

Αποτελεσματικότητα της Άσκησης σε Παραπληγικούς Ασθενείς: Συστηματική Ανασκόπηση

Αθανάσιος Κίτσιος¹, Στέφανος Νικόλοβ², Αθανάσιος Τράμπας³, Σπύρος Αθανασόπουλος⁴, Δημήτριος Αυτοσμίδης⁵

¹ Επ. Καθηγητής Φυσικοθεραπείας, Φυσικοθεραπευτής (PhD), Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Α.Π.Θ.

² Πτ. Φυσικής Αγωγής, Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Α.Π.Θ.

³ Υπ. Διδάκτωρ, Φυσικοθεραπευτής (MSc), Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Α.Π.Θ.

⁴ Αν. Καθηγητής, Φυσικοθεραπευτής (PhD), Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Ε.Κ.Π.Α.

⁵ Φυσικοθεραπευτής, Εργαστηριακός συνεργάτης Α.Τ.Ε.Ι.Θ.

Επικοινωνία: Αθανάσιος Κίτσιος, Δημ. Τσέλιον 8, 54454, Θεσσαλονίκη

E-mail: skopelos2004@hotmail.com

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Διάφοροι τύποι προγραμμάτων άσκησης έχουν μελετηθεί κατά το παρελθόν για ασθενείς με κακώσεις του νωπιαίου μυελού. Παρά την έλλειψη λεπτομερών γνώσεων, σχετικά με τις παραμέτρους της άσκησης (διάρκεια, ένταση, συχνότητα), η αερόβια προπόνηση φαίνεται να οφείλει ιδιαίτερος τα συγκεκριμένα άτομα από απόψεως φυσιολογικής λειτουργίας (αυξημένη η μέγιστη πρόσληψη O₂-VO₂ max) και πρόληψης αρνητικών επιπτώσεων στη ψυχική υγεία (Rimaud et al 2005). Τα μέχρι τώρα ερευνητικά δεδομένα προτείνουν πως αερόβια άσκηση στο 70% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας, τρεις μέρες/εβδομάδα, διάρκειας 30 λεπτών ημερησίως για οχτώ εβδομάδες, μπορεί να αποτελέσει την βάση για μελλοντική έρευνα σε ασθενείς με

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι καθημερινές δραστηριότητες που επιτελούνται από άτομα με κακώσεις του νωπιαίου μυελού δε θεωρούνται αρκετές για την βελτίωση της φυσικής τους κατάστασης, γεγονός που ελλοχεύει αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα ζωής. Επιπλέον, δε βρέθηκε στη διεθνή βιβλιογραφία συστηματική ανασκόπηση για την αποτελεσματικότητα της άσκησης που να επικεντρώνεται αποκλειστικά σε παραπληγικά άτομα. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η κριτική αξιολόγηση μελετών για την επίδραση της άσκησης σε ασθενείς με παραπληγία, αναβαθμίζοντας τα ερευνητικά δεδομένα, σε μια προσπάθεια καθορισμού πρωτοκόλλων που σχετίζονται άμεσα με τη σωματική υγεία και την ποιότητα ζωής. Η αναζήτηση της διεθνούς βιβλιογραφίας πραγματοποιήθηκε από δύο ανεξάρτητους ερευνητές, σε επιστημονικές βάσεις δεδομένων (Ingenta Connect, Science Direct, Medline, SPORTdiscus και Cochrane), από το 1980 ως τον Ιανουάριο του 2008. Η αξιολόγηση της εσωτερικής εγκυρότητας έγινε με την κλίμακα PEDro (Physiotherapy Evidence Database). Εντοπίστηκαν οχτώ ερευνητικά άρθρα και 75 παραπληγικοί συμπεριλήφθησαν συνολικά στις θεραπευτικές παρεμβάσεις. Έγινε ποιοτική ανάλυση δεδομένων με διαφορετικά επίπεδα πορισμάτων. Λόγω μεθοδολογικών σφαλμάτων η εξαγωγή ισχυρών κλινικά συμπερασμάτων δεν κατέσται δυνατή. Υπάρχουν ενδείξεις για τη μείωση της καρδιακής συχνότητας κατά την υπομέγιστη προσπάθεια, τη βελτίωση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου και της δύναμης, ενώ ο ταυτόχρονος ηλεκτρικός ερεθισμός των κάτω άκρων φαίνεται να μειώνει την ένταση της καρδιακής λειτουργίας. Μελλοντικές τυχαιοποιημένες έρευνες θα πρέπει να βελτιώσουν τη μεθοδολογική ποιότητα με ύπαρξη ομάδων ελέγχου, να χρησιμοποιούν επικυρωμένες μεθόδους αξιολόγησης με επαρκή αριθμό συμμετεχόντων και να εστιάσουν σε πληθυσμούς με διαφορετικά επίπεδα αναπηρίας, ηλικίας και έτη παραπληγίας.

Λέξεις κλειδιά: αποκατάσταση, προπόνηση, άσκηση, παραπληγία, συστηματική ανασκόπηση

κακώσεις του νωπιαίου μυελού δίκτυο ανώτερων και κατώτερων κινητικών νευρώνων, που λει-

Ο νωπιαίος μυελός του ανθρώπου αποτελεί ένα πολύπλοκο μεταξύ του κεντρικού, περιφερει-

Effectiveness of Exercise on Paraplegics: A Systematic Literature Review

Athanasios Kitsios¹, Stefanos Nikolov², Athanasios Trampas³, Spyros Athanasopoulos⁴, Dimitrios Autosmidis⁵

¹ As. Professor of Physiotherapy, Physiotherapist (PhD), Department of Physical Education and Sports Science, A.U.TH.

² Physical Educator, Department of Physical Education and Sports Science, A.U.TH.

³ Doctoral Student, Physiotherapist (MSc), Department of Physical Education and Sports Science, A.U.TH.

⁴ Sub. Professor of Physiotherapy, Physiotherapist (PhD), Department of Physical Education and Sports Science, U.A.

⁵ Physiotherapist, Laboratory Collaborator, T.I.TH.

Correspondence: Athanasios Kitsios, D. Tseliou 8,54454, Thessaloniki, Greece
E-mail: skopelos2004@hotmail.com

ABSTRACT

The daily activities of people with spinal cord injuries are usually considered not adequate to maintain fitness and may affect quality-of-life. Moreover, no systematic review was found in the literature to evaluate the effectiveness of exercise on paraplegics. The primary objective of this manuscript was to critically appraise randomized controlled trials (RCTs) which investigated the benefits of exercise on subjects with paraplegia. We tried to update the evidence in an attempt to address specific protocols that affect physical status and/or well-being. Several databases (Ingenta Connect, Science Direct, Medline, SPORTdiscus και Cochrane) have been searched from 1980 to January 2008 by two blinded investigators. RCTs were reviewed if they included a physiotherapy exercise intervention, whilst the methodological quality was assessed using the PEDro (Physiotherapy Evidence Database) scale. Eight studies and 75 paraplegics were finally identified. A qualitative analysis was performed using levels of evidence. Due to the overall low methodological quality of the reviewed articles, no definite conclusions could be drawn. It seems that exercise reduces heart rate during submaximal effort, increases peak oxygen uptake and power, whilst the electrical stimulation of the legs is likely to reduce the cardiac stress. Future RCTs should improve their methodology by including control groups for comparisons. Moreover, the use of reliable and validated measurement tools is considered mandatory. There is a need for larger scale studies with sufficient numbers of participants to allow for stratification into subgroups with different age, injury duration and baseline levels of disability.

Key words: rehabilitation, training, exercise, paraplegia, systematic review

κού και αυτόνομου νευρικού συστήματος (Jacobs & Nash 2004). Επειδή οι διάφορες λειτουργίες του νωτιαίου μυελού διαφέρουν ανάλογα με το τμηματικό επίπεδο και το είδος των

νεύρων, η κάκωση του νωτιαίου μυελού συνοδεύεται και από διαφορετικό βαθμό δυσλειτουργίας, ανάλογα με την περιοχή που έχει υποστεί την βλάβη (Jacobs & Nash 2004). Κατά συνέπεια οι

διάφορες θεραπείες θα πρέπει να εξειδικεύονται ανάλογα με το επίπεδο και την περιοχή του σώματος που υπολειπεται ή δεν λειτουργεί.

Σύμφωνα με επιδημιολογικές μελέτες, η ετήσια συχνότητα κακώσεων του νωτιαίου μυελού αγγίζει το ποσοστό του 1.5-4.0% παγκοσμίως (Lim & Tow 2007). Ο ρόλος των προγραμμάτων άσκησης για τους συγκεκριμένους ασθενείς παραμένει ακόμη υπό διερεύνηση (Devillard et al 2007). Το ενδιαφέρον σχετικά με την φυσική δραστηριότητα και την άθληση, καθώς επίσης και οι συνέπειες στον καρδιαγγειακό μηχανισμό, αποτελούν το κίνητρο για την αναβάθμιση των προγραμμάτων θεραπευτικής άσκησης.

Άλλοι ερευνητές (Hoffman 1986) υποστηρίζουν πως η ικανότητα για παραγωγή έργου περιορίζεται, λόγω έκπτωσης της λειτουργίας του συμπαθητικού μηχανισμού, καθώς και της επερχόμενης μυϊκής ατροφίας. Βλάβη του συμπαθητικού νευρικού συστήματος συνοδεύεται από απώλεια ελέγχου της αιματικής κυκλοφορίας και συντονισμού της καρδιακής λειτουργίας, ενώ ο μέγιστος αριθμός καρδιακών παλμών δεν ξεπερνάει τους 110-130/min (Hoffman 1986).

Ο όρος παραπληγία αναφέρεται στην «απώλεια της κινητικής ή/και αισθητικής λειτουργίας των θωρακικών, οσφυϊκών ή ιερών (όχι των αυχενικών) επιπέδων του νωτιαίου μυελού, που ακολουθεί της κάκωσης των νεύρων εντός του σπονδυλικού σωλήνα» (Marino et al 1999, p. 1394). Με

την παραπληγία η λειτουργία των άνω άκρων δεν επηρεάζεται, γεγονός που δε συμβαίνει με τον κορμό, τα κάτω άκρα και τα όργανα της πυέλου, που εμπλέκονται ανάλογα με το βαθμό της κάκωσης (Maynard et al 1997). Ο όρος παραπληγία χρησιμοποιείται, επίσης, όταν γίνεται αναφορά στην ιππουρίδα και τον μυελικό κώνο του νωτιαίου μυελού, όχι όμως και για βλάβες του οσφυοϊεροϋ πλέγματος ή για τραυματισμούς του περιφερικού νευρικού συστήματος εκτός σπονδυλικού σωλήνα (Marino et al 1999, Maynard et al 1997).

Δε βρέθηκε στη διεθνή βιβλιογραφία συστηματική ανασκόπηση που να επικεντρώνεται στην άσκηση αποκλειστικά για παραπληγικά άτομα. Έτσι, η όποια προσπάθεια γενίκευσης των συμπερασμάτων από προγενέστερους ερευνητές καθίσταται εξαιρετικά δύσκολη, λόγω της διαφορετικότητας των συγκεκριμένων ατόμων από πλευράς κινητικότητας του κορμού και των κάτω άκρων. Σκοπός της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης είναι η αξιολόγηση ελεγχόμενων ερευνών για την επίδραση της άσκησης σε ασθενείς με παραπληγία, αναβαθμίζοντας τα ερευνητικά δεδομένα, σε μια προσπάθεια καθορισμού πρωτοκόλλων που σχετίζονται άμεσα με τη σωματική υγεία και την ποιότητα ζωής. Επίσης, το ενδιαφέρον επικεντρώθηκε σε παραμέτρους άσκησης, που ενδεχομένως να επηρεάζουν αρνητικά τον καρδιαγγειακό, αναπνευστικό και μεταβολικό μηχανισμό.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Οριοθέτηση της μελέτης

Τα ακόλουθα κριτήρια χρησιμοποιήθηκαν για την οριοθέτηση της παρούσας ανασκόπησης:

Κριτήρια εισαγωγής: α) Παραπληγικοί ασθενείς, β) Τουλάχιστον μία από τις θεραπευτικές παρεμβάσεις να περιλαμβάνει πρόγραμμα άσκησης.

Κριτήρια εξαγωγής: α) Μελέτες που εξετάζουν ασθενείς με κακώσεις του νωτιαίου μυελού, γενικώς, β) Περιλήψεις συνεδρίων, ανασκοπήσεις και μελέτες για την εγκυρότητα οργάνων μέτρησης.

Εσωτερική εγκυρότητα

Η εσωτερική εγκυρότητα των υπο ανασκόπηση ερευνών αξιολογήθηκε με την κλίμακα PEDro (Physiotherapy Evidence Database). Η συγκεκριμένη κλίμακα περιλαμβάνει 11 κριτήρια και όλα εκτός του πρώτου (αναφέρεται στην εξωτερική εγκυρότητα μιας μελέτης) συνεισφέρουν από ένα βαθμό στην τελική βαθμολογία. Σύμφωνα με ερευνητές η κλίμακα PEDro εμφανίζει μέτρια ως καλή αξιοπιστία, η οποία αυξάνεται όταν δύο ερευνητές πραγματοποιήσουν τη διαδικασία αξιολόγησης (Maher et al 2003).

Τα 11 κριτήρια παρατίθενται στη συνέχεια, ενώ περισσότερες πληροφορίες υπάρχουν στην ιστοσελίδα http://www.pedro.fhs.usyd.edu.au/scale_item.html#scale_2.

1) Όριοθέτηση μελέτης, 2) Τυχαία κατανομή, 3) Κρουφή κατανομή, 4) Ομοιογένεια δείγματος, 5) Απλή τυφλή μελέτη (ασθενείς), 6) Διπλή τυφλή μελέτη (θεραπευτές), 7) Τριπλή τυφλή μελέτη (αξιολογητές), 8) Η μέτρηση τουλάχιστον μιας βασικής μεταβλητής πραγματοποιήθηκε για περισσότερο από 85% των ασθενών, 9) «intention-to-treat analysis», 10) Αναφέρονται τα αποτελέσματα των στατιστικών συγκρίσεων μεταξύ των ομάδων για τουλάχιστον μια βασική μεταβλητή και 11) Η μελέτη παρέχει μετρήσεις μεταβλητότητας για τουλάχιστον μια βασική μεταβλητή.

Στρατηγική αναζήτησης και ανάλυση δεδομένων

Για την εύρεση άρθρων και συγγραμμάτων μελετήθηκαν οι ακόλουθες βάσεις δεδομένων από το 1980 έως τον Ιανουάριο του 2008: Ingenta Connect, Science Direct, Medline, SPORTdiscus και Cochrane. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν οι εξής λέξεις ευρετηρίου: ‘rehabilitation’, ‘training’, ‘exercise conditioning’, ‘physical fitness’, ‘exercise prescription’, ‘adaptation’, ‘effect’, ‘benefit’, ‘paraplegia’, ‘paraplegics’. Περαιτέρω, αναφορές ελέγχθηκαν σε άρθρα που εντοπίστηκαν από τη συγκεκριμένη στρατηγική αναζήτησης, ενώ η διαδικασία ολοκληρώθηκε από δύο ανεξάρτητους ερευνητές, όπως και η βαθμολόγηση βάσει PEDro. Σε περίπτωση διαφωνίας σε κάποιο/α από

τα κριτήρια της PEDro επιστρατεύτηκε και τρίτος εκ των συγγραφέων ερευνητής, που είχε και την τελική κρίση.

Εξαιτίας του μικρού αριθμού τυχαιοποιημένων ελεγχόμενων μελετών που βρέθηκαν, αποφασίστηκε από τους συγγραφείς να συμπεριληφθούν στην ανασκόπηση και μη τυχαιοποιημένες, μη ελεγχόμενες μελέτες παρέχοντας κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα. Λόγω ανομοιογένειας παραμέτρων άσκησης και εξαρτημένων μεταβλητών από την πλειοψηφία των υπό ανασκόπηση συγγραμμάτων, δεν πραγματοποιήθηκε ποσοτική ανάλυση των δεδομένων (meta-analysis). Έτσι έγινε ποιοτική ανάλυση με βάση τα ακόλουθα κριτήρια (Dutch Institute for Healthcare Improvement 2005):

- A) Ταξινόμηση της ποιότητας των ερευνών
 - A1, συστηματικές ανασκοπήσεις με έρευνες υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας
 - A2, τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας
 - B, τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες μέτριας και χαμηλής μεθοδολογικής ποιότητας ή μη τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες
 - C, μη ελεγχόμενες μελέτες
 - D, γνώμες ειδικών
- B) Ισχύς πορισμάτων
 - επίπεδο 1, μία μελέτη στο επίπεδο A1, ή δύο μελέτες στο επίπεδο A2
 - επίπεδο 2, δύο μελέτες στο επίπεδο B
 - επίπεδο 3, μία μελέτη στο επίπεδο A2, ή B, ή C
 - επίπεδο 4, γνώμες ειδικών

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα εντοπίστηκαν 37 αναφορές. Από αυτές αποκλείστηκαν 23, αφού λόγω περιεχομένου δε συμβάδιζαν με την ανασκόπηση (επιδημιολογικές μελέτες, μελέτες εγκυρότητας/αξιοπιστίας οργάνων μέτρησης, έρευνες με τετραπληγικούς ασθενείς ή ασθενείς με κακώσεις του νωτιαίου μυελού γενικώς). Επιπλέον, σε έξι μελέτες ήταν διαθέσιμη μόνο η περίληψη για να καταλήξουν οχτώ έρευνες, που συμπεριλήφθησαν στην τελική αξιολόγηση. Συνολικά, 75 παραπληγικοί ασθενείς (αθλητές και μη αθλητές) χρησιμοποιήθηκαν στα οχτώ ερευνητικά άρθρα. Σε τρεις μελέτες (Raymond et al 1997, Schneider et al 1999, Nash et al 2002) οι

Πίνακας 1. Αξιολόγηση της εσωτερικής εγκυρότητας βάσει PEDro και της μεθοδολογικής ποιότητας βάσει CBO.

Κριτήριο PEDro	Davis et al 1987	Yin et al 1993	Raymond et al 1997	Vincent et al 1997	Schneider et al 1999	Tardi et al 2001	Nash et al 2002	Nash et al 2007
Ερωτήσεις μελέτης	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Τυχία κατανομή	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Κρυφή κατανομή	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ
Οραογενέσι δείγματα	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Αυτή τυχία μελέτη (ισοθεσία)	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ
Αυτή τυχία μελέτη (θεραπεία)	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ
Τυχία τυχία μελέτη (αξιοπιστία)	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ
85% των ασθενών σε συνολική αξιολόγηση «αθλητές-to-beat athletes»	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Συγκρίσιμα μεταξύ των ομάδων	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Μετρήσιμος μεταβλητός	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
PEDro	5/10 (μέτρια μ.π.)	3/10 (χαμηλή μ.π.)	5/10 (μέτρια μ.π.)	4/10 (μέτρια μ.π.)	4/10 (μέτρια μ.π.)	3/10 (χαμηλή μ.π.)	5/10 (μέτρια μ.π.)	3/10 (χαμηλή μ.π.)
CBO	B	C	C	C	B	C	C	B

Συντομοίσεις: μ.π., μεθοδολογική ποιότητα, PEDro, Physiotherapy Evidence Database, CBO, Dutch Institute for Healthcare Improvement. Ο καθορισμός της μεθοδολογικής ποιότητας έγινε βάσει των συστάσεων του Maher (2000).

Πίνακας 2. Περιγραφή των μελετών.

Μελέτη	Συμμετέχοντες	Ομάδες Θεραπείας	Μεταβλητές	Συμπεράσματα
Davis et al 1987	14 άτομα (28-39 ετών)	1. Ομάδα ελέγχου 2. Ομάδα άσκησης	Παίσιος O ₂ , λειτουργία θωρακικού ορατήρας, κοιλίας, VCO ₂ max, καρδιακή συχνότητα, συστολική/διαστολική πίεση	↓ ορμόνες, ↑ VCO ₂ max, ↓ πίεση του αίματος, ↑ του εκλυόμενου O ₂ κατά υποβλήση και μέγιστη άσκηση (P < .05), αμειψίωση σε δύσπνοιας της ορατήρας κοιλίας
Yim et al 1993	11 άτομα (58.9, 26-49 ετών)	Ομάδα άσκησης	Πνευμονική λειτουργία, καρδιακή συχνότητα, συστολική/διαστολική πίεση, συσταλτική κβζολόγηση HR ^{max} και, χρόνος για 100m στο πρώτο επίπεδο δύσπνοιας	↓ καρδιακή συχνότητα, μέγιστη συστολική πίεση και χρόνο 100m κατά την άσκηση (P < .05), αμειψίωση η μέγιστη θωρακικής πίεση, ↑ μέγιστη ροπή κωπηλασίας όμοιο, ↑ μέγιστων έργων κωπηλασίας και ακατονοητων όμοιο (P < .05)
Raymond et al 1997	7 άτομα (5 άντρες, 2 γυναίκες) (31.9 ± 2.7 ετών)	1. Ομάδα με παρατροπή γραφών 2. Ομάδα με παρατροπή γραφών και ηλεκτρικές κωπηλασίας κίβητο όμοιο	VCO ₂ max, VCO ₂ max, καρδιακή συχνότητα, ακατονοητος παρταξ, ρυθμής αναπνοής, κάρπιν	Ομάδα 2 ↑ VCO ₂ max και VCO ₂ max, Ομάδα 2 ↓ καρδιακή συχνότητα, Λογος άσκησης σε ακατονοητο κάρπιν και ρυθμής αναπνοής κάρπιν
Vinet et al 1997	8 άτομα (αθλητές) (28.3 ± 3.9 ετών)	Ομάδα άσκησης	VCO ₂ max, VCO ₂ max, ζωνιαί γραμμώσεις, καρδιακή συχνότητα, παίσιος O ₂ , ακατονοητος όγκος	↓ την τις VCO ₂ max σε σχέση με κάρπιν όμοιο, ↑ ο ακατονοητος όγκος κάρπιν με ακατονοητο η ακατονοητο λειτουργία τις κάρπιν κάρπιν κατά την άσκηση κωπηλασίας όμοιο
Schneider et al 1999	6 κάρπιν όμοιο (28 ± 2 ετών), 6 κάρπιν όμοιο (αθλητών) (32 ± 4 ετών)	1. Ομάδα κάρπιν 2. Ομάδα κάρπιν	VCO ₂ max, καρδιακή συχνότητα, ρυθμής αναπνοής κάρπιν	Κάρπιν VCO ₂ max και καρδιακή συχνότητα, αλλά η ρυθμής αναπνοής κάρπιν ↓ στα κάρπιν όμοιο (P = .048)
Tordi et al 2001	5 άτομα (27 ± 8.1 ετών)	Ομάδα άσκησης	Λειτουργία, καρδιακή συχνότητα, ζωνιαί γραμμώσεις, ακατονοητος ρυθμής, ρυθμής αναπνοής κάρπιν, VCO ₂ max, VCO ₂ max, παίσιος O ₂ , μέγιστη κωπηλασίας, κάρπιν όμοιο	VCO ₂ max, μέγιστη κωπηλασίας (P < .05) και κάρπιν όμοιο (P < .001) ↑ μετά την κάρπιν άσκηση, ενώ η μέγιστη καρδιακή συχνότητα ↓ (P < .05)
Nash et al 2002	17 (16 άντρες, 1 γυναίκα, 26-45 ετών)	1. Ομάδα άσκησης με κάρπιν γραφών 2. Ομάδα άσκησης με κωπηλασίας κάρπιν	VCO ₂ max, καρδιακή συχνότητα, ακατονοητο κβζολόγηση κάρπιν	Ομάδα 2 ↑ στην ακατονοητο κβζολόγηση κάρπιν (P = .05)
Nash et al 2007	7 άτομα (39-58 ετών)	Ομάδα άσκησης	Αναρροφία άσκησης, 1-RM, VCO ₂ max, αίμας	↑ Μέση την κωπηλασίας, 30άρας (P < .001) ↑ RM (P, αίμας, .005-006) ↑ VCO ₂ max (P < .01) ↓ Είλεος (P = .006)

Συμπεράσματα: VCO₂ max, μέγιστη πρόσληψη O₂; VCO₂ max, μέγιστη απελευθ. CO₂; RM, μέγιστη αντίσταση

συμμετέχοντες ήταν και των δύο φύλων, ενώ οι υπόλοιπες πέντε μελέτες χρησιμοποίησαν μόνο άντρες (Davis et al 1987, Yim et al 1993, Vinet et al 1997, Tordi et al 2001, Nash et al 2007). Από την αξιολόγηση με την κλίμακα PEDro προέκυψε πως η συνολική βαθμολογία ήταν 4.0 (±0.93)/10.

Στον Πίνακα 1 δίνεται η βαθμολογία των μελετών βάσει PEDro και η ταξινόμηση της μεθοδολογικής ποιότητας βάσει του οργανισμού Dutch Institute for Healthcare Improvement (CBO), ενώ στον Πίνακα 2 γίνεται μια περιγραφή των ασθενών (αριθμός και ηλικία), των ομάδων θεραπείας, των κυριότερων εξαρτημένων μεταβλητών και

των συμπερασμάτων της κάθε έρευνας χωριστά. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα πρωτόκολλα άσκησης, καθώς και οι κυριότεροι παράμετροι που αφορούν την ένταση, τη συχνότητα και τη διάρκεια της θεραπείας.

Εσωτερική εγκυρότητα

Πλήθος μεθοδολογικών σφαλμάτων παρουσιάστηκαν στις υπό ανασκόπηση μελέτες, ενώ είναι αξιοσημείωτο πως μόνο μία μελέτη (Nash et al 2002) ήταν τυχαιοποιημένη και δύο ελεγχόμενες (Davis et al 1987, Schneider et al 1999). Η κατανομή των ατόμων σε ομάδες με κρυφές διαδικασίες και ανάλυση τύπου «intention-to-treat» ήταν

αδύνατο να πραγματοποιηθεί στην πλειονότητα των περιπτώσεων, λόγω έλλειψης ομάδων ελέγχου και μη εγκατάλειψης των ασθενών από τις θεραπείες. Σε όλα τα ερευνητικά άρθρα ο αριθμός των συμμετεχόντων ήταν μικρός με συνέπεια περιορισμένη στατιστική δύναμη και δυνατότητα γενίκευσης των πορισμάτων. Αυξάνεται έτσι ο κίνδυνος στατιστικού σφάλματος τύπου II. Με την εξαίρεση δύο ερευνών (Davis et al 1987, Raymond et al 1997) δεν παρατηρήθηκαν τυφλές μελέτες, ενώ είναι χαρακτηριστικό πως ομάδες σύγκρισης χρησιμοποιήθηκαν σε τέσσερα από τα οχτώ συνολικά άρθρα (Davis et al 1987, Raymond et al 1997, Schneider et al 1999, Nash

Πίνακας 3. Περιγραφή των πρωτοκόλλων άσκησης.

Μελέτη	Είδος	Ένταση	Διάρκεια	Συχνότητα
Davis et al 1987	Παρατηρηθή ύπνο άκρων με εργόμετρο χεριάς	58-70% VO2 max	28-40 min 1x	3 φορές/εβδομάδα
Yim et al 1993	Εργομετρική αναπνευστική πολυθρόνα	3 set X 10 min, 3 km/h εύχρηστη ταχύτητα για κάθε 10 min, με αυξανόμενη ταχύτητα ορίσων ύπνο επίλυση κόπωση	3x 10 min 3	3 φορές/εβδομάδα
Raymond et al 1997	1. Παρατηρηθή ύπνο άκρων με εργόμετρο χεριάς 2. Παρατηρηθή ύπνο άκρων με εργόμετρο χεριάς και ηλεκτρονικός αριθμητικός κώδικα άκρων	1. 65% VO2 max 2. Το επίπεδο αντίστασης για τα κάτω άκρα ρυθμίζεται χρησιμοποιεί για κάθε ασθένεια	1, 5 min 2, 5 + 3 min	Άμεσα αποτελέσματα
Vinet et al 1997	Εργομετρική αναπνευστική πολυθρόνα	4 km/h για 3 min με αύξηση της έντασης 1 km/h σε κάθε min	Μόγρη	Άμεσα αποτελέσματα
Schneider et al 1999	Παρατηρηθή ύπνο άκρων με εργόμετρο χεριάς	3 min με 60 rpm (no resistance) με 1 min με αύξηση της στροφών κατά 17 W/min	Μόγρη	Άμεσα αποτελέσματα
Tordi et al 2001	Εργομετρική αναπνευστική πολυθρόνα	6 ασκήσεις των 5 min 4 min του 50% MTP + 1 min του 80% MTP	3x 10 min 4	3 φορές/εβδομάδα
Nash et al 2002	1. Παρατηρηθή ύπνο άκρων με εργόμετρο χεριάς και άκρων με βίρα 2. Άλλη παρατηρηθή ύπνο άκρων στον πάρα και κωφούς με λάστιχα	1. 1 set X 10 επαναλήψεις, 2 ασκήσεις ακολουθούμενες από παρατηρηθή χεριάς με εργόμετρο χεριάς για 2 min (1 ^η κώδικας με σύνολο 3 κώδικας), 50% RM για 2 εβδομάδες 2. 1 set X 10 επαναλήψεις, 2 ασκήσεις με λάστιχα ακολουθούμενες από παρατηρηθή χεριάς στον πάρα για 2 min (1 ^η κώδικας με σύνολο 3 κώδικας), 50% RM για 2 εβδομάδες	4x 10 min 2	3 φορές/εβδομάδα
Nash et al 2007	Άκρων με βίρα και παρατηρηθή ύπνο άκρων με εργόμετρο χεριάς	1 set X 10 επαναλήψεις, 2 ασκήσεις ακολουθούμενες από παρατηρηθή χεριάς για 2 min (1 ^η κώδικας με σύνολο 3 κώδικας), 50% RM για 2 εβδομάδες, 60% RM για 4 εβδομάδες	4x-6x min 1x	3 φορές/εβδομάδα

Σύντομοίς: VO2 max, μέγιστη πρόοιξη O2, MTP, μέγιστη ανθεκτική δύναμη, RM, μέγιστη αντίσταση

et al 2002). Περισσότερες πληροφορίες αναγράφονται στον Πίνακα 1.

Πρωτόκολλα άσκησης

Τα πρωτόκολλα άσκησης, που εφαρμόστηκαν στις υπό μελέτη έρευνες, χαρακτηρίζονται από μεγάλη ποικιλομορφία. Η διάρκεια των προγραμμάτων κυμάνθηκε μεταξύ των 20-45 min για 2-16 εβδομάδες (Davis et al 1987, Yim et al 1993, Tordi et al 2001, Nash et al 2002, Nash et al 2007), ενώ σε τρία άρθρα η αξιολόγηση ήταν άμεση (Raymond et al 1997, Vinet et al 1997, Schneider et al 1999). Η συχνότητα των ασκήσεων ήταν η ίδια για τις πέντε μελέτες με αξιολόγηση εβδομαδιαίως (τρεις φορές εβδομαδιαίως). Η ένταση των ασκήσεων παρουσίασε μεγάλη ποικιλία, δηλαδή 50%-70% της VO₂ max, 50%-80% της μέγιστης ανεκτής δύναμης, 50%-60% της μέγιστης αντίστασης σε μία επανάληψη, 1-3 set, 3-10

min/άσκηση, ενώ τα προγράμματα περιέλαβαν ασκήσεις με βάρη, λάστιχα, εργόμετρα χειρός, ηλεκτρικό ερεθισμό των κάτω άκρων και αναπνευστική πολυθρόνα προσαρμοσμένη σε διάδρομο βάδισης.

Οι ομάδες σύγκρισης σε δύο μελέτες (Raymond et al 1997, Nash et al 2002) ήταν παραπληγικά άτομα που ακολούθησαν διαφορετικό πρόγραμμα, σε μία μελέτη αρτιμελή άτομα (Schneider et al 1999) και σε μία άλλη παραπληγικοί που δεν ακολούθησαν κάποιου είδους άσκηση (Davis et al 1987). Σημαντικό θεωρείται το γεγονός πως δεν αναφέρθηκαν επιπλοκές από την εφαρμογή των πρωτοκόλλων άσκησης.

Κυριότερες εξαρτημένες μεταβλητές

Με την εξαίρεση μιας μελέτης (Yim et al 1993) οι υπόλοιπες εφτά χρησιμοποίησαν ως μετα-

βλητή τη VO₂ max, που αποτελεί και την κυριότερη εξαρτημένη μεταβλητή των υπό ανασκόπηση άρθρων. Ένα σύστημα ανάλυσης αερίων (Tordi et al 2001), ένας πνευμονοταχογράφος (Schneider et al 1999) και σπιρόμετρα (Davis et al 1987, Vinet et al 1997, Raymond et al 1997, Nash et al 2002, Nash et al 2007) αποτέλεσαν τα όργανα μέτρησης. Σε όλες τις έρευνες η τιμή της VO₂ max αυξήθηκε σημαντικά μετά την άσκηση, ωστόσο μία μελέτη αναφέρει, σε άμεση επαναξιολόγηση, διαφορές μεταξύ αρτιμελών και παραπληγικών ατόμων (Schneider et al 1999), ενώ μία άλλη όχι (Vinet et al 1997). Οι υπόλοιποι εκ των ερευνητών δεν πραγματοποίησαν συγκρίσεις με αρτιμελή άτομα.

Η καρδιακή συχνότητα, επίσης, αποτέλεσε ευρέως χρησιμοποιούμενη μεταβλητή. Πέντε μελέτες (Davis et al 1987, Raymond et al 1997, Vinet et al 1997, Schneider et al 1999, Nash et al

2002) μέτρησαν την καρδιακή συχνότητα με ηλεκτροκαρδιογράφημα 12-απαγωγών, ενώ δύο (Yim et al 1993, Tordi et al 2001) με σύστημα τηλεμετρίας. Από τις μελέτες με άμεση αξιολόγηση, ο Schneider και συν (1999) δεν βρήκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ παραπληγικών και αρτιμελών αθλούμενων ατόμων, ο Vinet και συν (1999) ανέφεραν καρδιακή συχνότητα μεγαλύτερη του 90% των προβλεπόμενων τιμών, ενώ ο Raymond και συν (1997) κατέληξαν σε σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων άσκησης με χαμηλότερες τιμές καρδιακής συχνότητας στην ομάδα με τα ηλεκτρικώς ερεθιζόμενα κάτω άκρα. Στις υπόλοιπες τέσσερις έρευνες (Davis et al 1987, Yim et al 1993, Tordi et al 2001, Nash et al 2002), με επαναξιολόγηση ως και 16 εβδομάδες μετά, σημειώθηκε σημαντική μείωση της καρδιακής συχνότητας κατά τη διάρκεια των δοκιμασιών αξιολόγησης.

Το αναπνευστικό πηλίκιο (VCO_2/VO_2) αξιολογήθηκε σε τρεις μελέτες (Raymond et al 1997, Schneider et al 1999, Tordi et al 2001), εκ των οποίων η μία (Tordi et al 2001) δεν αναφέρει τη συγκεκριμένη μεταβλητή στα αποτελέσματά της, παρά μόνο ότι αυξήθηκαν σημαντικά τόσο η VO_2 max, όσο και η μέγιστη αποβολή CO_2 (VCO_2 max) σε διάστημα τεσσάρων εβδομάδων. Ο Raymond και συν (1997) δεν βρήκαν, στατιστικά, σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων άσκησης με σημαντική αύξηση και στις δυο περιπτώσεις

κατά τη διάρκεια των δοκιμασιών άμεσης αξιολόγησης. Ο Schneider και συν (1999) βρήκαν μικρότερο αναπνευστικό πηλίκιο στα άτομα με παραπληγία σε σχέση με τα αρτιμελή και σε τιμές 15, 45, 60, 75 και 90W έντασης, χωρίς να αναφέρουν αν η άμεση αύξηση που παρατηρήθηκε μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης ήταν σημαντική.

Η δύναμη ήταν εξαρτημένη μεταβλητή για τρεις μελέτες (Yim et al 1993, Tordi et al 2001, Nash et al 2007). Ο Yim και συν (1993) πραγματοποίησαν ισοκινητική αξιολόγηση των καμπτήρων και εκτεινόντων στον ώμο και τον αγκώνα και βρέθηκε σε επαναξιολόγηση πέντε εβδομάδων σημαντική αύξηση της μέγιστης ροπής για τους καμπτήρες του ώμου. Το συνολικό έργο, ωστόσο, σημείωσε βελτίωση και για τις δύο μυϊκές ομάδες της ίδιας περιοχής. Ο Tordi και συν (2001) υπολόγισαν την μέγιστη ανεκτή δύναμη και το συνολικό μηχανικό έργο μέσω αναπηρικής πολυθρόνας προσαρμοσμένης σε εργόμετρο. Η συγκεκριμένη μέθοδος είχε επικυρωθεί κατά το παρελθόν (Devillard et al 1997), ενώ παρατηρήθηκε αύξηση και των δύο μεταβλητών στις τέσσερις εβδομάδες. Τέλος, ο Nash και συν (2007), χρησιμοποιώντας την αναερόβια δοκιμασία αξιολόγησης Wingate (Noreau et al 1993) με εργόμετρο χειρός, αξιολόγησαν την μέγιστη και την μέση τιμή της αναερόβιας δύναμης και βρήκαν εξίσου σημαντικές διαφορές με το πέρας της περιόδου άσκησης (16 εβδομάδες).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Δύο μελέτες που αξιολόγησαν άμεσα την VO_2 max κατά την έντονη άσκηση, συγκρίναν τα αποτελέσματα με αρτιμελή άτομα και κατέληξαν σε αντικρουόμενα αποτελέσματα (Vinet et al 1997, Schneider et al 1999). Ο Vinet και συν (1997), βρήκαν σημαντικά χαμηλότερες τιμές VO_2 max έναντι υγιών ατόμων δίχως παραπληγία. Τα άτομα της συγκεκριμένης μελέτης είχαν υποστεί κάκωση κάτω του επίπεδου Θ8, με αναπηρία, τουλάχιστον, δύο ετών. Είναι γνωστό, πως όσο υψηλότερη είναι η βλάβη τόσο περισσότερο μειώνεται η αδρεναλινεργική λειτουργία, ενώ ταυτόχρονα υπάρχει περιορισμός του συμπαθητικού ελέγχου από τον εγκέφαλο (Jacobs & Nash 2004). Έτσι επηρεάζεται η καρδιοαναπνευστική λειτουργία με συνέπεια κυκλοφοριακές διαταραχές. Υπάρχει μειωμένη επιστροφή του αίματος, μέσω του δικτύου των φλεβών στα κάτω άκρα, λόγω διακοπής της συμπαθητικής αγγειοκινητικής εκροής κάτω από το επίπεδο της βλάβης (Davis 1993), εξηγώντας τις διαφορές με τα αρτιμελή άτομα. Ωστόσο, ο Schneider και συν (1999) δε βρήκαν σημαντικές διαφορές, όταν συγκρίναν τις τιμές της VO_2 max των παραπληγικών ατόμων με αρτιμελείς συμμετέχοντες ομάδες ελέγχου. Μια πιθανή εξήγηση είναι η χρήση της περιστροφής άνω άκρων με εργόμετρο χειρός, ως μεθόδου αξιολόγησης. Οι παραπληγικοί της συγκεκριμένης μελέτης είχαν

κάκωση των επιπέδων $\dot{V}O_2$ και ήταν αθλητές αντοχής στην πλειοψηφία τους. Τα αρτιμελή άτομα, ωστόσο, ήταν επίσης αθλητές, αλλά με συμμετοχή σε ομαδικές δραστηριότητες που δεν περιελάμβαναν κινήσεις άνω άκρων. Συγκρίνοντας την $\dot{V}O_2$ max και στις δύο μελέτες προκύπτουν παρόμοια αποτελέσματα (2.67 ± 0.15 lt/min και 2.02 ± 0.10 lt/min, αντίστοιχα), με συνέπεια τα αντικρουόμενα αποτελέσματα σε σχέση με τους αρτιμελείς να δικαιολογούνται, κυρίως, από τη διαφορετικότητά τους στα δύο ερευνητικά άρθρα.

Σε μια προσπάθεια να βρεθεί μια μέθοδος εξάσκησης των ατόμων με παραπληγία που να βελτιώνει την καρδιακή λειτουργία και την πρόσληψη O_2 , ο Raymond και συν (1997) σύγκριναν δύο διαφορετικά πρωτόκολλα αντοχής (Πίνακας 3). Αξιολογώντας άμεσα τα αποτελέσματα κατέληξαν στο συμπέρασμα, πως ο συνδυασμός περιστροφής άνω άκρων με εργόμετρο χειρός και ηλεκτρικός ερεθιζόμενων κάτω άκρων προκαλεί σημαντικές διαφορές έναντι απλώς της περιστροφής των άνω άκρων στην $\dot{V}O_2$ max και στην καρδιακή συχνότητα. Τα αποτελέσματα εξηγούνται από τη δραστηριοποίηση μεγαλύτερης μυϊκής μάζας, που ενισχύει την φλεβική επιστροφή του αίματος. Η μειωμένη επιστροφή του αίματος διεγείρει τα σεοϋποδοχείς, με συνέπεια την αύξηση της καρδιακής συχνότητας (Rowell 1993). Συγκρίνοντας τις τιμές της καρδιακής συχνότητας και με τις δύο

προαναφερθείσες μελέτες άμεσης αξιολόγησης (Vinet et al 1997, Schneider et al 1999) επιβεβαιώνονται τα ευρήματα (173 ± 2.87 beats/min και 185 ± 4 beats/min έναντι 132 ± 5 beats/min στην μελέτη των Raymond και συν).

Το αναπνευστικό πηλίκο δεν κατέστη δυνατό να αξιολογηθεί λόγω ανομοιογένειας, καθώς μια μελέτη (Raymond et al 1997) συγκρίνει δύο διαφορετικά πρωτόκολλα άσκησης, χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, ενώ μια άλλη (Schneider et al 1999) αναφέρει μικρότερη τιμή στα παραπληγικά άτομα, έναντι των αρτιμελών ατόμων. Πιθανώς, το μειωμένο πηλίκο που εμφανίζεται στους παραπληγικούς να οφείλεται σε τοπικές προσαρμοστικές αλλαγές των μυών των άνω άκρων από την καθημερινή χρήση αναπηρικής πολυθρόνας, υποθάλπτοντας μειωμένη γλυκονόλυση και αύξηση της λιπιδικής καύσης κατά την άσκηση.

Αξιολογώντας τα βραχυπρόθεσμα αποτελέσματα της άσκησης, τρεις μελέτες (Davis et al 1987, Tordi et al 2001, Nash et al 2007) κατέληξαν σε σημαντική αύξηση της $\dot{V}O_2$ max κατόπιν 4 (Tordi et al 2001), 8 (Davis et al 1987) και 16 (Davis et al 1987, Nash et al 2007) εβδομάδων άσκησης. Η συγκεκριμένη αύξηση στη μελέτη του Davis και συν (1987) κυμάνθηκε μεταξύ 19%-31% της αρχικής τιμής $\dot{V}O_2$ max ($P < .05$), ενώ στη μελέτη του Tordi και συν (2001) έφτασε το 18.5% ($P < .05$), υποδεικνύοντας πως πρωτόκολλα άσκησης μεγαλύτερης

διάρκειας επιφέρουν καλύτερα αποτελέσματα, κάτι που ήταν άλλωστε αναμενόμενο. Ωστόσο, ο Nash και συν (2007) ανέφεραν αύξηση μόλις του 10% ($P < .01$) μετά από πρόγραμμα 16 εβδομάδων και η χαμηλή τιμή πιθανώς να εξηγείται από την ηλικία των παραπληγικών ατόμων (Πίνακας 2). Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως σε καμία από τις μελέτες δεν αναφέρθηκαν επιπλοκές και έτσι προκύπτουν ενδείξεις, πως αερόβια άσκηση σε νεαρά άτομα με περιστροφή άνω άκρων μεταξύ του 50%-70% της $\dot{V}O_2$ max εκτελούμενη για 4 εβδομάδες (3 φορές/εβδομάδα, διάρκεια 30 min) ή μεταξύ του 50%-80% της μέγιστης ανεκτής δύναμης με αναπηρική εργομετρική πολυθρόνα για 8 εβδομάδες (3 φορές/εβδομάδα, διάρκεια 30 min) μπορεί να αποτελέσει τη βάση για μελλοντική έρευνα σε ασθενείς με παραπληγία.

Αντικρουόμενα είναι τα αποτελέσματα στην καρδιακή συχνότητα, αφού η έρευνα του Davis και συν (1987) δεν κατέληξε σε σημαντική μείωση μετά το πέρας του πρωτοκόλλου άσκησης, ακόμη και σε διάστημα 16 εβδομάδων. Αντιθέτως, ο Tordi και συν (2001) και ο Yim και συν (1993) βρήκαν σημαντική μείωση της καρδιακής συχνότητας μόλις μετά από 4 και 5 εβδομάδες, αντίστοιχα. Είναι, ωστόσο, σημαντικό να τονιστεί πως οι παραπληγικοί στην πρώτη μελέτη είχαν 18.7 (± 2.7) έτη από την εγκατάσταση της παραπληγίας, σε αντίθεση με τη δεύτερη μελέτη, όπου το αντίστοιχο διάστημα

ήταν 2 έτη και την τρίτη μελέτη, όπου ήταν 20.6 (± 12.5) μήνες, με αποτέλεσμα οι καρδιακές προσαρμογές να είναι δύσκολο να εγκατασταθούν. Αξιοσημείωτο είναι πως ο Davis και συν (1987) αξιολόγησαν τις διαστάσεις της αριστερής κοιλίας με υπερηχοκαρδιογράφημα, όπου και δεν βρήκαν σημαντικές μεταβολές. Έτσι προκύπτει, πως ασθενείς με μεγαλύτερης διάρκειας εγκατεστημένη βλάβη χρειάζονται διαφορετική και ίσως πιο χρονοβόρα προσέγγιση προκειμένου να επιτευχθούν σημαντικά καρδιολογικά οφέλη.

Σχετικά με τη δύναμη, υπάρχουν τρεις μελέτες που αξιολογούν την επίδραση διαφορετικών πρωτοκόλλων άσκησης (Yim et al 1993, Tordi et al 2001, Nash et al 2007). Τα ποσοστά αύξησης της δύναμης κυμαίνονται από 8.6% (Nash et al 2007) μέχρι 27.9% (Tordi et al 2001) με διαστήματα επαναξιολόγησης τις 4 (Tordi et al 2001), 5 (Yim et al 1993) και 16 εβδομάδες (Nash et al 2007). Πιθανώς τα χαμηλά ποσοστά αύξησης της δύναμης στη μελέτη του Nash και συν (2007) να οφείλονται στη χρησιμοποίηση της περιστροφής των άνω άκρων ως μεθόδου εξάσκησης, σε αντίθεση με τις μελέτες των Yim και συν (1993) και Tordi και συν (2001), που αναφέρουν αναπηρικές πολυθρόνες προσαρμοσμένες σε διάδρομο. Παρόμοια συμπεράσματα φαίνεται να παρουσιάζει και η ανασκόπηση των Jacobs και Nash (2004), που τονίζει πως μόνο η χρήση εργομέτρου χειρός δεν εστιάζει σε

μυϊκές ομάδες που εμπλέκονται σε καθημερινές δραστηριότητες. Ωστόσο, οι Nash και συν (2007) ταυτόχρονα χρησιμοποίησαν και πλειάδα ασκήσεων με βάρη, με συνέπεια το χαμηλό ποσοστό αύξησης της δύναμης να οφείλεται στην ηλικία, κυρίως, των παραπληγικών υπό μελέτη (Πίνακας 3). Υπάρχουν λοιπόν ενδείξεις, πως άσκηση με αναπηρικό αμαξίδιο, προσαρμοσμένο σε διάδρομο με 3 επαναλήψεις των 10 min και ελάχιστη ταχύτητα τα 3km/h (3 φορές/εβδομάδα διάρκειας 30 min) για 5 εβδομάδες, ή η άσκηση με 50%-80% της μέγιστης ανεκτής δύναμης και ιδίων παραμέτρων προκαλούν σημαντικά οφέλη στη δύναμη των παραπληγικών, αποτελώντας βάση για περαιτέρω έρευνα.

Η καρδιοαναπνευστική αξιολόγηση των παραπληγικών ασθενών έγινε στη μεγάλη πλειοψηφία των ερευνών με εργόμετρο χειρός (Davis et al 1987, Raymond et al 1997, Schneider et al 1999, Nash et al 2002, Nash et al 2007), ενώ σε τρεις περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκε αναπηρική πολυθρόνα (Yim et al 1993, Vinet et al 1997, Tordi et al 2001). Η αναπηρική πολυθρόνα προσφέρει το πλεονέκτημα της αξιολόγησης δραστηριοτήτων που αφορούν στην καθημερινότητα των παραπληγικών. Ωστόσο, απαιτεί ακριβό και εξειδικευμένο εξοπλισμό, που καθιστά δύσκολη την εφαρμογή της. Τα εργόμετρα χειρός είναι ευρέως διαδεδομένα, αλλά η αξιοπιστία των μετρήσεων εξασφαλίζεται κατόπιν ιδιαίτερης προσοχής

κατά την τοποθέτηση των ασθενών. Σε όλες τις μελέτες αναφέρεται ελάχιστη διάρκεια αξιολόγησης τα 1-5 min μέχρι εξουθένωσης. Η προσφερόμενη αντίσταση περιγράφεται λεπτομερώς σε όλες τις περιπτώσεις, με στοιχεία εγκυρότητας να υπάρχουν για τη δοκιμασία άσκησης αντοχής Square-wave (Gimenez et al 1982, Tordi et al 2001) (Πίνακας 3). Κατά τη διάρκεια των τεσσάρων πρώτων λεπτών διεγείρεται η νεογλυκογένεση, που επιτρέπει στους μυς να μετατρέψουν το γαλακτικό άλας σε γλυκόζη. Στο τελευταίο λεπτό της δοκιμασίας και μετά από αυτή ο υπεραερισμός που προκαλείται οδηγεί σε αλκάλωση. Έτσι το γαλακτικό άλας και η γαλακτική οξείδωση μειώνονται (Gimenez et al 1992).

Προηγούμενες ανασκοπήσεις (Rimaud et al 2005) αναφέρουν τις οχτώ εβδομάδες ως ελάχιστο χρονικό όριο, προκειμένου να επιτευχθεί ένα ωφέλιμο αποτέλεσμα για ασθενείς με κακώσεις του νωτιαίου μυελού. Από την παρούσα ανασκόπηση υπάρχουν ενδείξεις (επίπεδο 2) πως προγράμματα άσκησης μικρότερου χρονικού διαστήματος (4-5 εβδομάδων) μπορεί να βελτιώσουν την VO_2 max και τη δύναμη. Επίσης, ο ταυτόχρονος ηλεκτρικός ερεθισμός των κάτω άκρων προτείνεται (επίπεδο 3) για μείωση της έντασης της καρδιακής λειτουργίας με ταυτόχρονη αύξηση της πρόσληψης O_2 . Τα συγκεκριμένα ευρύματα, βεβαίως, χρήζουν επιβεβαίωσης από μελλοντικές βελτιωμένες μεθοδολογικά τυχαιοποιημένες μελέτες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι συστάσεις που δίνονται σε άτομα με παραπληγία, όσον αφορά στην αντοχή και τη δύναμη, δε διαφέρουν δραματικά με τις αντίστοιχες των αριτιμελών ατόμων. Ωστόσο, η ανομοιογένεια των παραπληγικών ατόμων, σχετικά με το βαθμό και το χρονικό διάστημα παραπληγίας, των πρωτοκόλλων άσκησης, των χρονικών σημείων αξιολόγησης και της έλλειψης ομάδων σύγκρισης καθιστούν δύσκολη την εξαγωγή, κλινικά, ισχυρών συμπερασμάτων.

Για την αύξηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, συστήνεται άσκηση με περιστροφή άνω άκρων μεταξύ του 50%-70% της

VO₂ max εκτελούμενη για 4 εβδομάδες ή μεταξύ του 50%-80% της μέγιστης ανεκτής δύναμης, με αναπηρική εργομετρική πολυθρόνα, για 8 εβδομάδες (επίπεδο 2). Επιπλέον, για τη βελτίωση της δύναμης υπάρχουν ενδείξεις, πως άσκηση με αναπηρική πολυθρόνα προσαρμοσμένη σε διάδρομο με 3 επαναλήψεις των 10 min και ελάχιστη ταχύτητα τα 3km/h για 5 εβδομάδες ή άσκηση με 50%-80% της μέγιστης ανεκτής δύναμης, επίσης, για 5 εβδομάδες προκαλούν κλινικά σημαντικές διαφορές (επίπεδο 2). Η διάρκεια της άσκησης περιορίζεται στις τρεις φορές/εβδομάδα, 30 min ημερησίως, για την αποφυγή πιθανών επιπλο-

κών. Αντικρουόμενα είναι τα αποτελέσματα σχετικά με την καρδιακή συχνότητα και το αναπνευστικό πλήικο, ενώ η χρήση ηλεκτρικού ερεθισμού των κάτω άκρων θεωρείται ευεργετικότερη (επίπεδο 3) της απλής περιστροφής των άνω άκρων, χρίζοντας την ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση.

Μελλοντικές τυχαιοποιημένες έρευνες θα πρέπει να βελτιώσουν τη μεθοδολογική ποιότητα με ύπαρξη ομάδων ελέγχου, να χρησιμοποιούν επικυρωμένες μεθόδους αξιολόγησης με επαρκή αριθμό συμμετεχόντων και να εστιάσουν σε πληθυσμούς με διαφορετικά επίπεδα αναπηρίας, ηλικίας και έτη παραπληγίας.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Davis, G.M. (1993) Exercise capacity of individuals with paraplegia. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, p. 423-432.
- Davis, G.M., Shephard, R.J., Leenen, F.H.H. (1987) Cardiac effects of short term arm crank training in paraplegics: echocardiographic evidence. *European Journal of Applied Physiology*, 56, p. 90-96.
- Devillard, X., Rimaud, D., Roche, F., Calmels, P. (2007) Effects of training programmes for spinal cord injury. *Annales de réadaptation et de médecine physique*, 50, p. 490-498.
- Dutch Institute for Health Care Improvement. (2005) Evidence-based guideline development: Manual for guideline development groups. Utrecht: CBO.
- Gimenez, M., Servera, E., Salinas, W. (1982) Square-wave endurance exercise test (SWEET) for training and assessment in trained and untrained subjects. I. Description and cardiorespiratory responses. *European Journal of Applied Physiology*, 49, p. 359-368.
- Gimenez, M., et al. (1992) Implications of lower- and upper-limb training procedures in patients with chronic airway obstruction. *Chest*, 101, 279S-288S.
- Hoffman, M. (1986) Cardiorespiratory fitness and training in quadriplegics and paraplegics. *Sports Medicine*, 3, p. 312-30.
- Jacobs, L.P., Nash, M.S. (2004) Exercise recommendations for individuals with spinal cord injuries. *Sports Medicine*, 34(11), p. 727-751.
- Lim, P.A., Tow, A.M. (2007) Recovery and regeneration after spinal cord injury: a review and summary of recent literature. *Annals of Academic Medicine in Singapore*, 36, p. 49-57.
- Maher, C.G. (2000) A systematic review of workplace interventions to prevent low back pain. *Australian Journal of Physiotherapy*, 46, p. 259-269.
- Maher, C.G., Sherrington, C., Herbert, R.D., Moseley, A.M., Elkins, M. (2003) Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical Therapy*, 83(8), p. 713-721.
- Marino, R.J., Ditunno, Jr, J.F., Donovan, W.H., Maynard, F. (1999) Neurologic recovery after traumatic spinal cord injury: data from the Model Spinal Cord Injury Systems. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(11), p. 1391-6.
- Maynard, Jr, F.M., Bracken, M.B., Creasey, G., et al. (1997) International standards for neurological and functional classification of spinal cord injury. *American Spinal Injury Association. Spinal Cord*, 35, p. 266-74.
- Nash, M.S., Jacobs, P.L., Woods, J.M., Clark, J.E., Pray, T.A., Pumarejo, A.E. (2002) A comparison of 2 circuit exercise training techniques for eliciting matched metabolic responses in persons with paraplegia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83, p. 201-209.
- Nash, M.S., van de Ven, I., van Elk, N., Johnson, B. (2007) Effects of circuit resistance training on fitness attributes and upper-extremity pain in middle-aged men with paraplegia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88, p. 70-75.
- Raymond, J., Davis, G.M., Fahey, A., Climstein, M., Sutton, J.R. (1997) Oxygen uptake and heart rate responses during arm vs combined arm/electrically stimulated leg exercise in people with paraplegia. *Spinal Cord*, 35, p. 680-685.
- Rimaud, D., Calmels, P., Devillard, X. (2005) Training programs in spinal cord injury. *Annals de Réadaptation et de Médecine Physique*, 48, p. 259-69.
- Rowell, L.B. (1993) *Human Cardiovascular Control*. New York: Oxford University Press.
- Schneider, D.A., Sedlock, D.A., Gass, E., Gass, G. (1999) VO₂ peak and the gas-exchange anaerobic threshold during incremental arm cranking in able-bodied and paraplegic men. *European Journal of Applied Physiology*, 80, p. 292-297.
- Tordi, N., Dugue, B., Klupzinski, D., Rasseneur, L., Rouillon, J.D., Lonsdorfer, J. (2001) Interval training program on a wheelchair ergometer for paraplegic subjects. *Spinal Cord*, 39, p. 532-537.
- Vinet, A., Le Gallais, D., Bernard, P.L., Poulain, M., Varray, A., Mercier, J., Micallef, J.P. (1997) Aerobic metabolism and cardioventilatory responses in paraplegic athletes during an incremental wheelchair exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 76, p. 455-461.
- Yim, S.Y., Cho, K.J., Park, C., Yoon, T.S., Han, D.Y., Kim, S.K., Lee, H.L. (1993) Effect of wheelchair ergometer training on spinal cord-injured paraplegics. *Yonsei Medical Journal*, 34(3), p. 278-286.