.T.) έχει λάβει αρκετή και αυξανόμενη προβολή τα τελευταία χρόνια στον τομέα της υγείας και της φυσικής κατάστασης. Έχει αποκτήσει τις διαστάσεις μιας παγκόσμιας τάσης. Αυτό το πρωτόκολλο άσκησης χαρακτηρίζεται από επαναλαμβανόμενες περιόδους υψηλής έντασης άσκησης [$\geq 80-90\%$ της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_{2max})], στις οποίες παρεμβάλλονται περίοδοι χαμηλής έντασης ή παθητικής αποκατάστασης (Tjonna et al., 2008). Η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης είναι μια δυναμική και σύνθετη μορφή άσκησης, με υψηλή δημοτικότητα, γεγονός που ενισχύει τον αριθμό των δημοσιεύσεων γύρω από αυτήν, με αρκετούς να τη συγκρίνουν (Andreato, 2020) με τη συνεχόμενη προπόνηση μέτριας έντασης (moderate-intensity continuous training; M.I.C.T.). Αξίζει να σημειωθεί πως αυτή η μέθοδος αναπτύχθηκε αρχικά για την προετοιμασία των αθλητών και στην πορεία προτάθηκε ως κατάλληλη πρακτική για τη δημόσια υγεία (Gaesser & Angadi, 2011; Gillen & Gibala, 2014; Rehn et al., 2013). Δύο βασικά στοιχεία που αυξάνουν τη δημοτικότητά της είναι και στοιχεία τα οποία παράλληλα άρουν τους δύο βασικούς περιορισμούς που έχει η συνεχόμενη προπόνηση μέτριας έντασης. Αρχικά, η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης επιταχύνει τα μεταβολικά οφέλη και επιπλέον μειώνει τον απαιτούμενο χρόνο δέσμευσης στην άσκηση (Decker & Ekkekakis, 2017).

Πέρα από τις φυσιολογικές επιδράσεις αυτού του πρωτοκόλλου άσκησης, η βιβλιογραφία τα τελευταία χρόνια έχει στρέψει και την προσοχή της στις ψυχολογικές αποκρίσεις στην άσκηση γενικά. Έρευνες έχουν δείξει την ύπαρξη αρνητικής σχέσης ανάμεσα στην ένταση της άσκησης και τα συναισθήματα που προκαλούνται. Συνεπώς, όταν η ένταση αυξάνεται πάνω από το αναπνευστικό κατώφλι του ασκουμένου, οι συναισθηματικές αποκρίσεις προς την άσκηση γίνονται αρνητικές (Blanchard et al., 2001; Ekkekakis & Petruzzello, 2002; Parfitt & Hughes, 2009). Πιο συγκεκριμένα, συνεχόμενα τμήματα έντονης άσκησης προκαλούν υψηλή ψυχολογική δυσχέρεια και διαταραχή (Blanchard et al., 2001), μειωμένη απόλαυση (Brewer et al., 2000; Kilpatrick et al., 2003) και έντονα συναισθήματα δυσάρεσκειας (Hall et al., 2002). Για την εξήγηση αυτής της σχέσης, ο Ekkekakis (2003) πρότεινε τη θεωρία της Διπλής Λειτουργίας (Dual-Mode Theory) η οποία εξηγεί τη μεγάλη μείωση στην απόλαυση, όταν οι ασκούμενοι εργάζονται πάνω και πέρα από το αναπνευστικό κατώφλι (Ekkekakis, 2003). Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, τα συναισθήματα που βιώνονται κατά την άσκηση επηρεάζονται, από το μεταβολικό κόστος το οποίο σχετίζεται με την ένταση που εκτελείται η άσκηση. Αυτή η σχέση έχει ενισχύσει τη σκέψη για τροποποίηση των κατευθυντήριων οδηγιών για την άσκηση (Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2008; Garger et al., 2011).

Σε αντιπαράθεση με την παραπάνω άποψη, περί τροποποίησης αυτών των οδηγιών, προκειμένου η άσκηση να ενισχύει όχι μόνο τα καρδιαγγειακά οφέλη αλλά και την ψυχική διάθεση, υπάρχει έρευνα που αποκαλύπτει ότι το μεγαλύτερο εμπόδιο των ανθρώπων στη σύγχρονη εποχή απέναντι στην άσκηση είναι η έλλειψη χρόνου (Trost et al., 2002). Ανεξαρτήτως ηλικίας, εθνικότητας, φύλου ή κατάστασης υγείας, οι άνθρωποι αναφέρουν ότι η έλλειψη χρόνου είναι ο πρώτος στη σειρά παράγοντας που τους οδηγεί στο να αποτυγχάνουν να ασκούνται σε τακτική βάση. Καθίσταται συνεπώς, σαφές, ότι υπάρχει ανάγκη για καινοτόμες στρατηγικές άσκησης, οι οποίες αφενός να προωθούν την υγεία με τον ελάχιστο απαιτούμενο χρόνο και αφετέρου να μην θεωρούνται δυσάρεστες (Jung et al., 2014).

Τα αντικρουόμενα ευρήματα προηγούμενων ερευνών (π.χ. Ekkekakis & Petruzzello, 2002; Juneau et al., 2014), αλλά και η έλλειψη ομοφωνίας στη βιβλιογραφία αναφορικά με το αν η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης είναι συνολικά ωφέλιμη για τον μέσο πληθυσμό, ενισχύουν τη σημαντικότητα της παρούσας μελέτης, καθώς θα παρουσιαστεί και θα εξεταστεί

σε βάθος η ήδη υπάρχουσα βιβλιογραφία και τα σχόλια που έχει λάβει το συγκεκριμένο πρωτόκολλο άσκησης τόσο από τους υποστηρικτές του όσο και από τους εναντίους του. Είναι σημαντικό οι προπονητές και οι γυμναστές να εστιάσουν τόσο στα φυσιολογικά όσο και ψυχολογικά οφέλη των πρωτοκόλλων άσκησης που χρησιμοποιούν.

Μέθοδος & αποτελέσματα

Για την επίτευξη του σκοπού της παρούσας μελέτης πραγματοποιήθηκε αναζήτηση ερευνών σχετιζόμενων με το συγκεκριμένο θέμα στις ακόλουθες ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων: Google Scholar, Scopus, PubMed. Η εύρεση σχετικών μελετών έγινε κυρίως με την εισαγωγή του όρου "high-intensity interval training", για τον οποίο τέθηκε ως προϋπόθεση να εμφανίζεται είτε στον τίτλο είτε στην περίληψη της μελέτης. Περαιτέρω λέξεις-κλειδιά που συνέβαλαν στην ανάκτηση ερευνών ήταν οι παρακάτω: "hiit", "high-intensity interval training/hiit and mood", "high-intensity interval training/hiit and affective responses", "high-intensity interval training/hiit and physiological adaptations" και "high-intensity interval training/hiit and moderate-intensity continuous training/mict".

Για τη συμπερίληψη εργασιών στην παρούσα ανασκόπηση τέθηκαν τα ακόλουθα κριτήρια: (α) να είναι δημοσιευμένη η πλήρης τους μορφή ή η περίληψή τους σε επιστημονικά περιοδικά με επιστημονική επιτροπή, (β) να είναι συνταγμένα στην αγγλική γλώσσα, (γ) να αναλύουν την διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης είτε από φυσιολογική είτε από ψυχολογική προοπτική, (δ) να έχουν δημοσιευτεί μετά το 1997.

Το υλικό που συγκεντρώθηκε ταξινομήθηκε παρακάτω βάσει διακριτών θεματικών ενότητων, κάθε μία εκ των οποίων αναλύει μια συγκεκριμένη παράμετρο ή έννοια σε σχέση ή σύγκριση με την υψηλής έντασης διαλειμματική προπόνηση.

Υψηλής έντασης διαλειμματική προπόνηση

Αυτό το πρωτόκολλο προπόνησης χρησιμοποιείται με αυξανόμενο ρυθμό τα τελευταία χρόνια και συναντάται σε πολλά σύγχρονα προγράμματα γυμναστικής με τη διεθνή ορολογία του ως high-intensity interval training (H.I.I.T.). Γενικά, επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης έντονου έργου και διαλειμμάτων και μπορεί να οριστεί ως ένα πρωτόκολλο άσκησης με επαναλαμβανόμενες περιόδους, μικρής ή μέτριας διάρκειας, εκτελεσμένες σε ένταση 80-90% $\text{VO}_{2\text{max}}$ (Laurson & Jenkins, 2002). Σε αυτές τις περιόδους έντονης άσκησης παρεμβάλλονται σύντομες περίοδοι χαμηλής έντασης άσκησης ή αδράνειας, οι οποίες επιτρέπουν μερική, αλλά όχι πλήρη, αποκατάσταση. Η εναλλαγή της έντασης και της διάρκειας του έργου και της αποκατάστασης, μπορεί να οδηγήσει σε αμέτρητο αριθμό προγραμμάτων γυμναστικής. Ο σκοπός αυτού του πρωτοκόλλου είναι να επιβαρύνει επαναλαμβανόμενα τα φυσιολογικά συστήματα του ανθρώπινου οργανισμού, τα οποία θα ενεργοποιηθούν σε μια συγκεκριμένη άσκηση αντοχής, με τρόπο που ξεπερνά τις απαιτήσεις της άσκησης καθαυτής. Αυτό δικαιολογεί και την πρακτική των προπονητών να χρησιμοποιούν την διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης, προκειμένου να βελτιώσουν την απόδοση στην αντοχή των αθλητών τους και ιδιαίτερα στην προαγωνιστική περίοδο (Hawley et al., 1997). Γενικά, το συγκεκριμένο πρωτόκολλο άσκησης φαίνεται πως είναι περισσότερο ευεργετικό σε μη προπονημένο και ερασιτεχνικά ασκούμενο πληθυσμό, όσον αφορά

στη βελτίωση της αντοχής, σε σχέση με τη συνεχόμενη υπομέγιστη άσκηση (Harmer et al., 2000; MacDougall et al., 1998).

Έχουν αναπτυχθεί δύο υποκατηγορίες της διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης. Η πρώτη υποκατηγορία ονομάζεται «αερόβια διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης» και η δεύτερη υποκατηγορία έχει ονομαστεί «διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης με το βάρος του σώματος» ή αλλιώς «διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης με αντιστάσεις» (Kilpatrick et al., 2014). Και τα δύο είδη περιλαμβάνουν περιόδους έντονης προσπάθειας (περίπου 90% VO_{2max}), οι οποίες ακολουθούνται από περιόδους αποκατάστασης, με ειδοποιό διαφορά τον τύπο της άσκησης που εκτελείται. Η «αερόβια» υποκατηγορία περιλαμβάνει, ως επί το πλείστον, τρέξιμο ή ποδήλατο προκειμένου να οδηγήσει στα επιθυμητά αποτελέσματα, ενώ η υποκατηγορία των «αντιστάσεων» κάνει χρήση πλειομετρικών ή καλλισθενικών ασκήσεων και ασκήσεων που περιλαμβάνουν άρσεις βαρών. Παρότι η έρευνα υπογραμμίζει την αποτελεσματικότητα της δεύτερης υποκατηγορίας, τα περισσότερα πρωτόκολλα πειραμάτων χρησιμοποιούν την «αερόβια» υποκατηγορία, η οποία κάνει χρήση διαδρόμου ή ποδηλάτου, επειδή δύναται να προσφέρει πιο ακριβείς αξιολογήσεις των προπονητικών ερεθισμάτων (McRae et al., 2012). Επιπλέον, παρότι γενικά υπάρχει μεγάλη ποικιλία προγραμμάτων διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης, στα οποία διαφοροποιούνται η εκτελούμενη ένταση των περιόδων άσκησης και αποκατάστασης, μία τελευταία έρευνα έδειξε πως διαφορετικά πρωτόκολλα με ίδια μέση ένταση προκαλούν παρόμοιες συναισθηματικές αποκρίσεις (Oliveira et al., 2021).

Σύμφωνα με το American College of Sports Medicine (ACSM, 2014), αναζητούνται τρόποι και επιλογές ως προς τα προγράμματα φυσικής κατάστασης, ούτως ώστε να έχουν οφέλη για την υγεία, αλλά και να οδηγούν τους ασκούμενους σε προσκόλληση σε αυτά. Η διαλειμματική άσκηση εικάζεται πως είναι μια αναπτυσσόμενη τάση στον τομέα της φυσικής αγωγής, η οποία δύναται να συμβάλλει και στους δύο αυτούς σκοπούς. Αναφορικά με την προάσπιση της υγείας μέσω της άσκησης, οι οδηγίες από διεθνείς οργανισμούς (World Health Organization, 2020) ανανεώνονται κάθε φορά που υπάρχουν νέα επιστημονικά δεδομένα στον τομέα και αναφέρουν πως η διάρκεια της φυσικής δραστηριότητας (εκφρασμένη σε λεπτά) διαφοροποιείται ανάλογα με την έντασή (εκφρασμένη σε MET; Metabolic Equivalent of Task; μεταβολικό ισοδύναμο δραστηριότητας) της. Τα χαρακτηριστικά της διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης δεν μπορούν να ενταχθούν επακριβώς σε αυτές τις κατευθυντήριες γραμμές, αφού η έντασή της ξεπερνάει το κατώφλι της «έντονης άσκησης» (≥ 6 MET, δηλαδή έξι φορές πιο έντονη από την ενεργειακή δαπάνη σε ηρεμία), στο οποίο αναφέρονται οι οδηγίες. Παρόλα αυτά, αυτή η ένταση δεν ξεπερνά τα 10 με 12 λεπτά σε διάρκεια και, επίσης, αυτό το πρωτόκολλο προπόνησης περιλαμβάνει αρκετά εύκολα διαλείμματα, με ασκήσεις χαμηλής έντασης (1,5-3 MET). Συνεπώς, μπορεί να ενταχθεί στις παραπάνω οδηγίες και, συγκεκριμένα, στις οδηγίες που αφορούν στην έντονη άσκηση. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί πως είναι δύσκολο να ικανοποιηθεί ο χρόνος έντονης άσκησης, που αναφέρουν οι οδηγίες, μόνο μέσω διαλειμματικών προπονήσεων υψηλής έντασης (Kilpatrick et al., 2014).

Συνεχόμενη προπόνηση μέτριας έντασης και διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης

Η συνεχόμενη προπόνηση μέτριας έντασης (40-50% VO_{2max}) και η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης (80-90% VO_{2max}) αποτελούν δύο πρωτόκολλα, με θεμελιώδεις διαφορές αναφορικά με την προσέγγισή τους στη συνταγογράφηση της άσκησης. Η πρώτη αποτελεί μια παραδοσιακή προσέγγιση, η οποία εστιάζει στην εκτεταμένη διάρκεια και η οποία υποστηρίζεται από τις περισσότερες ομάδες επιστημόνων (π.χ. De Feo, 2013; Keteyian, 2012). Οι υποστηρικτές της

βασίζονται στα τρία ακόλουθα επιχειρήματα. Αρχικά, το συγκεκριμένο πρωτόκολλο παρέχει ένα επαρκές ερέθισμα, για κλινικά σημαντικές προσαρμογές στις καρδιοαναπνευστικές παραμέτρους. Επιπλέον, η πρακτική του εγκυμονεί μικρό ρίσκο τραυματισμού και άλλων ανεπιθύμητων επιπτώσεων. Ακόμη, θεωρείται ότι είναι ανεκτό για την πλειονότητα του πληθυσμού (Smart & Ismail, 2013). Σύμφωνα με τα Centers for Disease Control and Prevention και American College of Sports Medicine (2018), τα οποία παρέχουν αξιόπιστες και εγκεκριμένες οδηγίες για άσκηση, όλοι οι υγιείς ενήλικες, ηλικίας 18-65 ετών, οφείλουν να συμμετέχουν σε μέτριας έντασης αερόβια φυσική δραστηριότητα, τουλάχιστον 30 λεπτά, για πέντε φορές την εβδομάδα. Ακόμη, αναφορικά με τις οδηγίες του American College of Sports Medicine (2014), οι ενήλικες με παχυσαρκία προτείνεται να ασκούνται σε μια ένταση στο 40-60% της VO_{2max} ή της εφεδρείας καρδιακής συχνότητας και σε μία διάρκεια 30 λεπτών. Η αύξηση της έντασης άνω του 60% και της διάρκειας στα 60 λεπτά, συνιστώνται, αν και εφόσον, οι συμμετέχοντες είναι ικανοί και το επιθυμούν.

Ωστόσο, παρότι η συνεχόμενη άσκηση μέτριας έντασης έχει πολλά οφέλη, τα οποία την καθιστούν και τόσο διαδεδομένη στη βιβλιογραφία, έχει δύο βασικά μειονεκτήματα, τα οποία της στερούν από τη θετική δημοτικότητά της. Έχει παρατηρηθεί ότι η μέτριας έντασης δραστηριότητα προκαλεί μικρό μεταβολικό στρες και κατ' επέκταση μικρή βελτίωση στην αερόβια ικανότητα. Ως αποτέλεσμα, η μείωση του σωματικού βάρους είναι μικρή, στοιχείο που οδηγεί τους ασκούμενους, οι οποίοι έχουν ως στόχο τη μείωση του βάρους τους, όπως π.χ. ο παχύσαρκος πληθυσμός, να συγχύζονται και να αποχωρούν από την άσκηση (O'Donovan & Shave, 2007). Επιπροσθέτως, η διάρκεια που απαιτεί η συνεχόμενη άσκηση μέτριας έντασης αποτρέπει τους περισσότερους ενήλικες από τη συστηματική συμμετοχή καθώς δηλώνουν ως βασικό παράγοντα της μειωμένης δραστηριοποίησής τους την έλλειψη ελεύθερου χρόνου (Andersen & Jakicic, 2009). Ερευνητές έχουν παρατηρήσει, ότι, οι συστάσεις που απαιτούν καθημερινά τουλάχιστον 30 έως 60 λεπτά χρόνο για άσκηση, είναι μη ρεαλιστικές και πρακτικά δύσκολα εφαρμόσιμες για την πλειονότητα του πληθυσμού (Bird & Hawley, 2012). Την απάντηση στα δύο αυτά μειονεκτήματα έχει υποσχεθεί να δώσει η εναλλακτική προσέγγιση της διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης, επιταχύνοντας και συσσωρεύοντας τα οφέλη της άσκησης, με μειωμένη δέσμευση χρόνου.

Υπάρχει μια αντιπαράθεση ανάμεσα στα δύο αυτά πρωτόκολλα άσκησης, με ένθερμους υποστηρικτές και στις δύο πλευρές, οι οποίοι εντείνουν την πόλωση (Biddle & Batterham, 2015; Del Vecchio et al., 2015; Hardcastle et al., 2014; Holloway & Spriet, 2015; Jung et al., 2016; Wisløff et al., 2015). Κάποιοι ερευνητές θεωρούν, ότι η διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης ενδέχεται να είναι μια βιώσιμη εναλλακτική της συνεχόμενης άσκησης μέτριας έντασης (Jung et al., 2014), ενώ άλλοι μελετητές, έχουν συμπεράνει, ότι η πρώτη οδηγεί σε σημαντική αύξηση των αρνητικών συναισθημάτων, τόσο κατά τη διάρκεια όσο και μετά την άσκηση, σε συμμετέχοντες που ακολουθούν καθιστική ζωή (Ekkekakis, 2003). Το γεγονός αυτό, με τη σειρά του, δύναται να υπονομεύσει την προσκόλληση στη φυσική δραστηριότητα (Saaniijoki et al., 2015). Μία ανασκόπηση του 2021 κατέληξε στο συμπέρασμα πως ένα πρωτόκολλο συνεχόμενης προπόνησης μέτριας έντασης προσφέρει μεγαλύτερη ευχαρίστηση αμέσως μετά συγκριτικά με ένα πρωτόκολλο διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης, σε αντίθεση με την απόλαυση που είναι υψηλότερη μετά από πρωτόκολλο διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης (Tavares et al., 2021).

Από την μία, οι υποστηρικτές της διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης είναι πεπεισμένοι ότι αυτό το πρωτόκολλο είναι ανώτερο από την συνεχόμενη προπόνηση μέτριας έντασης (Juneau et al., 2014) και επιβεβαιώνουν ότι καλό θα ήταν να καταλάβει μία βασική θέση στις δραστηριότητες του κοινού, ούτως ώστε να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη από τη φυσική δραστηριότητα παγκοσμίως (Wisløff et al., 2015). Επιπλέον, οι ερευνητές που υποστηρίζουν τη διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης αναφέρουν στα επιχειρήματά τους ότι η άσκηση αυτή αποτελεί έναν πολύ ευχάριστο τρόπο άσκησης και ότι, συγκριτικά με την μέτριας έντασης

άσκηση, οι συμμετέχοντες δηλώνουν μεγαλύτερη απόλαυση (Kilpatrick et al., 2014). Αυτό συνδέεται με τη μειωμένη υποκειμενική αίσθηση κόπωσης, τη δυσκολία κανονικής αναπνοής και τη μονοτονία που χαρακτηρίζουν τα πρωτοκόλλα μέτριας έντασης (Juneau et al., 2014). Τέλος, οι ερευνητές, που συμμερίζονται αυτή την άποψη, ισχυρίζονται ότι η αρνητική σχέση ανάμεσα στην ένταση της άσκησης και τις συναισθηματικές αποκρίσεις, την οποία υποστηρίζουν οι Ekkekakis, Parfitt και Petruzzello (2011), ενδέχεται να μην ισχύει για την διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης, λόγω των διαλειμμάτων που μεσολαβούν και καθιστούν τη φύση αυτής της μορφής προπόνησης διαφορετική σε σχέση με τα παραδοσιακά πρωτόκολλα συνεχόμενης μέτριας έντασης προπόνησης (Jung et al., 2016).

Από την άλλη πλευρά, οι υποστηρικτές της συνεχόμενης άσκησης μέτριας έντασης θίγουν το γεγονός ότι η υψηλής έντασης προπόνηση έχει περιορισμένες αποδείξεις, αναφορικά με την αποτελεσματικότητα και την ασφάλειά της, αφού και το American Heart Association αναφέρει ότι για τον πληθυσμό με καρδιαγγειακές ασθένειες το πρωτόκολλο διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης δεν μπορεί να προταθεί ευρέως (Fletcher et al., 2013). Παρομοίως, άλλοι ειδικοί έχουν συμπεράνει ότι για άτομα με καρδιακή ανεπάρκεια δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία, προκειμένου η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης να αντικαταστήσει τη συνεχόμενη μέτριας έντασης (Arena et al., 2013). Μάλιστα, σε τυχαιοποιημένες έρευνες σε ασθενείς με στεφανιαία νόσο και καρδιακή ανεπάρκεια, δεν φάνηκε η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης να έχει κάποιο πλεονέκτημα, αναφορικά με τα καρδιαγγειακά αποτελέσματα, συμπεριλαμβανομένης της μέγιστης αερόβιας ικανότητας (Conraads et al., 2015; Stoylen et al., 2012). Οι αντίθετοι με τη διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης έχουν εκφράσει ανησυχίες αναφορικά με την αύξηση του κινδύνου τραυματισμού, την έλλειψη άνεσης κατά την άσκηση, την έλλειψη προσκόλλησης σ' αυτήν και την αποχώρηση από την άσκηση (De Feo, 2013; Keteyian, 2012). Έχει φανεί, ότι συνδέεται με υψηλές πιθανότητες ανεπιθύμητων παρενεργειών, όπως καρδιακή ανακοπή και έμφραγμα του μυοκαρδίου, κατά τη διάρκεια της άσκησης ή ακόμη και 24 ώρες μετά σε ασθενείς με καρδιομεταβολικές ασθένειες, στοιχείο που δηλώνει ότι πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την εφαρμογή αυτών των πρωτοκόλλων σε τέτοιους πληθυσμούς (Levinger et al., 2015). Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη την αναλογία οφέλους-κινδύνου, εκτός των συνεπειών στο καρδιαγγειακό σύστημα, δεν πρέπει να παραβλεφθούν οι επιδράσεις στην υγεία του εγκεφάλου, αφού τα αυξημένα επίπεδα ορμονών άγχους, όπως π.χ. η κορτιζόλη, οι αλλαγές στην ισορροπία των ηλεκτρολυτών, οι φλεγμονές, η υποξία και το οξειδωτικό στρες -στοιχεία που συνδέονται με τη διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης-, δύνανται να επηρεάσουν τη δομή και λειτουργία του εγκεφάλου (Tarumi & Zhang, 2015). Οι ενδεχόμενοι κίνδυνοι αυτού του πρωτοκόλλου στον εγκέφαλο είναι σπάνιοι και περιλαμβάνουν τον κίνδυνο υπεραιμάτωσης, που προδιαθέτει το άτομο σε εγκεφαλικό ή σε διάτρηση του αιματοεγκεφαλικού φραγμού (Lucas et al., 2015). Τέλος, στην τυχαιοποιημένη έρευνα των Lunt και συνεργατών (2014), η μικρή επίδραση της υψηλής έντασης προπόνησης στην αερόβια ικανότητα των συμμετεχόντων αποδόθηκε στην αποχώρηση πολλών από αυτών, στη μικρότερη συμμετοχή του δείγματος στις συνεδρίες και στο μικρότερο ποσοστό ολοκλήρωσης της προτεινόμενης άσκησης, στοιχείο που υποδεικνύει τη δυσκολία συμμετοχής και ολοκλήρωσης τόσο απαιτητικών προγραμμάτων.

Συνοπτικά, ο Coyle (2005) χρησιμοποίησε μια πολύ μεστή έκφραση για να περιγράψει την ουσία της διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης, αναφέροντας ότι η αίσθηση της βαριάς κόπωσης είναι το «τίμημα» για την αποτελεσματικότητα και την εντυπωσιακή εξοικονόμηση χρόνου που παρέχει αυτό το πρωτόκολλο προπόνησης. Έκτοτε, η έρευνα έχει εστιάσει σε δύο βασικούς παράγοντες αναφορικά με το πώς βιώνεται η άσκηση. Ο ένας είναι η συναισθηματική απόκριση (π.χ. απόλαυση ή δυσαρέσκεια), που συνήθως εκτιμάται κατά τη διάρκεια της άσκησης, και ο άλλος η ικανοποίηση, η οποία υπολογίζεται μετά το πέρας της άσκησης. Αμφότεροι αυτοί οι παράγοντες φαίνεται πως σχετίζονται με τη φυσική δραστηριότητα (Ekkekakis & Dafermos, 2012; Rhodes et al., 2009; Rhodes & Kates, 2015).

Σήμερα, πάντως, οι νεότερες έρευνες, είναι πιο σαφείς ως προς τον ρόλο και την προσφορά της διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης. Η Συμβουλευτική Επιτροπή για τη φυσική δραστηριότητα στις Η.Π.Α., στις οδηγίες του 2018, κατέληξε ότι αυτή η μορφή άσκησης δύναται να βελτιώσει την ευαισθησία στην ινσουλίνη, την αρτηριακή πίεση και τη σύσταση του σώματος σε ενήλικες και ότι αυτές οι βελτιώσεις συγκρίνονται άξια με αυτές που προκύπτουν από τη συνεχόμενη αερόβια άσκηση μέτριας έντασης (Campbell et al., 2019). Επίσης, μια ανασκόπηση 42 δημοσιευμένων ερευνητικών άρθρων κατέληξε ότι εκτενή δεδομένα που αφορούν στις ψυχολογικές αποκρίσεις στην υψηλής έντασης άσκηση, υποστηρίζουν τη βιωσιμότητα της διαλειμματικής άσκησης ως εναλλακτικής της συνεχόμενης άσκησης μέτριας έντασης (Stork et al., 2017). Ακόμη, τελευταία μελέτη, που συνέκρινε τις άμεσες συναισθηματικές αποκρίσεις και την αντιλαμβανόμενη κόπωση σε ένα πρωτόκολλο διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης και σε ένα πρωτόκολλο συνεχόμενης προπόνησης μέτριας έντασης, έδειξε ότι η συνολική απόλαυση δεν διαφέρει σημαντικά ανάμεσα στα δύο (Alicea et al., 2021). Τέλος, μια μετανάλυση τυχαιοποιημένων ελεγχόμενων δοκιμών σε υπέρβαρο και παχύσαρκο πληθυσμό κατέληξε στο συμπέρασμα πως η συνεχόμενη προπόνηση μέτριας έντασης δεν παρουσιάζει στατιστικές διαφορές από την διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης στη βελτίωση της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας αλλά είναι σημαντικά καλύτερη από την διαλειμματική προπόνηση σπριντ (sprint-interval training; S.I.T.) στη βελτίωση της VO_{2max} (Rugbeer et al., 2021).

Εξεταζόμενες φυσιολογικές και ψυχολογικές παράμετροι σε πρωτόκολλα διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης

Αρκετές είναι οι έρευνες στη βιβλιογραφία, οι οποίες υιοθετούν μια ψυχοφυσιολογική προσέγγιση απέναντι στα πρωτόκολλα διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης, εξετάζοντας το πώς συσχετίζονται και αλληλεπιδρούν κάποιοι φυσιολογικοί παράγοντες με ορισμένους ψυχολογικούς δείκτες. Αυτή η συνδυαστική μέθοδος προσδίδει στους ερευνητές τη δυνατότητα να υιοθετήσουν μία πιο ευρεία οπτική ως προς την εξέταση τέτοιων προπονητικών πρωτοκόλλων, προσεγγίζοντάς τα ταυτόχρονα με τις επιστημονικές γνώσεις δύο κλάδων, της ψυχολογίας της άσκησης και της εργοφυσιολογίας. Παρατηρείται, μάλιστα, αυξανόμενος αριθμός ερευνών που υιοθετεί την ψυχοφυσιολογική προσέγγιση τα τελευταία 20 χρόνια και παρακάτω περιγράφονται οι μέθοδοι και τα εργαλεία που χρησιμοποίησαν 7 από αυτές. Επιπλέον, στον Πίνακα 1 περιγράφονται στοιχεία και πληροφορίες για όλες τις μελέτες της παρούσας ανασκόπησης που υιοθέτησαν ένα πρωτόκολλο διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης.

Ανατρέχοντας πρώτα σε μία έρευνα που δημοσιεύτηκε πριν οκτώ χρόνια, οι Oliveira και συνεργάτες (2013) εξέτασαν την μεταβλητή της απόλαυσης ανάμεσα στη συνεχόμενη μέτριας έντασης άσκηση και στη διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης. Το δείγμα τους ήταν 15 υγιείς άνδρες, με μέσο όρο ηλικίας τα 24 έτη, οι οποίοι επιλέχθηκαν να εκτελέσουν δύο πειραματικά πρωτόκολλα σε διάδρομο. Το πρώτο ήταν ένα πρωτόκολλο συνεχόμενης άσκησης ενώ το δεύτερο ένα πρωτόκολλο διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης. Οι φυσιολογικές παράμετροι που ελήφθησαν υπόψη ήταν ο δείκτης μάζας σώματος (Δ.Μ.Σ.), το ποσοστό σωματικού λίπους, που εκτιμήθηκε με τη μέθοδο των δερματοπτυχών, η αρτηριακή πίεση, η καρδιακή συχνότητα, η VO_{2peak} και το σημείο αναπνευστικής αντιστάθμισης. Οι ψυχολογικές παράμετροι που εκτιμήθηκαν δόθηκαν από τη συμπλήρωση της Κλίμακας Κατηγορίας-Αναλογίας 10 (Category-Ratio 10 Scale), της Κλίμακας Συναισθημάτων, της Κλίμακας Αντιλαμβανόμενης Διέγερσης, του Προφίλ Ψυχικής Διάθεσης και της Κλίμακας Απόλαυσης της Φυσικής Δραστηριότητας. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι δεν παρατηρούνται οι ίδιες

ψυχολογικές αποκρίσεις μετά τα δύο πρωτόκολλα, με την διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης να επηρεάζει περισσότερο αρνητικά τα συναισθήματα, πιθανώς λόγω της μεγαλύτερης ενεργοποίησης του αναερόβιου μεταβολισμού.

Τη σύγκριση ανάμεσα στη συνεχόμενη άσκηση μέτριας έντασης και στη διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης εξέτασε και μία ομάδα ερευνητών σε έρευνα διάρκειας οκτώ εβδομάδων. Συγκεκριμένα, οι ερευνητές εστίασαν στο πώς οι ασκούμενοι διαφοροποιούνται ως προς την πρωτοβουλία και πρόθεση για άσκηση, την απόλαυση και την προσκόλλησή τους σε αυτήν. Οι ψυχολογικοί αυτοί δείκτες εκτιμήθηκαν με αντίστοιχα ερωτηματολόγια και ανοικτές ερωτήσεις. Οι φυσιολογικοί δείκτες της συγκεκριμένης μελέτης συμπεριέλαβαν το Δ.Μ.Σ., το ποσοστό σωματικού λίπους, όπως εκτιμήθηκε με το μηχάνημα διπλής ενεργειακής απορρόφησης (Dual-Energy X-Ray Absorptiometry; DXA) που χρησιμοποιεί ακτίνες-X δύο διαφορετικών και πολύ χαμηλών ενεργειακών επιπέδων, την εφεδρεία καρδιακής συχνότητας και την 1 Μέγιστη Επανάληψη (1 M.A.E.). Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν 23 εθελοντές (56,6% γυναίκες), μέσης ηλικίας 26,8 ετών. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι στο πρωτόκολλο διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης οι συμμετέχοντες αφιέρωσαν λιγότερο χρόνο εβδομαδιαία αλλά διατήρησαν την απόλαυση κατά την άσκηση και φάνηκε πως θέλησαν να συνεχίσουν να ασκούνται (Heinrich et al., 2014).

Στο ίδιο ερευνητικό πεδίο την ίδια χρονιά, οι Jung και συνεργάτες (2014) εξέτασαν την διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης σε σχέση με τη συνεχόμενη μέτριας έντασης και την υψηλής έντασης άσκηση. Στη μελέτη πήραν μέρος 44 άτομα (16 άνδρες και 28 γυναίκες), μέσης ηλικίας 30,9 και 35,3 ετών, αντίστοιχα, τα οποία συμμετείχαν σε τρεις δοκιμασίες στο κυκλοεργόμετρο. Υπό εξέταση φυσιολογικοί δείκτες ήταν η μέγιστη παραγωγή ισχύος, ο Δ.Μ.Σ., η VO_{2peak} , η καρδιακή συχνότητα -όπως καταγράφηκε από Polar-, καθώς και η συχνότητα με την οποία οι ασκούμενοι συμμετείχαν σε προγράμματα μέτριας και έντονης άσκησης την εβδομάδα. Τα ερωτηματολόγια που χορηγήθηκαν για την καταγραφή ψυχολογικών παραμέτρων ήταν το Ερωτηματολόγιο Ετοιμότητας για Φυσική Δραστηριότητα, το Ερωτηματολόγιο Ελεύθερου Χρόνου-Άσκησης του Godin, η Κλίμακα Κατηγορίας-Αναλογίας 10, η Κλίμακα Συναισθημάτων, η Κλίμακα Αντιλαμβανόμενης Διέγερσης, η Κλίμακα Ενεργοποίησης-Απενεργοποίησης, η Κλίμακα Απόλαυσης της Φυσικής Δραστηριότητας, μια κλίμακα η οποία εκτίμησε τις προθέσεις και τις προτιμήσεις των ασκούμενων αναφορικά με την άσκηση και μια κλίμακα για την αυτοαποτελεσματικότητα έργου τους. Οι συγγραφείς κατέληξαν ότι η διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης μπορεί να αποτελέσει εναλλακτική πρακτική των παραδοσιακών προγραμμάτων συνεχόμενης άσκησης για την ενίσχυση της αυτοπεποίθησης και της απόλαυσης κατά την άσκηση.

Σε μελέτη διάρκειας οκτώ εβδομάδων σχετικά με τις επιδράσεις της διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης και της άσκησης σταθερής έντασης στο αερόβιο και αναερόβιο κατώφλι συμμετείχαν N=55 εθελοντές (17 άνδρες και 38 γυναίκες), ηλικίας 18-28 ετών, οι οποίοι ακολουθούσαν σχετικά καθιστική ζωή. Οι φυσιολογικοί δείκτες που εκτιμήθηκαν κατά τις δοκιμασίες τους σε κυκλοεργόμετρο ήταν η αερόβια ικανότητα, η καρδιακή συχνότητα, η μέγιστη καρδιακή συχνότητα, η VO_{2max} , η μέγιστη αερόβια ισχύς, η αναερόβια ικανότητα, όπως την υπέδειξε η Αναερόβια Δοκιμασία Wingate και η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα μετά την άσκηση. Συνδυαστικά με αυτούς τους δείκτες εκτιμήθηκαν και οι τιμές του Ερωτηματολογίου Ετοιμότητας για Φυσική Δραστηριότητα, το οποίο χορηγήθηκε πριν τις πειραματικές συνθήκες, της Κλίμακας Αντιλαμβανόμενης Κόπωσης Κατηγορίας-Αναλογίας, το οποίο χορηγούταν μία φορά την εβδομάδα και βάσει της απάντησης καθοριζόταν η ένταση των ακόλουθων δοκιμασιών, και της Κλίμακας Απόλαυσης της Φυσικής Δραστηριότητας, που επίσης χορηγούταν μία φορά την εβδομάδα. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι παρότι τα πρωτόκολλα διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης εξοικονομούν χρόνο, δεν είναι καλύτερα από τα συμβατικά προγράμματα άσκησης για τους νέους ενήλικες που ακολουθούν καθιστική ζωή (Foster et al., 2015). Ως εκ τούτου προκύπτει η διαπίστωση ότι σε αρχάριους σε προγράμματα

άσκησης ενήλικες, οποιαδήποτε μορφή άσκησης δύναται να επιδράσει θετικά στην αρχή της επαφής τους με αυτήν.

Την ίδια χρονιά δημοσιεύθηκε η έρευνα των Saanijoki και συνεργατών (2015), που εξέτασε τις συναισθηματικές αποκρίσεις 26 υγιών ανδρών, οι οποίοι ακολουθούσαν καθιστική ζωή. Ο μέσος όρος ηλικίας των συμμετεχόντων ήταν 47 έτη και εκτέλεσαν επαναλαμβανόμενα πρωτόκολλα διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης σε κυκλοεργόμετρο. Οι φυσιολογικοί δείκτες που αξιολογήθηκαν ήταν ο Δ.Μ.Σ., η VO_{2peak} , η αρτηριακή πίεση και η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα. Τα ερωτηματολόγια εκτίμησης ψυχολογικών παραμέτρων ήταν το Ερωτηματολόγιο Φυσικής Δραστηριότητας του Haecckel, η Κλίμακα Αντιλαμβανόμενης Κόπωσης, η Διαβαθμισμένη Κλίμακα Αυτοαξιολόγησης Manikin, το Ερωτηματολόγιο Αντιλαμβανόμενου Στρες, η Κλίμακα Θετικών και Αρνητικών Συναισθημάτων και η Οπτική Αναλογική Κλίμακα. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η διαλειμματική άσκηση υψηλής και μέτριας έντασης είναι εξίσου αποτελεσματικές στη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας. Ωστόσο η διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης φαίνεται να αυξάνει τη βίωση αρνητικών συναισθημάτων στο συγκεκριμένο δείγμα, μειώνοντας παράλληλα την προσκόλληση στην άσκηση. Παρόλα αυτά, η δυσaréσκεια που προκαλείται μειώνεται με την πάροδο του χρόνου, με αποτέλεσμα και τα δύο πρωτόκολλα άσκησης μετά από δύο εβδομάδες να οδηγούν σε παρόμοιες νοητικές προσαρμογές.

Ένα χρόνο αργότερα, μία εργασία των Selmi και συνεργατών (2018), εστίασε στην προπόνηση ποδοσφαίρισης, κατά τη διάρκεια της οποίας χρησιμοποιείται διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης. Στην έρευνα συμμετείχαν $N=16$ επαγγελματίες άνδρες ποδοσφαιριστές με μέση ηλικία τα 24 έτη. Οι φυσιολογικοί δείκτες που εκτιμήθηκαν ήταν το ύψος, το βάρος, το ποσοστό σωματικού λίπους -όπως εκτιμήθηκε από μετρήσεις με δερματοπτυχόμετρο-, η μέγιστη καρδιακή τους συχνότητα αλλά και η καρδιακή συχνότητα που είχαν ανά δευτερόλεπτο άσκησης, η μέγιστη αερόβια ικανότητά τους και η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα. Για την αξιολόγηση των ψυχολογικών παραμέτρων χορηγήθηκαν το ερωτηματολόγιο Ψυχικής Διάθεσης και η Κλίμακα Αντιλαμβανόμενης Κόπωσης, ενώ συνεκτιμήθηκαν και η αγωνιστική εμπειρία και η συχνότητα άσκησης των συμμετεχόντων μες την εβδομάδα. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης και τα παιχνίδια σε περιορισμένο χώρο στο ποδόσφαιρο, τα οποία διατηρούν υψηλά την ένταση και συνδυάζουν τις τεχνικές και τακτικές απαιτήσεις του ποδοσφαίρου, προσομοιάζοντας τις φυσιολογικές απαιτήσεις των διαλειμματικών προπονήσεων υψηλής έντασης, προκαλούν παρόμοιες φυσιολογικές αποκρίσεις. Παρόλα αυτά, η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης προκαλεί διαταραχή στη διάθεση, σε αντίθεση με τα παιχνίδια σε περιορισμένο χώρο που εξασφαλίζουν ψυχική σταθερότητα.

Τέλος, ολοκληρώνεται η αναφορά στις έρευνες που υιοθετούν ψυχοφυσιολογική προσέγγιση στα εφαρμοσμένα πρωτόκολλα διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης, με μία πολύ πρόσφατη έρευνα των Heinrich και συνεργατών (2020), οι οποίοι εξέτασαν για τρεις εβδομάδες τις συναισθηματικές αποκρίσεις επτά υγιών δραστήριων φοιτητών (2 άνδρες και 5 γυναίκες), ηλικίας 18-30 ετών, οι οποίοι συμμετείχαν: (α) σε ένα πρωτόκολλο διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης σε ποδήλατο, (β) σε ένα πρωτόκολλο λειτουργικής διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης βασισμένο σε ασκήσεις CrossFit και (γ) σε ένα πρωτόκολλο συνεχόμενης άσκησης μέτριας έντασης σε ποδήλατο. Για τις ανάγκες της μελέτης χρησιμοποιήθηκε το πρωτόκολλο Wingate ενώ η θεωρητική προσέγγιση της μελέτης βασίστηκε στο Κυκλόπλοκο Μοντέλο, στο πλαίσιο του οποίου χορηγήθηκαν η Κλίμακα Συναισθημάτων, η Κλίμακα Αντιλαμβανόμενης Διέγερσης και η Κλίμακα Ενεργοποίησης-Απενεργοποίησης. Ακόμη, εκτιμήθηκαν οι προθέσεις των ασκούμενων ως προς την άσκηση μετά από κάθε πρωτόκολλο. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι παρότι οι συναισθηματικές βελτιώσεις δεν διέφεραν ανάμεσα στα πρωτόκολλα, το πρωτόκολλο διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης και το πρωτόκολλο λειτουργικής διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης οδήγησαν τους

συμμετέχοντες από μια κατάσταση ηρεμίας σε μία κατάσταση ενέργειας, ενώ το πρωτόκολλο συνεχόμενης άσκησης μέτριας έντασης κράτησε σε ηρεμία τους ασκούμενους. Ακόμη, σε αντίθεση με την διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης, η απόλαυση και η διέγερση κατά την λειτουργική διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης συνέχισαν να αυξάνονται μέχρι το τέλος του προγράμματος άσκησης.

Πίνακας 1. Εξέταση πειραματικών μελετών με χρήση πρωτοκόλλου διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης

Ερευνητές	Συμμετέχοντες/ Ηλικία	Σχεδιασμός μελέτης	Περιγραφή πρωτοκόλλου	Βασικό συμπέρασμα
Alicea et al., 2021	N=12 υγιείς γυναίκες/ 19-28 ετών	Συγχρονική μελέτη	2min άσκηση (100% VO_{2max}) με 2min EA (55% VO_{2max}) σε διάδρομο	Δεν διαφέρει η διάθεση, η αντιλαμβανόμενη κόπωση και η απόλαυση σε σύγκριση με πρωτόκολλο συνεχόμενης προπόνησης.
Decker & Ekkekakis, 2017	N=24 γυναίκες με παχυσαρκία/ 19-53 ετών	Συγχρονική μελέτη	4 σετ των 3min άσκηση (115% Watts του AK) με 4 σετ των 2min EA (85% Watts του AK) σε ποδήλατο	Χαμηλότερη ευχαρίστηση και απόλαυση σε σύγκριση με πρωτόκολλο συνεχόμενης προπόνησης.
Foster et al., 2015	N=55 άτομα με καθιστική ζωή/ 18-28 ετών	Διαχρονική μελέτη 8 εβδομάδων	8 σετ των 20s (170% VO_{2max}) με 10s EA (ελάχιστη αντίσταση) στο ποδήλατο (πρωτόκολλο Tabata) & 13 σετ των 30s (100% VO_{2max}) με 60s EA (90% AK) στο ποδήλατο (πρωτόκολλο Meyer)	Παρά την εξοικονόμηση χρόνου πρόκληση μειωμένης απόλαυσης από το Tabata σε σύγκριση με το Meyer και με πρωτόκολλο συνεχόμενης προπόνησης.
Heinrich et al., 2014	N=23 άτομα με καθιστική ζωή/ 26,8 ± 5,9 ετών	Διαχρονική μελέτη 8 εβδομάδων	Προπόνηση CrossFit™ 60min με ασκήσεις αερόβιες ή με το βάρος του σώματος ή με ελεύθερα βάρη	Διατήρηση απόλαυσης και προσκόλλησης στην άσκηση χωρίς όμως αλλαγές στη σύσταση του σώματος.
Heinrich et al., 2020	N=7 υγιή άτομα/ 18-30 ετών	Συγχρονική μελέτη	60s άσκηση (60% W_{peak}) με 75s EA (ελάχιστη αντίσταση) στο ποδήλατο	Μεταβολή από μία κατάσταση ηρεμίας σε μία κατάσταση ενέργειας σε αντίθεση με πρωτόκολλο συνεχόμενης προπόνησης.
Jung et al., 2014	N=44 άτομα/ 33,1±14,7	Συγχρονική μελέτη	1min 100% W_{peak} και 1min 20% W_{peak} για	Μεγαλύτερη απόλαυση και ευχαρίστηση σε

			20min συνολικά	σύγκριση με πρωτόκολλα συνεχόμενης προπόνησης και παρόμοια αυτοπεποίθηση μετά τη συμμετοχή σε οποιοδήποτε πρωτόκολλο.
Lunt et al., 2014	N=49 άτομα υπέρβαρα με καθιστική ζωή/ 35-59 ετών	Διαχρονική μελέτη 12 εβδομάδων	4 σετ των 4min γρήγορο περπάτημα/χαλαρό τρέξιμο (85-95% ΜΚΣ) με 3min EA (αργό περπάτημα)	Περιορισμένη βελτίωση της καρδιοαναπνευστικής αντοχής πιθανώς λόγω μειωμένης προσκόλλησης στο πρόγραμμα άσκησης.
Oliveira et al., 2013	N=15 υγιείς άνδρες/ 18-35 ετών	Συγχρονική μελέτη	2min άσκησης (100% VO_{2peak}) με ΠΑ τόσης διάρκειας ώστε να διατηρείται ίδια η μέση ένταση (85% σημείου αναπνευστικής αντιστάθμισης) με το συγκρινόμενο πρωτόκολλο συνεχόμενης προπόνησης	Αρνητικές συναισθηματικές αποκρίσεις λόγω υψηλής εξάρτησης από τον αναερόβιο μεταβολισμό σε σύγκριση με πρωτόκολλο συνεχόμενης προπόνησης.
Oliveira et al., 2021	N=11 υγιείς άνδρες/ 18-35 ετών	Συγχρονική μελέτη	10 σετ των 1min άσκηση (90% W_{peak}) με 1min EA (50% W_{peak}) & 10 σετ των 1min άσκηση (100% W_{peak}) με 1min EA (40% W_{peak}) & 10 σετ των 1min άσκηση (110% W_{peak}) με 1min EA (30% W_{peak}) σε ποδήλατο	Παρόμοιες συναισθηματικές αποκρίσεις ανάμεσα σε διαφορετικά πρωτόκολλα διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης με την ίδια μέση ένταση.
Ram et al., 2021	N=28 άνδρες υπέρβαροι ή με παχυσαρκία και με καθιστική ζωή/ 18-45 ετών	Διαχρονική μελέτη 6 εβδομάδων	10 σετ των 1min άσκησης (90-100% W_{peak}) με 1min EA (15% W_{peak}) στο ποδήλατο	Βελτίωση των θετικών συναισθημάτων στις 6 εβδομάδες με την απόλαυση ελαφρώς άνω των φυσιολογικών επιπέδων.
Roloff et al., 2020	N=8 αθλητικά άτομα με εμπειρία στο	Συγχρονική μελέτη	3 σετ των 5min άσκησης (80% W_{peak}) με 5min EA	Αλλαγή συναισθηματικών αποκρίσεων σε σχέση

	ποδήλατο/ 27,7±7,5 ετών		(50% κρίσιμης ισχύος) και των 3min άσκησης (80% Wpeak) με 3min EA (50% κρίσιμης ισχύος) & 4 σετ των 5min άσκησης (60% Wpeak) με 5min EA (50% κρίσιμης ισχύος) και των 3min άσκησης (60% Wpeak) με 3min EA (50% κρίσιμης ισχύος) στο ποδήλατο	με τις αλλαγές στην πρόσληψη οξυγόνου και σύνδεση των συναισθημάτων με τις ομοιοστατικές διανοητικές διαταραχές.
Saaniijoki et al., 2015	N=26 άνδρες με καθιστική ζωή/ 47±5	Διαχρονική μελέτη 2 εβδομάδων	4-6 σετ των 30s άσκησης (180% Wpeak) με 4min ΠΑ στο ποδήλατο	Παρόμοια βελτίωση της αερόβιας ικανότητας αλλά υψηλότερα αρνητικά συναισθήματα και κόπωση και μειωμένη προσκόλληση σε σύγκριση με πρωτόκολλο συνεχόμενης προπόνησης.
Selmi et al., 2017	N=16 επαγγελματίες ποδοσφαιριστές/ 24,1±0,9	Συγχρονική μελέτη	4 σετ των 15s άσκησης (110% μέγιστης αερόβιας ικανότητας) με 15s ΠΑ	Διαταραχή διάθεσης σε αντίθεση με παιχνίδια ποδοσφαίρου σε περιορισμένο χώρο.

Επεξήγηση συντομογραφιών: (α) ΦΚ: Φυσική κατάσταση, (β) ΑΚ: Αναπνευστικό κατώφλι, (γ) EA: Ενεργητική αποκατάσταση, (δ) ΠΑ: Παθητική αποκατάσταση, (ε) ΜΚΣ: Μέγιστη καρδιακή συχνότητα, (στ) Wpeak: Watt-peak; Μέγιστη ισχύς που παρατηρείται σε μία δοκιμασία.

Διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης και επιδράσεις στη διάθεση

Σύμφωνα με τη Θεωρία της Διπλής Λειτουργίας (Ekkekakis, 2003), μία μορφή άσκησης δύναται να επιδράσει τόσο σε ψυχολογικούς, όπως η αυτοαποτελεσματικότητα, όσο και σε φυσιολογικούς παράγοντες, όπως η αναπνοή, ενώ η αλληλεπίδραση αυτών των παραγόντων εξαρτάται από την ένταση της άσκησης (Ekkekakis, 2003). Συνεπώς, η ένταση φαίνεται να είναι μία διαμεσολαβητική παράμετρος των συναισθηματικών αποκρίσεων.

Σύμφωνα με τον Ekkekakis (2009), οι γνωστικοί παράγοντες κυριαρχούν σε εντάσεις μικρότερες του μεταβολικού κατωφλίου και συνδέονται με ευχάριστες αισθήσεις ενώ τα αντιληπτικά στοιχεία είναι κυρίαρχα σε εντάσεις άνω του μεταβολικού κατωφλίου και συνδέονται με δυσάρεστες αισθήσεις. Επομένως, καθίσταται εμφανές, βάσει της Θεωρίας της Διπλής Λειτουργίας, ότι οι εντάσεις άνω του 100% της VO_{2max} , πιθανώς οδηγούν σε αρνητικά

συναισθήματα, αν και οι περίοδοι αποκατάστασης ενδέχεται να μειώνουν τις αρνητικές επιδράσεις των έντονων ερεθισμάτων άσκησης. Οι περισσότερες έρευνες, οι οποίες εξετάζουν την ανοχή και την προθυμία των ατόμων απέναντι στη διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης, εξετάζουν τις συναισθηματικές αποκρίσεις (π.χ. απόλαυση και μη) σε αυτήν (Oliveira et al., 2018; Stork et al., 2017) και βασίζονται στη Θεωρία Διπλής Λειτουργίας (Ekkekakis & Brand, 2019). Επιπλέον, αξίζει να γίνει αναφορά στη παράμετρο της διάρκειας ενός πρωτοκόλλου άσκησης, αφού η άσκηση με εκτεταμένη διάρκεια συχνά οδηγεί σε υπερπροπόνηση και δεν έχει συνδεθεί με θετικές αλλαγές στη διάθεση, σε αντίθεση με την άσκηση μικρής διάρκειας που δύναται να συμβάλει σε άμεσα οφέλη στη διάθεση (Berger et al., 1997).

Η Θεωρία Διπλής Λειτουργίας λαμβάνει στοιχεία από την ψυχολογία των συναισθημάτων και τη νευροεπιστήμη -επιστημονικά πεδία στα οποία οι συναισθηματικές εμπειρίες θεωρούνται μια αντανάκλαση της ομοιοστατικής ισορροπίας του ανθρώπινου σώματος (Panksepp, 2004; Barrett, 2015). Σε εντάσεις εντός του «επίπινου επιπέδου» (severe domain) [δηλαδή σε εντάσεις πάνω από το επίπεδο της «κρίσιμης ισχύος» (critical power; Poole et al., 2016; το ανώτατο βιώσιμο και υποφερτό όριο της ανθρώπινης απόδοσης) και μέχρι τη VO_{2peak}] η διατήρηση της φυσιολογικής σταθερής κατάστασης (physiological steady state) δεν είναι πια εφικτή. Οι φυσιολογικές παράμετροι, όπως η κατανάλωση οξυγόνου και η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα, αυξάνονται συνεχόμενα μέχρι να τερματιστεί η άσκηση. Με άλλα λόγια, η άσκηση στο «επίπινο επίπεδο» είναι μεταβολικά μη βιώσιμη και πρέπει να τερματιστεί ή να ρυθμιστεί κατάλληλα η έντασή της, προκειμένου να αποτραπεί μία μεταβολική κρίση. Η μεταβολική κρίση είναι μία σοβαρή πάθηση που εκδηλώνεται με μία σειρά αρνητικών συμπτωμάτων, όπως ζαλάδες και εμετούς (Saaniyoki et al., 2018) και οδηγεί τον ασκούμενο να σταματήσει την άσκηση προκειμένου να ξεκουραστεί, ενώ εγκυμονεί ο κίνδυνος σωματικής βλάβης (Gibson & Noakes, 2004). Σύμφωνα με τη Θεωρία Διπλής Λειτουργίας, ο τερματισμός της άσκησης επιτυγχάνεται με ένα «κύμα» δυσαρέσκειας που υποχρεώνει τον ασκούμενο να σταματήσει (Roloff et al., 2020). Επιπλέον, η Θεωρία προβλέπει ότι κατά την άσκηση στο «επίπινο επίπεδο», ο βαθμός των συναισθηματικών αποκρίσεων αντιστοιχεί στο επίπεδο της ομοιοστατικής διαταραχής, καθιστώντας τις γνωστικές λειτουργίες ανίκανες να ρυθμίσουν τη δυσαρέσκεια (Ekkekakis et al., 2011). Ωστόσο, αρκετοί ερευνητές αμφισβητούν την εφαρμογή της Θεωρίας Διπλής Λειτουργίας στη διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης, καθώς η θεωρία αυτή αναπτύχθηκε στη βάση ερευνών με πρωτόκολλα συνεχόμενης άσκησης (Biddle & Batterham, 2015; Jung et al., 2016; Stork et al., 2017).

Σύμφωνα με τους Decker και Ekkekakis (2017), για τον σχεδιασμό έγκυρων και αξιόπιστων ερευνητικών πρωτοκόλλων, όταν πρόκειται για την εκτίμηση των συναισθηματικών αποκρίσεων σε διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης, πρέπει να δίνεται πολλή προσοχή στο είδος της διαλειμματικής άσκησης που χρησιμοποιείται, στο αν αυτή βασίζεται σε φυσιολογικές αρχές (Stork et al., 2017) αλλά και στον τρόπο και τον χρόνο που χορηγούνται τα αντίστοιχα ερωτηματολόγια (Ekkekakis et al., 2019). Πολλοί ασκούμενοι δηλώνουν απολαυστικά αισθήματα και βελτιωμένη διάθεση μετά από φυσική άσκηση (Mazzeschi et al., 2014), ενώ κάποιοι περιγράφουν ακόμη και αισθήματα ευφορίας ("runner's high") ως απόκριση σε παρατεταμένη φυσική δραστηριότητα (Dietrich & McDaniel, 2004). Αντίθετα, οι άνθρωποι που ακολουθούν καθιστική ζωή, όπως, για παράδειγμα, οι φοιτητές πανεπιστημίου (Ibrahim et al., 2013), βρίσκονται σε υψηλό κίνδυνο να αναπτύξουν φλεγμονώδεις αντιδράσεις, οι οποίες έχουν αναγνωριστεί ως πιθανοί παράμετροι στην εμφάνιση κατάθλιψης μακροπρόθεσμα (Miller & Raison, 2016). Τα στοιχεία αυτά υπογραμμίζουν τη σημασία της αντιμετώπισης των φλεγμονωδών αντιδράσεων με τρόπους, όπως είναι η φυσική δραστηριότητα, προκειμένου να προληφθούν αλλά και να αντιμετωπιστούν τα καταθλιπτικά συμπτώματα (Cotman et al., 2007; Gleeson et al., 2011).

Η έρευνα των Paolucci και συνεργατών (2018) έδειξε ότι σε ένα δείγμα φοιτητών πανεπιστημίου, το οποίο ακολούθησε ένα πρόγραμμα διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης για έξι εβδομάδες, το αποτέλεσμα ήταν από τη μία μειωμένα συμπτώματα κατάθλιψης αλλά από την άλλη υψηλό αντιλαμβανόμενο άγχος και υψηλά επίπεδα φλεγμονωδών κυτοκινών (TNF-α και IL-6). Επιπλέον, τα υψηλά επίπεδα φλεγμονωδών κυτοκινών σε άλλες μελέτες φαίνεται να συνδέονται με καταθλιπτικά συμπτώματα (Dantzer et al., 2008; O'Brien et al., 2007).

Συνοπτικά, το συναίσθημα που βιώνεται κατά τη διάρκεια μιας φυσικής δραστηριότητας φαίνεται να είναι ικανό να προβλέψει τη μελλοντική συμμετοχή στη δραστηριότητα αυτή (Williams et al., 2008; Williams et al., 2012). Σύμφωνα με τη Θεωρία της Ηδονής (Hedonic Theory; Ekkekakis & Dafermos, 2012), το πώς νιώθει κάποιος κατά την άσκηση δύναται να προβλέψει τις μελλοντικές προθέσεις του ατόμου προς την άσκηση αλλά και τη συμπεριφορά του ως προς αυτήν (Ekkekakis, 2009). Υπάρχουν αδιάσειστα δεδομένα ότι η τακτική συμμετοχή στην άσκηση βελτιώνει την ψυχική και σωματική υγεία και μειώνει τον κίνδυνο δαπανηρών χρόνιων ασθενειών (Waburton et al., 2006). Ωστόσο, σύμφωνα με όλες τις παραπάνω μελέτες, η αποτελεσματικότητα της διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης φαίνεται να δημιουργεί ένα πρόβλημα, καθώς προκαλεί μία δυσάρεστη συναισθηματική απόκριση ως άσκηση που εκτελείται άνω του αναπνευστικού κατωφλίου των ασκούμενων. Αντίθετα, όμως, σύμφωνα με τελευταία έρευνα, η εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης για έξι εβδομάδες, φαίνεται πως βελτιώνει και διατηρεί τα θετικά συναισθήματα σε υπέρβαρο ή παχύσαρκο καθιστικό πληθυσμό και προκαλεί αισθήματα απόλαυσης σε επίπεδα υψηλότερα του ουδετέρου (Ram et al., 2021). Συμπερασματικά, η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης μπορεί να είναι μια εναλλακτική μορφή προπόνησης υπό την προϋπόθεση ότι γίνεται αντιληπτή από τους ασκούμενους ως απολαυστική και ευχάριστη (Jung et al., 2014).

Συζήτηση & συμπεράσματα

Η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης είναι ένα πρωτόκολλο προπόνησης, το οποίο αναπτύσσεται ως τάση τα τελευταία χρόνια ραγδαία παγκοσμίως και φαίνεται να συμπληρώνει τα κενά και να δίνει λύση στα μειονεκτήματα άλλων πρωτοκόλλων άσκησης, τα οποία για πολλά χρόνια ήταν κυρίαρχα, όπως η συνεχόμενη άσκηση μέτριας έντασης. Ωστόσο, σκοπός αυτής της ανασκόπησης δεν ήταν να υποδείξει ποιο από τα δύο πρωτόκολλα είναι πιο αποτελεσματικό συνολικά αλλά να παρουσιάσει τις υπάρχουσες απόψεις στη βιβλιογραφία και για τα δύο και τις επιδράσεις της διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης σε φυσιολογικούς, ψυχολογικούς και γνωστικούς δείκτες των ατόμων. Βασικό χαρακτηριστικό των σύγχρονων κοινωνιών είναι οι ταχείς ρυθμοί και η έλλειψη ελεύθερου χρόνου ενώ ταυτόχρονα είναι ολοένα αυξανόμενη η επιθυμία των ατόμων για αποτελεσματική άσκηση.

Η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης φαίνεται πως βελτιστοποιεί τα φυσιολογικά οφέλη, σε σύγκριση με άλλα πρωτόκολλα προπόνησης, ενώ κάθε μονάδα άσκησης διαρκεί λιγότερο χρόνο. Παρ' όλα αυτά, όπως και τα περισσότερα πρωτόκολλα προπόνησης, έτσι και η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης χαρακτηρίζεται από κάποια μειονεκτήματα. Εκτός των φυσιολογικών παραμέτρων, οι προπονητές και οι γυμναστές, οι οποίοι κάνουν χρήση αυτού του πρωτοκόλλου άσκησης στους ασκούμενούς τους, οφείλουν να λάβουν υπόψη τους και τις ψυχολογικές επιδράσεις της άσκησης. Σύνολο ερευνών αποδεικνύει ότι η άσκηση αυξάνει την έκκριση ορμονών (Morgan, 1997), όπως είναι οι ενδορφίνες («ορμόνες χαράς») και ενισχύει τις γνωστικές λειτουργίες των ασκούμενων (Angenaven et al., 2008). Ακόμη, τα αποτελέσματα μίας τελευταίας συστηματικής ανασκόπησης έδειξαν ότι διάφορα πρωτόκολλα διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης έχουν άμεσα οφέλη στις εκτελεστικές λειτουργίες παιδιών,

εφήβων και ενηλίκων και μακροπρόθεσμα οφέλη στη μνήμη εργασίας στα παιδιά (Hsieh et al., 2021). Επιπλέον, πρωτόκολλα διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης εφαρμοσμένα για 4-16 εβδομάδες φαίνεται πως προκαλούν θετικές επιδράσεις στη γνωστική λειτουργία και στους ψυχολογικούς δείκτες νέων ατόμων (Alves et al., 2021). Ωστόσο, υπάρχει πλήθος ερευνών που δείχνει ότι η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης ενισχύει τις αρνητικές συνιστώσες της διάθεσης, όπως τον θυμό, την ένταση, τη σύγχυση, την κατάθλιψη και την κόπωση (De Feo, 2013). Η πόλωση και η διχογνωμία αυτή θα πρέπει να αποτελέσει κίνητρο και αιτία διεξαγωγής περαιτέρω ερευνών στο μέλλον, οι οποίες να δίνουν απάντηση με σωστά τεκμηριωμένες μεθοδολογικές και στατιστικές μεθόδους σε κάθε παράμετρο αυτού του προπονητικού πρωτοκόλλου, που αποτελεί αιτία διαφωνιών ανάμεσα στα μέλη της επιστημονικής κοινότητας.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Alicea, S. K., Parrott, A. D., Manos, T. M., & Kwon, Y. S. (2021). Comparison of the affective responses to continuous training and high-intensity interval training protocols: application of the dual-mode model. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(11), 3069-3075. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003282>
- Alves, A. R., Dias, R., Neiva, H. P., Marinho, D. A., Marques, M. C., Sousa, A. C., Loureiro, V., & Loureiro, N. (2021). High-Intensity Interval Training upon Cognitive and Psychological Outcomes in Youth: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 5344. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105344>
- Andersen, R. E., & Jakicic, J. M. (2009). Interpreting the physical activity guidelines for health and weight management. *Journal of Physical Activity and Health*, 6(5), 651-656. <https://doi.org/10.1123/jpah.6.5.651>
- Andreato, L. V. (2020). High-Intensity Interval Training: Methodological Considerations for Interpreting Results and Conducting Research. *Trends in Endocrinology & Metabolism: TEM*, 31(11), 812-817. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2020.08.003>
- Arena, R., Myers, J., Forman, D. E., Lavie, C. J., & Guazzi, M. (2013). Should high-intensity-aerobic interval training become the clinical standard in heart failure?. *Heart Failure Reviews*, 18(1), 95-105. <https://doi.org/10.1007/s10741-012-9333-z>
- Barrett, L. F. (2015). Ten common misconceptions about psychological construction theories of emotion. In *The Psychological Construction of Emotion* (pp. 45-79). New York: Guilford Press.
- Berger, B. G., Prapavessis, H., Grove, J. R., & Butki, B. D. (1997). Relationship of swimming distance, expectancy, and performance to mood states of competitive athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 84(3_suppl), 1199-1210. <https://doi.org/10.2466/pms.1997.84.3c.1199>
- Biddle, S. J., & Batterham, A. M. (2015). High-intensity interval exercise training for public health: a big HIT or shall we HIT it on the head?. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0254-9>
- Bird, S. R., & Hawley, J. A. (2012). Exercise and type 2 diabetes: new prescription for an old problem. *Maturitas*, 72(4), 311-316. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2012.05.015>
- Blanchard, C. M., Rodgers, W. M., Spence, J. C., & Courneya, K. S. (2001). Feeling state responses to acute exercise of high and low intensity. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 4(1), 30-38. [https://doi.org/10.1016/S1440-2440\(01\)80005-0](https://doi.org/10.1016/S1440-2440(01)80005-0)
- Brewer, B. W., Manos, T. M., McDevitt, A. V., Cornelius, A. E., & Van Raalte, J. L. (2000). The effect of adding lower intensity work on perceived aversiveness of exercise. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 22(2), 119-130. <https://doi.org/10.1123/jsep.22.2.119>
- Campbell, W. W., Kraus, W. E., Powell, K. E., Haskell, W. L., Janz, K. F., Jakicic, J. M., Troiano, R. P., Sprow, K., Torres, A., Piercy, K. L. & Bartlett, D. B. (2019). High-intensity interval training for cardiometabolic disease prevention. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(6), 1220. <https://dx.doi.org/10.1249%2FMSS.0000000000001934>
- Conraads, V. M., Pattyn, N., De Maeyer, C., Beckers, P. J., Coeckelberghs, E., Cornelissen, V. A., Denollet, J., Frederix, G., Goetschalckx, K., Hoymans, V. Y., Possemiers, N., Schepers, D., Shivalkar, B., Voigt, J. U., Van Craenenbroeck, E. M., & Vanhees, L. (2015). Aerobic interval training and continuous training equally improve aerobic exercise capacity in patients with coronary artery disease: the SAINTEX-CAD study. *International Journal of Cardiology*, 179, 203-210. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2014.10.155>
- Cotman, C. W., Berchtold, N. C., & Christie, L. A. (2007). Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends in Neurosciences*, 30(9), 464-472. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2007.06.011>
- Coyle, E. F. (2005). Very intense exercise-training is extremely potent and time efficient: a reminder. *Journal of Applied Physiology*, 98(6), 1983-1984. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00215.2005>

- De Feo, P. (2013). Is high-intensity exercise better than moderate-intensity exercise for weight loss?. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 23(11), 1037-1042. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2013.06.002>
- Decker, E. S., & Ekkekakis, P. (2017). More efficient, perhaps, but at what price? Pleasure and enjoyment responses to high-intensity interval exercise in low-active women with obesity. *Psychology of Sport and Exercise*, 28, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2016.09.005>
- Del Vecchio, F. B., Gentil, P., Coswig, V. S., & Fukuda, D. H. (2015). Commentary: Why sprint interval training is inappropriate for a largely sedentary population. *Frontiers in Psychology*, 6, 1359. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01359>
- Dietrich, A., & McDaniel, W. F. (2004). Endocannabinoids and exercise. *British Journal of Sports Medicine*, 38(5), 536-541. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.2004.011718>
- Ekkekakis, P. (2003). Pleasure and displeasure from the body: Perspectives from exercise. *Cognition and Emotion*, 17(2), 213-239. <https://doi.org/10.1080/026999303002292>
- Ekkekakis, P. (2009). Let them roam free?. *Sports Medicine*, 39(10), 857-888. <https://doi.org/10.2165/11315210-000000000-00000>
- Ekkekakis, P. (2009). The Dual-Mode Theory of affective responses to exercise in metatheoretical context: II. Bodiless heads, ethereal cognitive schemata, and other improbable dualistic creatures, exercising. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 2(2), 139-160. <https://doi.org/10.1080/17509840802705920>
- Ekkekakis, P., & Brand, R. (2019). Affective responses to and automatic affective valuations of physical activity: Fifty years of progress on the seminal question in exercise psychology. *Psychology of Sport and Exercise*, 42, 130-137. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.12.018>
- Ekkekakis, P., & Dafermos, M. (2012). Exercise is a many-splendored thing, but for some it does not feel so splendid: Staging a resurgence of hedonistic ideas in the quest to understand exercise behavior. In E.O. Acevedo, *Oxford library of psychology. The Oxford Handbook of Exercise Psychology* (pp. 295-333). Oxford: Oxford University Press. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1093/oxfordhb/9780195394313.013.0016>
- Ekkekakis, P., Hartman, M. E., & Ladwig, M. A. (2019). Conceptual foundations of exercise psychology: Facilitators, inhibitors, and a road map toward establishing societal relevance. In *APA Handbook of Sport and Exercise Psychology, Volume 2: Exercise Psychology, Vol.2* (pp. 27-56). Washington, DC: American Psychological Association. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0000124-002>
- Ekkekakis, P., Ladwig, M. A., & Hartman, M. E. (2019). Physical activity and the feel-good effect: Challenges in researching the pleasure and displeasure people feel when they exercise. In S. R. Bird (Ed.), *Research methods in physical activity and health* (pp. 210–229). New York: Routledge.
- Ekkekakis, P., Parfitt, G., & Petruzzello, S. J. (2011). The pleasure and displeasure people feel when they exercise at different intensities. *Sports medicine*, 41(8), 641-671. <https://doi.org/10.2165/11590680-000000000-00000>
- Ekkekakis, P., & Petruzzello, S. J. (2002). Analysis of the affect measurement conundrum in exercise psychology: IV. A conceptual case for the affect circumplex. *Psychology of Sport and Exercise*, 3(1), 35-63. [https://doi.org/10.1016/S1469-0292\(01\)00028-0](https://doi.org/10.1016/S1469-0292(01)00028-0)
- Fletcher, G. F., Ades, P. A., Kligfield, P., Arena, R., Balady, G. J., Bittner, V. A., Coke, L. A., Fleg, J. L., Forman, D. E., Gerber, T. C., Gulati, M., Madan, K., Rhodes, J., Thompson, P. D., & Williams, M. A. (2013). Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 128(8), 873-934. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e31829b5b44>
- Foster, C., Farland, C. V., Guidotti, F., Harbin, M., Roberts, B., Schuette, J., Tuuri, A., Doberstein, S. T., & Porcari, J. P. (2015). The effects of high intensity interval training vs steady state training on aerobic and anaerobic capacity. *Journal of Sports Science & Medicine*, 14(4), 747.
- Gaesser, G. A., & Angadi, S. S. (2011). High-intensity interval training for health and fitness: can less be more?. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 111(6), 1540–1541. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01237.2011>
- Garber, C., Blissmer, B., Deschenes, M., Franklin, B., Lamonte, M., Lee, I. M., Nieman, D. C., & Swain, D. P. (2011). Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and

- Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7), 1334-1359. <https://doi.org/10.7916/D8CR5T2R>
- Gibson, A. S. C., & Noakes, T. D. (2004). Evidence for complex system integration and dynamic neural regulation of skeletal muscle recruitment during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*, 38(6), 797-806. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.2003.009852>
- Gillen, J. B., & Gibala, M. J. (2014). Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness?. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(3), 409-412. <https://doi.org/10.1139/apnm-2013-0187>
- Gleeson, M., Bishop, N. C., Stensel, D. J., Lindley, M. R., Mastana, S. S., & Nimmo, M. A. (2011). The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nature Reviews Immunology*, 11(9), 607-615. <https://doi.org/10.1038/nri3041>
- Hall, E. E., Ekkekakis, P., & Petruzzello, S. J. (2002). The affective beneficence of vigorous exercise revisited. *British Journal of Health Psychology*, 7(1), 47-66. <https://doi.org/10.1348/135910702169358>
- Hardcastle, S. J., Ray, H., Beale, L., & Hagger, M. S. (2014). Why sprint interval training is inappropriate for a largely sedentary population. *Frontiers in Psychology*, 5, 1505. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01505>
- Harmer, A. R., McKenna, M. J., Sutton, J. R., Snow, R. J., Ruell, P. A., Booth, J., Thompson, M. W., Mackay, N. A., Stathis, C. G., Cramer, R. M., Carey, M. F., & Eager, D. M. (2000). Skeletal muscle metabolic and ionic adaptations during intense exercise following sprint training in humans. *Journal of Applied Physiology*, 89(5), 1793-1803. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.5.1793>
- Hawley, J. A., Myburgh, K. H., Noakes, T. D., & Dennis, S. C. (1997). Training techniques to improve fatigue resistance and enhance endurance performance. *Journal of Sports Sciences*, 15(3), 325-333. <https://doi.org/10.1080/026404197367335>
- Heinrich, K. M., Crawford, D. A., Johns, B. R., Frye, J., & Gilmore, K. E. (2020). Affective responses during high-intensity functional training compared to high-intensity interval training and moderate continuous training. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 9(1), 115. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/spy0000159>
- Heinrich, K. M., Patel, P. M., O'Neal, J. L., & Heinrich, B. S. (2014). High-intensity compared to moderate-intensity training for exercise initiation, enjoyment, adherence, and intentions: an intervention study. *BMC Public Health*, 14(1), 789. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-789>
- Holloway, T. M., & Spriet, L. L. (2015). CrossTalk opposing view: High intensity interval training does not have a role in risk reduction or treatment of disease. *The Journal of Physiology*, 593(24), 5219. <https://dx.doi.org/10.1113%2FJP271039>
- Hsieh, S. S., Chueh, T. Y., Huang, C. J., Kao, S. C., Hillman, C. H., Chang, Y. K., & Hung, T. M. (2021). Systematic review of the acute and chronic effects of high-intensity interval training on executive function across the lifespan. *Journal of Sports Sciences*, 39(1), 10-22. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1803630>
- Ibrahim, A. K., Kelly, S. J., Adams, C. E., & Glazebrook, C. (2013). A systematic review of studies of depression prevalence in university students. *Journal of Psychiatric Research*, 47(3), 391-400. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2012.11.015>
- Juneau, M., Hayami, D., Gayda, M., Lacroix, S., & Nigam, A. (2014). Provocative issues in heart disease prevention. *Canadian Journal of Cardiology*, 30(12), S401-S409. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2014.09.014>
- Jung, M. E., Bourne, J. E., & Little, J. P. (2014). Where does HIT fit? An examination of the affective response to high-intensity intervals in comparison to continuous moderate-and continuous vigorous-intensity exercise in the exercise intensity-affect continuum. *PloS one*, 9(12), e114541. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114541>
- Keteyian, S. J. (2012). Swing and a miss or inside-the-park home run: which fate awaits high-intensity exercise training?. *Circulation*, 126(12), 1431. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.112.129171>
- Kilpatrick, M., Hebert, E., Bartholomew, J., Hollander, D., & Stromberg, D. (2003). Effect of exertional trend during cycle ergometry on postexercise affect. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74(3), 353-359. <https://doi.org/10.1080/02701367.2003.10609103>

- Kilpatrick, M. W., Jung, M. E., & Little, J. P. (2014). High-intensity interval training: A review of physiological and psychological responses. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 18(5), 11-16. <https://doi.org/10.1249/FIT.0000000000000067>
- Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports Medicine*, 32(1), 53-73. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232010-00003>
- Levinger, I., Shaw, C. S., Stepto, N. K., Cassar, S., McAinch, A. J., Cheetham, C., & Maiorana, A. J. (2015). What doesn't kill you makes you fitter: a systematic review of high-intensity interval exercise for patients with cardiovascular and metabolic diseases. *Clinical Medicine Insights: Cardiology*, 9, CMC-S26230. <https://doi.org/10.4137%2FCMC.S26230>
- Lucas, S. J., Cotter, J. D., Brassard, P., & Bailey, D. M. (2015). High-intensity interval exercise and cerebrovascular health: curiosity, cause, and consequence. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 35(6), 902-911. <https://doi.org/10.1038%2Fjcbfm.2015.49>
- Lunt, H., Draper, N., Marshall, H. C., Logan, F. J., Hamlin, M. J., Shearman, J. P., Cotter, J. D., Kimber, N. E., Blackwell, G., & Frampton, C. M. A. (2014). High intensity interval training in a real-world setting: a randomized controlled feasibility study in overweight inactive adults, measuring change in maximal oxygen uptake. *PloS one*, 9(1), e83256. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083256>
- MacDougall, J. D., Hicks, A. L., MacDonald, J. R., McKelvie, R. S., Green, H. J., & Smith, K. M. (1998). Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. *Journal of Applied Physiology*, 84(6), 2138-2142. <https://doi.org/10.1152/jappl.1998.84.6.2138>
- Machado, A. F., Baker, J. S., Figueira Junior, A. J., & Bocalini, D. S. (2019). High-intensity interval training using whole-body exercises: training recommendations and methodological overview. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 39(6), 378-383. <https://doi.org/10.1111/cpf.12433>
- Mazzeschi, C., Piana, N., Capezzali, D., Mommi, A., Aiello, C., Gatti, M., Romani, G., Buratta, L., Battistini, D., Nasini, G., Reginato, E., Urbani, L., Pazzagli, C., Ferri, C., Ambrosio, G., & De Feo, P. (2014). The impact of strenuous group physical activity on mood states, personal views, body composition, and markers of myocardial damage in overweight/obese adults: The "Step-by-step Italy's coast to coast" trek. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 7(3), 1-7. <https://doi.org/10.1155/2014/854129>
- McRae, G., Payne, A., Zelt, J. G., Scribbans, T. D., Jung, M. E., Little, J. P., & Gurd, B. J. (2012). Extremely low volume, whole-body aerobic-resistance training improves aerobic fitness and muscular endurance in females. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 37(6), 1124-1131. <https://doi.org/10.1139/h2012-093>
- Miller, A. H., & Raison, C. L. (2016). The role of inflammation in depression: from evolutionary imperative to modern treatment target. *Nature Reviews Immunology*, 16(1), 22. <https://doi.org/10.1038/nri.2015.5>
- Morgan, W. P. (1997). *Physical activity and mental health*. Washington, DC: Taylor & Francis.
- O'Brien, S. M., Scully, P., Fitzgerald, P., Scott, L. V., & Dinan, T. G. (2007). Plasma cytokine profiles in depressed patients who fail to respond to selective serotonin reuptake inhibitor therapy. *Journal of Psychiatric Research*, 41(3-4), 326-331. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2006.05.013>
- O'Donovan, G., & Shave, R. (2007). British adults' views on the health benefits of moderate and vigorous activity. *Preventive Medicine*, 45(6), 432-435. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2007.07.026>
- Oliveira, B. R. R., Santos, T. M., de Carvalho Guerreiro, R., D'Amorim, I., Lattari, E., & Deslandes, A. C. (2021). Acute affective responses to high-intensity interval exercise: Implications on the use of different stimulus-recovery amplitudes. *European Journal of Sport Science*, 1-11. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1973572>
- Oliveira, B. R. R., Santos, T. M., Kilpatrick, M., Pires, F. O., & Deslandes, A. C. (2018). Affective and enjoyment responses in high intensity interval training and continuous training: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 13(6), e0197124. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197124>
- Oliveira, B. R., Slama, F. A., Deslandes, A. C., Furtado, E. S., & Santos, T. M. (2013). Continuous and high-intensity interval training: which promotes higher pleasure?. *PloS one*, 8(11), e79965. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079965>
- Panksepp, J. (2004). *Affective neuroscience: The foundations of human and animal emotions*. Oxford: Oxford University Press.

- Paolucci, E. M., Loukov, D., Bowdish, D. M., & Heisz, J. J. (2018). Exercise reduces depression and inflammation but intensity matters. *Biological Psychology*, 133, 79-84. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2018.01.015>
- Parfitt, G., & Hughes, S. (2009). The exercise intensity–affect relationship: evidence and implications for exercise behavior. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 7(2), S34-S41. [https://doi.org/10.1016/S1728-869X\(09\)60021-6](https://doi.org/10.1016/S1728-869X(09)60021-6)
- Pescatello, L. S., & American College of Sports Medicine. (2014). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health.
- Physical Activity Guidelines Advisory Committee. (2008). Physical activity guidelines advisory committee report, 2008. *Washington, DC: US Department of Health and Human Services, 2008*, A1-H14.
- Poole, D. C., Burnley, M., Vanhatalo, A., Rossiter, H. B., & Jones, A. M. (2016). Critical power: An important fatigue threshold in exercise physiology. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48, 2320–2334. <http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0000000000000939>
- Ram, A., Marcos, L., Morey, R., Clark, T., Hakansson, S., Ristov, M., Franklin, A., McCarthy, C., De Carli, L., Jones, M. D., Ward, R. E., & Keech, A. (2021). Exercise for affect and enjoyment in overweight or obese males: a comparison of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training. *Psychology, Health & Medicine*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/13548506.2021.1903055>
- Rehn, T. A., Winett, R. A., Wisløff, U., & Rognmo, Ø. (2013). Increasing physical activity of high intensity to reduce the prevalence of chronic diseases and improve public health. *The Open Cardiovascular Medicine Journal*, 7, 1. <https://dx.doi.org/10.2174%2F1874192401307010001>
- Rhodes, R. E., & Kates, A. (2015). Can the affective response to exercise predict future motives and physical activity behavior? A systematic review of published evidence. *Annals of Behavioral Medicine*, 49(5), 715-731. <https://doi.org/10.1007/s12160-015-9704-5>
- Rhodes, R. E., Fiala, B., & Conner, M. (2009). A review and meta-analysis of affective judgments and physical activity in adult populations. *Annals of Behavioral Medicine*, 38(3), 180-204. <https://doi.org/10.1007/s12160-009-9147-y>
- Roloff, Z. A., Dicks, N. D., Krynski, L. M., Hartman, M. E., Ekkekakis, P., & Pettitt, R. W. (2020). Ratings of affective valence closely track changes in oxygen uptake: Application to high-intensity interval exercise. *Performance Enhancement & Health*, 100158. <https://doi.org/10.1016/j.peh.2020.100158>
- Rugbeer, N., Constantinou, D., & Torres, G. (2021). Comparison of High-Intensity Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training on Cardiorespiratory Fitness and Body Fat Percentage in Persons With Overweight or Obesity: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of Physical Activity and Health*, 18(5), 610-623. <https://doi.org/10.1123/jpah.2020-0335>
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(6), 1161. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0077714>
- Saaniijoki, T., Nummenmaa, L., Eskelinen, J. J., Savolainen, A. M., Vahlberg, T., Kalliokoski, K. K., & Hannukainen, J. C. (2015). Affective responses to repeated sessions of high-intensity interval training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(12), 2604-2611. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000721>
- Saaniijoki, T., Tuominen, L., Tuulari, J. J., Nummenmaa, L., Arponen, E., Kalliokoski, K., et al. (2018). Opioid release after high-intensity interval training in healthy human subjects. *Neuropsychopharmacology*, 43, 246–254. <http://dx.doi.org/10.1038/npp.2017.148>
- Selmi, O., Haddad, M., Majed, L., Khalifa, B., Hamza, M., & Chamari, K. (2017). Soccer training: high-intensity interval training is mood disturbing while small sided games ensure mood balance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(7-8), 1163-1170. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.17.07292-9>
- Smart, N. A., & Ismail, H. (2013). Is it safer and more beneficial to work heart failure patients harder? An editorial commentary. *Clinical Cardiology*, 36(10), 638. <https://dx.doi.org/10.1002%2Fcl.22179>
- Stork, M. J., Banfield, L. E., Gibala, M. J., & Martin Ginis, K. A. (2017). A scoping review of the psychological responses to interval exercise: is interval exercise a viable alternative to traditional exercise?. *Health Psychology Review*, 11(4), 324-344. <https://doi.org/10.1080/17437199.2017.1326011>

- Støylen, A., Conraads, V., Halle, M., Linke, A., Prescott, E., & Ellingsen, Ø. (2012). Controlled study of myocardial recovery after interval training in heart failure: SMART-EX-HF—rationale and design. *European Journal of Preventive Cardiology*, 19(4), 813-821. <https://doi.org/10.1177/1741826711403252>
- Tarumi, T., & Zhang, R. (2015). The role of exercise-induced cardiovascular adaptation in brain health. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 43(4), 181-189. <https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000063>
- Tavares, V. D. D. O., Schuch, F. B., Tempest, G., Parfitt, G., Oliveira Neto, L., Galvão-Coelho, N. L., & Hackett, D. (2021). Exercisers' Affective and Enjoyment Responses: A Meta-Analytic and Meta-Regression Review. *Perceptual and Motor Skills*, 128(5), 2211-2236. <https://doi.org/10.1177/00315125211024212>
- Tjønnå, A. E., Lee, S. J., Rognmo, Ø., Stølen, T. O., Bye, A., Haram, P. M., Loennechen, J. P., Al-Share, Q. Y., Skogvoll, E., Slørdahl, S. A., Kemi, O. J., Najjar, S. M., & Wisløff, U. (2008). CLINICAL PERSPECTIVE. *Circulation*, 118(4), 346-354. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.772822>
- Trost, S. G., Owen, N., Bauman, A. E., Sallis, J. F., & Brown, W. (2002). Correlates of adults' participation in physical activity: review and update. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(12), 1996-2001. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000038974.76900.92>
- Warburton, D. E., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *Canadian Medical Association Journal*, 174(6), 801-809. <https://doi.org/10.1503/cmaj.051351>
- Weinberg, R., & Gould, D. (2015). *Ψυχολογία του Αθλητισμού και της Άσκησης: Θεμελιώδεις αρχές* (Επιμ. Μ. Ψυχουντάκη & Ν. Σταύρου). Αθήνα: Εκδόσεις Πασχαλίδης.
- Williams, D. M., Dunsiger, S., Jennings, E. G., & Marcus, B. H. (2012). Does affective valence during and immediately following a 10-min walk predict concurrent and future physical activity?. *Annals of Behavioral Medicine*, 44(1), 43-51. <https://doi.org/10.1007/s12160-012-9362-9>
- Williams, D. M., Dunsiger, S., Ciccolo, J. T., Lewis, B. A., Albrecht, A. E., & Marcus, B. H. (2008). Acute affective response to a moderate-intensity exercise stimulus predicts physical activity participation 6 and 12 months later. *Psychology of Sport and Exercise*, 9(3), 231-245. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2007.04.002>
- Wisløff, U., Coombes, J. S., & Rognmo, Ø. (2015). CrossTalk proposal: high intensity interval training does have a role in risk reduction or treatment of disease. *The Journal of Physiology*, 593(24), 5215. <https://dx.doi.org/10.1113%2FJP271041>
- World Health Organization. (2020). WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Geneva: WHO. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>