



Η Επίδραση της Κλίσης του Εδάφους και του Βάρους Ορειβατικού Εξοπλισμού στην Καρδιοαναπνευστική Λειτουργία κατά την Βάδιση

Δήμος Πραντσιδης, Κοσμάς Χριστούλας, Ευστράτιος Βαμβακούδης, Αριστείδης Πραντσιδης
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, ΤΕΦΑΑ

Περίληψη

Έχει αποδειχθεί ότι η κατανομή της μάζας κοντά στο κέντρο του σώματος έχει μικρότερη επίπτωση στην κατανάλωση ενέργειας απ' ό,τι η μεταφορά της μακριά από αυτό. Παράλληλα η μεταφορά της μάζας από τους ώμους σε σχέση με την αντίστοιχη μεταφορά από την πλάτη, απαιτεί μεγαλύτερη ενέργεια και κατανάλωση οξυγόνου. Επίσης, η σύγκριση στην μεταφορά σακιδίου με διαφορετικές μάζες έδειξε ότι μια διαφορά 5 kg και άνω, παρουσιάζει σημαντικές διαφορές στην πρόσληψη οξυγόνου κατά την βάδιση σε διαφορετικές κλίσεις και ταχύτητες, ενώ μικρότερες διαφορές στο μάζα του σακιδίου δεν εμφανίζουν σημαντικές διαφορές.

Ο σκοπός της μελέτης αυτής ήταν η μέτρηση, αξιολόγηση και σύγκριση της καρδιοαναπνευστικής και μεταβολικής επιβάρυνσης κατά την πεζοπορία σε διαφορετικές κλίσεις του εδάφους με τρεις συνθήκες μεταφοράς ορειβατικού εξοπλισμού.

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 21 φοιτητές-τριες (11 φοιτητές και 10 φοιτήτριες) του Τ.Ε.Φ.Α.Α., ηλικίας $23,3 \pm 4,6$ ετών, ύψους $171,3 \pm 9,0$ cm, σωματικής μάζας $67,0 \pm 11,4$ kg, μέγιστης καρδιακής συχνότητας (HRmax) $187,0 \pm 0,8$ beats/min, μέγιστου πνευμονικού αερισμού (VEmax) $111,0 \pm 29,2$ l/min και μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO2max) $42,8 \pm 6,5$ ml/kg/min. Η πρόσληψη οξυγόνου παρουσίασε σημαντικές διαφορές σε όλα τα επίπεδα μεταφοράς ορειβατικού εξοπλισμού (χωρίς εξοπλισμό, με ορειβατικό εξοπλισμό τριών εποχών, με ορειβατικό χειμερινό εξοπλισμό). Παράλληλα, οι σημαντικές διαφορές στο ποσοστό (%) των απόλυτων τιμών της VO2max διατηρήθηκαν, κυρίως ανάμεσα στα δύο επίπεδα εξοπλισμού (χωρίς και χειμερινό εξοπλισμό) σε όλα τα στάδια της κλίσης. Αντίστοιχα, ο πνευμονικός αερισμός (VE) εμφάνισε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο ακραίες περιπτώσεις εξοπλισμού. Ταυτόχρονα, η καρδιακή συχνότητα, το αναπνευστικό πηλίκο και η συγκέντρωση γαλακτικού οξέος, δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας φαίνεται ότι η πρόσληψη οξυγόνου, καθώς και η επιβάρυνση όπως αυτή εκφράζεται σε % της VO2max, αντανακλούν καλύτερα από την καρδιακή συχνότητα τις διαφορές στη φυσιολογική λειτουργία και την επιβάρυνση του οργανισμού κατά την ορεινή πεζοπορία με διαφορετικού τύπου εξοπλισμούς.

Λέξεις κλειδιά: *μεταφορά ορειβατικού εξοπλισμού, πεζοπορία, πρόσληψη οξυγόνου*

The Effect of Ground Inclination and Mountaineering Equipment Weight in Cardiorespiratory During Walking

Dimos Prantsidis, Kosmas Christoulas, Efstratios Vamvakoudis & Aristidis Prantsidis
Department of Physical Education and Sports Sciences, Aristotle University, Thessaloniki, Hellas

Abstract

It has been proved that the distribution of weight close to center of the body has smaller repercussion in energy consumption, rather carrying it far from it. At the same time the weight carriage from the shoulders in comparison with back load, requires greater energy and oxygen consumption. Simultaneously, the comparison of different load levels proved that loads of 5 kg and more, present important differences in the engagement of oxygen

during walking at different speeds and inclinations. During smaller loads, no important differences have been observed.

The aim of this study was the evaluation and comparison of the cardiorespiratory and metabolic responses during three different treadmill walking situations, without load and carrying two different types of mountaineering equipment.

Twenty one students from the Department of Physical Education and Sport Science of Aristotle University of Thessaloniki volunteered to participate in this study. The main characteristics of the participants were: age of $23,3 \pm 4,6$ years, height $171,3 \pm 9,0$ cm, body mass $67,0 \pm 11,4$ kg, maximum heart rate (HRmax) $187,0 \pm 0,8$ beats/min, ventilation maximum (VEmax) $111,0 \pm 29,2$ l/min and maximum oxygen consumption (VO2max) $42,8 \pm 6,5$ ml/kg/min.

Oxygen consumption relative to body weight values presented significant differences in all levels of inclination (without gear, with 3season gear and winter gear). At the same time, important differences in the percentage of VO2max values were noted, mainly between carrying winter equipment and walking without equipment. Respectively, pulmonary ventilation presented significant differences between these two circumstances of loading. Heart rate, respiratory exchange ratio and lactic acid, did not presented any statistically important differences. Results revealed that oxygen consumption and intensity of exercise, expressed in percentages of VO2max, reflect better than heart rate the differences of physiological response during hill walking and carrying different types of equipment.

Key words: *backpacking, walking, oxygen consumption*

Εισαγωγή

Η ανάγκη για την μεταφορά μάζας κάτω από ασταθές μορφολογικά περιβάλλον και για μεγάλες αποστάσεις, είναι ένα σύνηθες φαινόμενο σε ορειβάτες, στρατιώτες και ταξιδιώτες πεζοπόρους. Διάφοροι επαγγελματίες όπως οδηγοί βουνού, στρατιωτικοί, ποροσβέστες και άλλοι, αναγκάζονται από την φύση της εργασίας τους, να μεταφέρουν μάζα, ενώ υπάρχει και ένας μεγάλος αριθμός του πληθυσμού που ασχολείται ερασιτεχνικά με δραστηριότητες που συμπεριλαμβάνουν την μεταφορά σακιδίων πλάτης με εξοπλισμό, όπως ορειβάτες και πεζοπόροι.

Ως μεταφορά βάρους με σακίδιο πλάτης ορίζεται η κίνηση κατά τη διάρκεια της οποίας μεταφέρεται μια εξωτερική μάζα υποστηριζόμενη από τους ώμους με μάντες και από τους γοφούς με τη χρήση ζώνης (Knapik, Harman, Reynolds, 1996). Έχει αποδειχθεί ότι η κατανομή της πρόσθετης μάζας κοντά στο κέντρο μάζας του σώματος έχει μικρότερη επίπτωση στην κατανάλωση ενέργειας από ότι η μεταφορά του μακριά από αυτό (Malhtra & Gupta, 1965; Soule & Goldman, 1969; Winsmann & Goldman, 1976). Επιπρόσθετα, η χρήση διπλού σακιδίου για την μεταφορά της μάζας, εμπρός και πίσω από το σώμα, δείχνει να απαιτεί μικρότερο ενεργειακό κόστος από το σακίδιο πλάτης, παρόλο που η μέθοδος του διπλού σακιδίου δεν είναι εργονομική και πρακτική (Datta & Ramanathan, 1970). Το ενεργειακό κόστος της μεταφοράς μάζας με σακίδιο πλάτης αυξάνεται σε σημαντικό βαθμό με ταυτόχρονη αύξηση της μάζας του σώματος (Falls & Humphrey, 1976; Goldman & Iampietro, 1962), του μεταφερόμενου όγκου (Borgols, 1978; Soule & Goldman, 1969; Soule, Pandolf, Goldman, 1978; Knight & Caldwell, 2000; Myles & Saunders, 1979), της ταχύτητας βάρδισης (Goldman & Iampietro, 1962; Soule et al., 1978) και της κλίσης του εδάφους (Borghols, 1978; Goldman & Iampietro, 1962).

Όταν η ταχύτητα βάρδισης επιλέγεται αυτοβούλως από τα άτομα, με προσωπικό ρυθμό βάρδισης, η ενεργειακή δαπάνη τείνει να μειωθεί, ενώ αύξηση της ενεργειακής δαπάνης επιφέρει η αύξηση της μεταφερόμενης μάζας (Hughes & Goldman, 1970; Knapik et al., 1996; Myles & Saunders, 1979) Ταυτόχρονα, η ένταση που επιλέγεται στον προσωπικό ρυθμό βάρδισης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως την μάζα σώματος, την αερόβια ικανότητα και την απόσταση που διανύεται. Ακόμη, έχουν παρατηρηθεί πολλές μεταβολές στην απόδοση κατά την μεταφορά μάζας, κάτω από διαφορετικές συνθήκες κλίσης του εδάφους, ταχύτητας βάρδισης, μάζας και είδους του σακιδίου.

Πιο συγκεκριμένα, μελέτες που εξέτασαν τους παραπάνω παράγοντες με την μεταφορά μάζας της τάξεως των 20 - 45 κιλών και κλίσεις από 0% έως 20%, παρουσίασαν σημαντικές διαφορές (αύξηση) στην πρόσληψη οξυγόνου και την καρδιακή συχνότητα κατά την μεταφορά μεγάλης μάζας, άνω των 15 κιλών, σε σύγκριση με την βάρδιση χωρίς μεταφορά μάζας (Bhambhani, Buckley, Malkala, 1997; Gordon, Goslin, Graham, Hoare, 1983; Lloyd & Cooke 2000; Legg, Ramsey, Knowles, 1992).

Σε άλλες έρευνες έχει φανεί ότι το ενεργειακό κόστος παρατεταμένου βαδίσματος παρουσιάζει αύξηση της τάξεως του 10-18%, κυρίως όταν μεταφέρεται μεγάλη μάζα άνω των 35 κιλών (Legg & Mahanty 1986;

Patton, Kaszuba, Mello, Reynolds, 1991), ενώ παρατηρούνται διαφορές ανάμεσα στο τρέξιμο και το περπάτημα από ταχύτητες 8.2 km/h και άνω και με εμφάνιση σε χαμηλότερες ταχύτητες στους μικρόσωμους δοκιμαζόμενους απ' ό,τι στους μεγαλόσωμους (Keren, Epstein, Magazanik, Sohar, 1981).

Παράλληλα, οι Stuempfle, Drury και Wilson (2004) έδειξαν ότι παράμετροι όπως οι VO_2 , VE και RPE έχουν χαμηλότερες τιμές όταν γίνεται μεταφορά μάζας με σακίδιο σε υψηλή θέση σε σύγκριση με χαμηλή θέση, ενώ η καρδιακή συχνότητα δεν εμφανίζει μεταβολές σε σχέση με την θέση του μάζας.

Εντούτοις, δεν υπάρχει δημοσιευμένη έρευνα που να μελέτησε την καρδιοαναπνευστική επιβάρυνση κατά τη βάρδια σε διαφορετικές κλίσεις εδάφους με τη μεταφορά ή μη διαφορετικών τύπων ορειβατικού εξοπλισμού. Οι προηγούμενες έρευνες μελέτησαν διαφορετικές μάζες που δεν ανταποκρίνονται στην πραγματική επιβάρυνση του μεταφερόμενου εξοπλισμού σε διαφορετικές συνθήκες (κλίση εδάφους). Στην παρούσα έρευνα βασικό αντικείμενο μελέτης αποτέλεσαν παράγοντες όπως διαφορετικές κλίσεις του εδάφους και η σύγκριση διαφορετικών ορειβατικών εξοπλισμών, μάζας αντίστοιχης με τις πραγματικές συνθήκες χρήσης του εξοπλισμού στην ύπαιθρο. Σε προηγούμενες έρευνες μελετήθηκε η επίδραση της μεταφερόμενης μάζας των σακιδίων στην καρδιοαναπνευστική επιβάρυνση. Στην παρούσα έρευνα για πρώτη φορά έγινε προσομοίωση της μάζας των δύο βασικών τύπων ορειβατικού εξοπλισμού που μεταφέρουν οι ορειβάτες σε διαφορετικές κλίσεις εδάφους και συγκρίθηκαν οι επιδράσεις στην καρδιοαναπνευστική επιβάρυνση ανάμεσα στους τύπους αυτούς, καθώς και στην βάρδια χωρίς επιπλέον μάζα από ορειβατικό εξοπλισμό.

Ο σκοπός της μελέτης αυτής ήταν η μέτρηση, αξιολόγηση και σύγκριση της καρδιοαναπνευστικής και μεταβολικής επιβάρυνσης κατά την πεζοπορία σε διαφορετικές κλίσεις του εδάφους με τρεις συνθήκες μεταφοράς ορειβατικού εξοπλισμού: α) χωρίς εξοπλισμό β) με ορειβατικό εξοπλισμό τριών εποχών γ) με ορειβατικό χειμερινό εξοπλισμό.

Μέθοδος και Διαδικασία

Δείγμα

Εικοσιένα φοιτητές-τριες (11 φοιτητές & 10 φοιτήτριες) του Τ.Ε.Φ.Α.Α. έλαβαν μέρος εθελοντικά στην έρευνα. Όλοι οι φοιτητές/-τριες που συμμετείχαν δεν ήταν εν ενεργεία αθλητές/-τριες και είχαν τουλάχιστον δυο χρόνια διακοπής από κάθε αγωνιστική δραστηριότητα. Το δείγμα χωρίστηκε, με τυχαίο τρόπο, σε 3 υποομάδες των 7 ατόμων οι οποίες εξετάστηκαν στους διαφορετικούς τύπους ορειβατικού εξοπλισμού, με τυχαία διαφορετική σειρά η κάθε ομάδα, ενώ άντρες και γυναίκες υπήρξαν ανάμικτοι σε όλες τις υποομάδες.

Πίνακας 1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων στην έρευνα. (Οι τιμές είναι μέσοι όροι \pm τυπική απόκλιση, mean \pm SD)

Ηλικία (έτη)	23,3 \pm 4,6
Ύψος (cm)	171,3 \pm 9,0
Μάζα (kg)	67,0 \pm 11,4

Εργομετρική Αξιολόγηση

Αρχικά όλοι οι δοκιμαζόμενοι υποβλήθηκαν σε μέγιστη δοκιμασία, προοδευτικά αυξανόμενης επιβάρυνσης στο δαπεδοεργόμετρο για τον προσδιορισμό της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, των καρδιοαναπνευστικών και μεταβολικών παραμέτρων (μέγιστη καρδιακή συχνότητα HR_{max} , μέγιστος πνευμονικός αερισμός VE_{max} , αναπνευστικό πηλίκο RER, μέγιστη συγκέντρωση γαλακτικού οξέος LA_{max}).

Το συνεχόμενο πρωτόκολλο που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της VO_{2max} , αποτελούνταν από τρία στάδια. Η διάρκεια του πρώτου σταδίου ήταν 3 λεπτά, με ταχύτητα 10 km/h για τους άνδρες και 8 km/h για τις γυναίκες, με 1% κλίση. Στο δεύτερο στάδιο υπήρξε αύξηση μόνο στην ταχύτητα κατά 2 km/h για 2 λεπτά. Στο τρίτο στάδιο, η αύξηση της ταχύτητας και της κλίσης του διαδρόμου ήταν 1 km/h και 1% ανά λεπτό αντίστοιχα μέχρι την εξάντληση.

Ακολουθώντας, όλοι οι δοκιμαζόμενοι υποβλήθηκαν σε 3 υπομέγιστες δοκιμασίες (ΧΕ = χωρίς εξοπλισμό, Εα = εξοπλισμός πεζοπορίας 3 εποχών και Εβ = εξοπλισμός χειμερινής πεζοπορίας) ακολουθώντας παρόμοιο πρωτόκολλο. Το πρωτόκολλο αυτό περιλάμβανε βάρδια στο δαπεδοεργόμετρο με σταθερή ταχύτητα 4 km/h και σε αυξανόμενες κλίσεις 0, 2, 4 και 6%, ανά 3 λεπτά σε κάθε κλίση.

Για την μέτρηση της πρόσληψης οξυγόνου και άλλων καρδιοαναπνευστικών παραμέτρων, έγινε χρήση ανοικτού κυκλώματος σπιρομέτρησης (Jaeger Oxycon Pro, Wurzburg, Germany). Η καρδιακή συχνότητα

καταγράφηκε με ηλεκτροκαρδιογράφο (POLAR – A3, Finland). Κατά τη διάρκεια των δοκιμασιών πραγματοποιήθηκε ανάλυση των εκπνεόμενων όγκων αερίων σε κάθε εκπνοή και λήφθηκε υπόψη ο μέσος όρος των τιμών κάθε 30 sec. Ο εκπνεόμενος όγκος αέρα διοχετεύτηκε από μια βαλβίδα υψηλής ταχύτητας (Twin Tube Oxycon). Παράλληλα, μετρήθηκε η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος 4 λεπτά μετά το τέλος της άσκησης σε ολικό αίμα, με την μέθοδο της ξηράς χημείας σε φωτόμετρο-ανακλασίμετρο (Accutrend Lactate).

Για την μεταφορά του ορειβατικού εξοπλισμού χρησιμοποιήθηκε σακίδιο χωρητικότητας 70 lt. (Lowe Alpine - Αlpramayo) με εργονομικά ρυθμιζόμενη πλάτη, η οποία προσαρμοζόταν στην κατάλληλη θέση ανάλογα με το ύψος του κάθε δοκιμαζόμενου. Επίσης, έγινε χρήση δύο διαφορετικών τύπων ορειβατικού εξοπλισμού (εξοπλισμός πεζοπορίας 3 εποχών 2-3 ημερών μάζας 11,3 kg (Εα) και εξοπλισμός χειμερινής πεζοπορίας 2-3 ημερών μάζας 16 kg (Εβ)) οι οποίοι αποτελούν δύο ξεχωριστές περιπτώσεις απαραίτητου εξοπλισμού που χρησιμοποιείται για δραστηριότητες 2-3 ημερών.

Κατά την πρώτη επίσκεψη των συμμετεχόντων στο εργαστήριο έγινε ενημέρωση και εξοικείωση με τα όργανα και τις μετρήσεις και λήφθηκε το ιστορικό και τα ατομικά τους στοιχεία. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε διαφορετικές ημέρες, εντός 10 ημερών και με ελάχιστη διαφορά 48 ωρών από μέτρηση σε μέτρηση.

Όλες οι δοκιμασίες πραγματοποιήθηκαν κάτω από τις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και περιβάλλοντος (18-20°C) και κατά τη διάρκεια της πρωινής ζώνης (08:30 - 11:00 h). Οι δοκιμαζόμενοι είχαν ενημερωθεί ώστε να απέχουν από οποιαδήποτε φυσική δραστηριότητα την προηγούμενη ημέρα και να έχουν καταναλώσει το τελευταίο γεύμα τουλάχιστον 3 ώρες πριν τη δοκιμασία.

Στατιστική ανάλυση

Για τον έλεγχο της στατιστικής σημαντικότητας των εξαρτημένων μεταβλητών μεταξύ των μετρήσεων, έγινε ανάλυση διακύμανσης (ANOVA). Ακολούθησε ανάλυση με Post Hoc Test (Tukey HSD) για τον καθορισμό των μέσων όρων οι οποίοι παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά, καθώς και του επιπέδου της σημαντικότητάς τους. Ως όριο σημαντικής διαφοράς θεωρήθηκε το $p < 0.05$. Για την επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS 12.0.

Αποτελέσματα

Κατά τη διάρκεια μέγιστης δοκιμασίας με τρέξιμο σε δαπεδοεργόμετρο προσδιορίστηκαν η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max}) σε απόλυτες και σε σχετικές τιμές, η μέγιστη καρδιακή συχνότητα (HR_{max}), ο πνευμονικός αερισμός (VE_{max}), το αναπνευστικό πηλίκο (RER) και η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο αίμα ([La]). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2. Καρδιοαναπνευστικές ανταποκρίσεις των φοιτητών/-τριών κατά την μέγιστη δοκιμασία σε δαπεδοεργόμετρο. (Οι τιμές είναι μέσοι όροι \pm τυπική απόκλιση, mean \pm SD)

Μέγιστη Επιβάρυνση	(n=21)
HR_{max} (beats/min)	187,0 \pm 0,8
VE_{max} (l/min)	111,0 \pm 29,2
VO_{2max} (l/min)	2,8 \pm 0,6
VO_{2max} (ml/kg/min)	42,8 \pm 6,5
RER	1,12 \pm 0,08
[La] (mmol/l)	9,1 \pm 3,0

HR_{max} : Μέγιστη καρδιακή συχνότητα, VE_{max} : Μέγιστος πνευμονικός αερισμός, VO_{2max} : Μέγιστη Πρόσληψη οξυγόνου, RER: Αναπνευστικό πηλίκο, [La]: Γαλακτικό οξύ

Η πρόσληψη οξυγόνου των συμμετεχόντων στην έρευνα φοιτητών/-τριών σε απόλυτες τιμές (l/min) παρουσίασε σημαντική αύξηση ($p < 0,01$ & $p < 0,001$) κατά το περπάτημα με χειμερινό εξοπλισμό (Εβ), σε σύγκριση με εκείνο χωρίς εξοπλισμό (ΧΕ) και στις 4 κλίσεις (Πίνακας 3). Δεν παρουσιάστηκε καμία σημαντική διαφορά στη VO_2 ανάμεσα στους δύο διαφορετικούς τύπους ορειβατικού εξοπλισμού.

Πίνακας 3. Πρόσληψη οξυγόνου (VO_2) σε απόλυτες τιμές (l/min) των φοιτητών-τριών κατά την διάρκεια βάρδιας σε διαφορετικές κλίσεις στο δαπεδοεργόμετρο χωρίς μεταφορά εξοπλισμό (ΧΕ), με μεταφορά ορειβατικού εξοπλισμού τριών εποχών (Εα) και χειμερινού εξοπλισμού (Εβ) (Οι τιμές είναι μέσοι όροι \pm τυπική απόκλιση, mean \pm SD).

Κλίση (%)	ΧΕ (n=21)	Εα (n=21)	Εβ (n=21)
0	0,69 \pm 0,11	0,75 \pm 0,12	0,86 \pm 0,13 α^{**}
2	0,75 \pm 0,14	0,85 \pm 0,13	0,92 \pm 0,13 α^{**}
4	0,83 \pm 0,19 β^*	0,96 \pm 0,13 α^*	1,05 \pm 0,12 α^{***}
6	0,96 \pm 0,18	1,09 \pm 0,19	1,18 \pm 0,14 α^{***}

*, **, ***: σημαντικές διαφορές, (* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$),

α : σε σύγκριση με το ΧΕ, β : σε σύγκριση με το Εα

Όταν η VO_2 εκφράστηκε σε ποσοστό (%) της VO_{2max} παρατηρήθηκαν παρόμοιες στατιστικές διαφορές ($p<0,01$ & $p<0,001$) ανάμεσα στη μεταφορά χειμερινού εξοπλισμού (Εβ) και τη βάρδια χωρίς εξοπλισμό (ΧΕ). Επιπρόσθετα, στατιστικά σημαντική διαφορά ($p<0,05$) παρουσιάστηκε ανάμεσα στα δύο είδη εξοπλισμού (Εα & Εβ), κατά τη βάρδια χωρίς κλίση (Πίνακας 4).

Πίνακας 4. Πρόσληψη οξυγόνου (VO_2) εκφραζόμενη σε ποσοστό (%) της VO_{2max} των φοιτητών/-τριών κατά την διάρκεια βάρδιας σε διαφορετικές κλίσεις στο δαπεδοεργόμετρο χωρίς μεταφορά εξοπλισμό (ΧΕ), με μεταφορά ορειβατικού εξοπλισμού τριών εποχών (Εα) και χειμερινού εξοπλισμού (Εβ). (Οι τιμές είναι μέσοι όροι \pm τυπική απόκλιση, mean \pm SD)

Κλίση (%)	ΧΕ (n=21)	Εα (n=21)	Εβ (n=21)
0	24,3 \pm 2,5	27,6 \pm 4,4	31,5 \pm 6,4 $\alpha^{***\beta^*}$
2	26,5 \pm 2,7	30,4 \pm 5,3	33,3 \pm 7,7 α^{**}
4	29,2 \pm 3,2 β^*	34,4 \pm 5,8 α^*	38,2 \pm 8,9 α^{***}
6	33,9 \pm 4,2	38,8 \pm 6,2	43,4 \pm 10,5 α^{***}

*, **, ***: σημαντικές διαφορές, (* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$),

α : σε σύγκριση με το ΧΕ, β : σε σύγκριση με το Εα.

Η ανάλυση διακύμανσης έδειξε σημαντικές διαφορές στην πρόσληψη οξυγόνου, όταν αυτή εκφράστηκε σε σχετικές τιμές ($ml/kg/min$), ανάμεσα σε όλα τα επίπεδα του εξοπλισμού ($p<0,05$, $p<0,01$ & $p<0,001$), κατά τη βάρδια σε όλες τις κλίσεις. Οι διαφορές αυτές εμφανίστηκαν σημαντικότερες ($p<0,001$) ανάμεσα και στα τρία είδη εξοπλισμού, κατά τη βάρδια στην υψηλότερη κλίση του 6% (Πίνακας 5).

Πίνακας 5. Πρόσληψη οξυγόνου (VO_2) σε σχετικές με το σωματικό μάζα τιμές ($ml/kg/min$) κατά την διάρκεια βάρδισης σε διαφορετικές κλίσεις στο δαπεδοεργόμετρο χωρίς μεταφορά εξοπλισμού (ΧΕ), με μεταφορά ορειβατικού εξοπλισμού τριών εποχών (Εα) και χειμερινού εξοπλισμού (Εβ). (Οι τιμές είναι μέσοι όροι \pm τυπική απόκλιση, mean \pm SD)

Κλίση (%)	ΧΕ (n=21)	Εα (n=21)	Εβ (n=21)
0	10,2 \pm 1,4 ^{β*}	11,3 \pm 1,0 ^{α*}	12,8 \pm 1,3 ^{α***β**}
2	11,2 \pm 1,2 ^{β**}	12,7 \pm 1,1 ^{α**}	13,8 \pm 1,3 ^{α***β*}
4	12,7 \pm 1,5 ^{β*}	14,3 \pm 1,0 ^{α*}	15,7 \pm 1,7 ^{α***β**}
6	13,9 \pm 1,5 ^{β***}	16,0 \pm 0,8 ^{α***}	17,0 \pm 1,5 ^{α***β***}

*, **, ***: σημαντικές διαφορές, (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$),

^α: σε σύγκριση με το ΧΕ, ^β: σε σύγκριση με το Εα

Αν και παρατηρήθηκαν αριθμητικές διαφορές στην καρδιακή συχνότητα, η ανάλυση διακύμανσης δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα τρία επίπεδα εξοπλισμού, σε καμία κλίση κατά τη βάρδιση (Πίνακας 6).

Πίνακας 6. Καρδιακή συχνότητα των φοιτητών/-τριών κατά τη διάρκεια βάρδισης σε διαφορετικές κλίσεις στο δαπεδοεργόμετρο χωρίς μεταφορά εξοπλισμού (ΧΕ), με μεταφορά ορειβατικού εξοπλισμού τριών εποχών (Εα) και χειμερινού εξοπλισμού (Εβ). (Οι τιμές είναι μέσοι όροι \pm τυπική απόκλιση, mean \pm SD)

Κλίση (%)	ΧΕ (n=21)	Εα (n=21)	Εβ (n=21)
0	88,4 \pm 11,0	91,7 \pm 12,0	94,8 \pm 13,0
2	92,6 \pm 11,0	97,4 \pm 14,0	100,0 \pm 14,0
4	95,9 \pm 10,1	101,2 \pm 14,0	104,2 \pm 17,0
6	101,6 \pm 11,0	107,6 \pm 15,0	110,8 \pm 18,0

Ο πνευμονικός αερισμός (VE) των συμμετεχόντων στην έρευνα φοιτητών/-τριών παρουσίασε σημαντική αύξηση ($p < 0,05$ & $p < 0,001$) κατά το περπάτημα με χειμερινό εξοπλισμό (Εβ), σε σύγκριση με το περπάτημα χωρίς εξοπλισμό (ΧΕ) και στις 4 κλίσεις. Επιπρόσθετα, στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$) παρουσιάστηκαν ανάμεσα στα δύο είδη εξοπλισμού (Εα & Εβ), κατά τη βάρδιση με 2 και 6% (Πίνακας 7).

Πίνακας 7. Πνευμονικός αερισμός (VE) των φοιτητών/-τριών κατά τη διάρκεια βάρδισης σε διαφορετικές κλίσεις στο δαπεδοεργόμετρο, χωρίς μεταφορά εξοπλισμού (ΧΕ), με μεταφορά ορειβατικού εξοπλισμού τριών εποχών (Εα) και χειμερινού εξοπλισμού (Εβ). (Οι τιμές είναι μέσοι όροι \pm τυπική απόκλιση, mean \pm SD)

Κλίση (%)	ΧΕ (n=21)	Εα (n=21)	Εβ (n=21)
0	20,9 \pm 4,4	22,2 \pm 3,8	24,3 \pm 3,8 ^{α*}
2	21,8 \pm 3,8	24,1 \pm 3,5	26,8 \pm 3,3 ^{α***β*}
4	23,8 \pm 5,3	26,5 \pm 4,1	29,5 \pm 2,6 ^{α***}
6	25,9 \pm 5,1	28,8 \pm 4,8	32,7 \pm 3,4 ^{α***β*}

*, **, ***: σημαντικές διαφορές, (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$),

^α: σε σύγκριση με το ΧΕ, ^β: σε σύγκριση με το Εα

Στο αναπνευστικό πηλίκο (RER) παρουσιάστηκαν μικρές αριθμητικές διαφορές ανάμεσα στα επίπεδα εξοπλισμού, χωρίς όμως στατιστικά σημαντικές διαφορές σε καμία κλίση κατά τη βάρδιση (Πίνακας 8).

Πίνακας 8. Αναπνευστικό πηλίκο των φοιτητών/-τριών κατά τη διάρκεια βάρδισης σε διαφορετικές κλίσεις στο δαπεδοεργόμετρο χωρίς μεταφορά εξοπλισμό (ΧΕ), με μεταφορά ορειβατικού εξοπλισμού τριών εποχών (Εα) και χειμερινού εξοπλισμού (Εβ). (Οι τιμές είναι μέσοι όροι \pm τυπική απόκλιση, mean \pm SD)

Κλίση (%)	ΧΕ (n=21)	Εα (n=21)	Εβ (n=21)
0	0,80 \pm 0,06	0,81 \pm 0,04	0,82 \pm 0,04
2	0,81 \pm 0,05	0,81 \pm 0,04	0,84 \pm 0,04
4	0,82 \pm 0,05	0,82 \pm 0,04	0,84 \pm 0,05
6	0,83 \pm 0,05	0,83 \pm 0,03	0,86 \pm 0,05

Η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος που μετρήθηκε στο αίμα 4 λεπτά μετά το τέλος της βάρδισης, σε κλίση 6%, δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα τρία επίπεδα εξοπλισμού (Πίνακας 9).

Πίνακας 9. Συγκέντρωση γαλακτικού οξέος [La] στο αίμα (mmol/l) των φοιτητών/-τριών 4 λεπτά μετά την ολοκλήρωση του πρωτοκόλλου βάρδισης στο δαπεδοεργόμετρο (4km/h ταχύτητα & 6% κλίση). (Οι τιμές είναι μέσοι όροι \pm τυπική απόκλιση, mean \pm SD)

Κλίση (%)	ΧΕ (n=21)	Εα (n=21)	Εβ (n=21)
6	2,50 \pm 1,28	2,54 \pm 1,28	2,49 \pm 1,28

Συζήτηση

Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι κατά τη βάρδιση σε διάφορες κλίσεις εδάφους η χρήση χειμερινού ορειβατικού εξοπλισμού μπορεί να αυξήσει σημαντικά την κατανάλωση οξυγόνου, σε σύγκριση με τη βάρδιση με ελαφρύτερο εξοπλισμό (τριών εποχών) ή και χωρίς εξοπλισμό, στις ίδιες κλίσεις εδάφους. Η αύξηση της πρόσληψης οξυγόνου σημαίνει ότι υπάρχει συνακόλουθη αύξηση στο ενεργειακό κόστος και πρακτικά στην επιβάρυνση της προσπάθειας.

Συγκεκριμένα, στην παράμετρο της πρόσληψης οξυγόνου σε σχετικές τιμές, παρουσιάστηκαν διαφορές με μεγάλη σημαντικότητα σε όλα τα επίπεδα, ειδικότερα ανάμεσα στη δοκιμασία χωρίς εξοπλισμό και με χειμερινό εξοπλισμό. Στο τελευταίο στάδιο της κλίσης οι διαφορές ήταν εξίσου σημαντικές μεταξύ όλων των επιπέδων. Τα παραπάνω δείχνουν πως με την αύξηση της κλίσης αυξήθηκαν και οι μεταξύ τους διαφορές, κυρίως του χειμερινού εξοπλισμού με τα υπόλοιπα επίπεδα εξοπλισμού, χωρίς και τριών εποχών, γεγονός απόλυτα φυσιολογικό αφού με την αύξηση της κλίσης αυξάνεται και η επιβάρυνση.

Αντίστοιχα αποτελέσματα υπήρξαν και στην έρευνα των Lloyd και Cooke (2000) οι οποίοι μελέτησαν την πρόσληψη οξυγόνου κατά το βάρδιμα σε διάφορες κλίσεις, χωρίς και με δυο διαφορετικού είδους σακίδια μάζας 25 kg και παρατήρησαν ανάλογες σημαντικές διαφορές ανάμεσα στη χρήση και μη εξοπλισμού σε διάφορες κλίσεις. Παρόμοια, στην έρευνα του Bhambhani et al., (1997) η σύγκριση δύο ξεχωριστών επιβαρύνσεων (15, 20 kg) κατά την μεταφορά μάζας μπροστά από το σώμα εμφάνισε σημαντική διαφορά στην πρόσληψη οξυγόνου, μόνο ανάμεσα στην κατάσταση δίχως μάζα, σε σύγκριση με τη μεγαλύτερη μεταφερόμενη μάζα. Αντίστοιχες διαφορές στο ενεργειακό κόστος ανάμεσα στη χρήση διαφορετικού επιπέδου επιβάρυνσης (31,5 kg & 49,4 kg) βρήκαν και ο Patton et al., (1991), όπου μεγαλύτερες εξ' αυτών υπήρξαν με τη

χρήση της μεγαλύτερης μάζας (49, 4 kg). Αντίστοιχα ο Shoenfeld et al., (1978) βρήκαν διαφορές των επιπέδων επιβάρυνσης στο τελευταίο στάδιο (12km), όπου οι διαφορές ανάμεσα στη μικρή και μεγάλη επιβάρυνση (30 VS 35 kg) ήταν πιο σημαντικές για την πρόσληψη οξυγόνου και την καρδιακή συχνότητα. Με την έρευνα των Lloyd και Cooke (1999) συμφωνούν και τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, καθώς βρέθηκαν ανάλογες διαφορές στη πρόσληψη οξυγόνου με και χωρίς μεταφορά μάζας με την χρήση σακιδίου σε σταθερή ταχύτητα και διάφορες κλίσεις. Η Keren et al., (1981) επίσης βρήκε διαφορές στην πρόσληψη οξυγόνου, στη μελέτη όπου σύγκρινε το τρέξιμο με το βάδισμα σε κλίση σταθερή και με διαφορετικές ταχύτητες. Η έρευνα των Lyons, Allsopp και Bilzon (2005) συμφωνεί κατά μεγάλο μέρος με τα αποτελέσματα της έρευνας, καθώς ακολουθήθηκε η παρόμοια τακτική σε ταχύτητα, κλίσεις και τρεις διαφορετικές επιβαρύνσεις (0 kg, 20kg, 40 kg) όπου η μεγαλύτερη (40 Kg) είχε και τις μεγαλύτερες διαφορές στη πρόσληψη οξυγόνου. Ακόμη η αύξηση της πρόσληψης οξυγόνου, με την ταυτόχρονη αύξηση της μάζας και της κλίσης, συμφωνεί και με τα ευρήματα της έρευνας του Gordon et al., (1983), κατά την οποία η μεταφερόμενη μάζα κυμάνθηκε από 0 έως 50% της σωματικής μάζας και αύξηση της κλίσης εμφάνισε αντίστοιχη σημαντική διαφορά στην πρόσληψη οξυγόνου.

Από τις προηγούμενες έρευνες προκύπτει πως η μικρή διαφορά της επιβάρυνσης (1-6 kg) δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά στην πρόσληψη οξυγόνου ή ότι αυτή η σημαντικότητα είναι πολύ μικρή. Ακολούθως, στην παρούσα έρευνα υπήρξε αντίστοιχο φαινόμενο με τον εξοπλισμό τριών εποχών σε σχέση με τα άλλα δύο επίπεδα. Ωστόσο, οι διαφορές και με τα υπόλοιπα επίπεδα εξοπλισμού αυξήθηκαν όσο αυξήθηκε και η κλίση, σε αντίθεση με προηγούμενα αποτελέσματα (Bhambhani et al., 1997; Gordon et al., 1983; Lloyd & Cooke 2000; Lloyd και Cooke 1999; Lyons, Allsopp & Bilzon 2005; Patton et al., 1991; Shoenfeld et al., 1978).

Ταυτόχρονα, στις απόλυτες τιμές της πρόσληψης οξυγόνου, σημαντικές διαφορές υπήρξαν ως επί το πλείστον ανάμεσα στα επίπεδα χωρίς και με χειμερινό εξοπλισμό, με σημαντικότερες αυτές των τελευταίων δύο σταδίων επιβάρυνσης (κλίσης). Από τη σχέση του εξοπλισμού τριών εποχών με τα επίπεδα χωρίς και με χειμερινό εξοπλισμό, δεν προέκυψαν σημαντικές διαφορές στις απόλυτες τιμές, φαινόμενο που συμφωνεί με την βιβλιογραφία κατά πολύ σε αντίθεση με τις σχετικές τιμές της πρόσληψης οξυγόνου.

Επίσης σημαντικό εύρημα αποτέλεσε το ποσοστό της πρόσληψης οξυγόνου επί της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, εκφρασμένο σε απόλυτες τιμές, το οποίο έφτασε τα επίπεδα του 43,4%. Από την πρόσληψη οξυγόνου σε απόλυτες τιμές, όπως αυτή παρουσιάζεται με τα % ποσοστά της VO_{2max} , φαίνεται ότι η επιβάρυνση παραμένει μικρότερη από το 50%. Παράλληλα, οι σημαντικές διαφορές στο % των απόλυτων τιμών της VO_{2max} διατηρήθηκαν κυρίως ανάμεσα στα δύο επίπεδα εξοπλισμού (χωρίς και με χειμερινό εξοπλισμό) σε όλα τα στάδια της κλίσης.

Οι διαφορές στον πνευμονικό αερισμό στο πρώτο στάδιο ήταν περιορισμένες σε όλα τα επίπεδα επιβάρυνσης, ενώ στα υπόλοιπα επίπεδα υπήρξαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στον μη εξοπλισμό και στον χειμερινό εξοπλισμό. Παράλληλα, σε κανένα από τα στάδια δεν παρατηρήθηκε διαφορά του εξοπλισμού τριών εποχών με τα άλλα επίπεδα εξοπλισμού, καθώς οι διαφορές της επιβάρυνσης συγκριτικά με τα άλλα δύο επίπεδα επιβάρυνσης είναι μικρότερες. Αντίστοιχες διαφορές στον πνευμονικό αερισμό παρατήρησαν και ο Bhambhani et al., (1997) ανάμεσα στην κατάσταση δίχως επιβάρυνση και με υψηλή επιβάρυνση κατά το περπάτημα.

Συγκριτικά με την πρόσληψη οξυγόνου, αναμενόμενη θα ήταν και η ταυτόχρονη στατιστικά σημαντική αύξηση της καρδιακής συχνότητας σε ανάλογα επίπεδα και επομένως η ύπαρξη διαφορών και σ' αυτή την παράμετρο, κάτι που στα αποτελέσματα δεν εμφανίζεται σε κανένα επίπεδο της επιβάρυνσης.

Αντίθετα με τα αποτελέσματα της έρευνας, ο Gordon et al., (1983) βρήκε σημαντική αύξηση της καρδιακής συχνότητας με την αύξηση της μεταφερόμενης μάζας ενώ στην μελέτη του Shoenfeld et al., (1978) η καρδιακή συχνότητα δεν παρουσίασε διαφορές σε πεζοπορία μικρής διάρκειας 6 Km και διαφοράς επιβάρυνσης 5 κιλών, αλλά μόνον στην μεγαλύτερη σε διάρκεια πεζοπορία 12 Km. Σε αντίθεση με τα αποτελέσματα ο Bhambhani et al., (1997) βρήκαν διαφορές στην καρδιακή συχνότητα σε σύγκριση δύο διαφορετικών επιβαρύνσεων με και χωρίς μάζα, ενώ δεν υπήρξαν διαφορές ανάμεσα στις δύο διαφορετικές μεταφερόμενες μάζες (15 και 20 kg). Η ύπαρξη των διαφορών θεωρητικά οφείλεται στην μεταφορά της μάζας μπροστά από το σώμα σε αντίθεση με τη χρήση σακιδίου που πραγματοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα και ταυτόχρονα συμφωνούν τα αποτελέσματα και των δύο ερευνών όταν η διαφορά στις επιβαρύνσεις ήταν μικρή ή μέσα στα επίπεδα των 5 κιλών. Επίσης, τα αποτελέσματα των Lloyd και Cooke (2000) έρχονται σε συμφωνία εν μέρει με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, καθώς και εκεί υπήρχαν διαφορές στην καρδιακή συχνότητα ανάμεσα στην κατάσταση επιβάρυνσης και δίχως επιβάρυνση, ενώ οι διαφορές αυτές δεν ήταν σημαντικές στην σύγκριση των δύο διαφορετικών σακιδίων. Παράλληλα μεταβολές στην καρδιακή συχνότητα παρατήρησαν ο Lyons et al., (2005), όπου σημαντικότερες ήταν στην μεγαλύτερη επιβάρυνση (20-40 kg) σε όλες τις

κλίσεις κάτι που δεν εμφανίστηκε στην παρούσα έρευνα.

Παρατηρήθηκε γενικότερα ότι στις περισσότερες έρευνες υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην καρδιακή συχνότητα στα μεγαλύτερα επίπεδα επιβάρυνσης και ανάμεσα στα ακραία στάδια επιβάρυνσης, κυρίως στις καταστάσεις μη και υψηλής επιβάρυνσης. Αντίθετα από ότι συνέβη στην παρούσα μελέτη, που καμία διαφορά δεν παρατηρήθηκε σε καμία από τις περιπτώσεις, ακόμα και ανάμεσα στα στάδια δίχως εξοπλισμό και χειμερινό εξοπλισμό.

Το γεγονός ότι οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο επίπεδο της θάλασσας, ίσως να αποδεικνύει την διαφοροποίηση αυτή στα αποτελέσματα, ενώ στο υψόμετρο η καρδιακή συχνότητα θα είχε σημαντική μεταβολή σε υπομέγιστες επιβαρύνσεις. Ταυτόχρονα δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τις παραμέτρους του αναπνευστικού πηλίκου και της συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος, κάτι που ίσως να οφείλεται στην χαμηλή ένταση των δοκιμασιών, η οποία κυμάνθηκε κάτω από το 50% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου.

Οι μετρήσεις της παρούσας έρευνας πραγματοποιήθηκαν σε συνθήκες εργαστηρίου πλήρως ελεγχόμενες και δίχως επίδραση από εξωτερικούς παράγοντες. Αντίστοιχη μελέτη σε πραγματικές συνθήκες (ορεινό πεδίο), μπορεί να παρουσιάσει διαφοροποίηση στα αποτελέσματα της έρευνας, αφού δύσκολες συνθήκες όπως δυνατός αέρας ή χαμηλή θερμοκρασία, θα επηρέαζαν τα αποτελέσματα. Επίσης, το υψόμετρο και οι δύσκολες κλιματολογικές συνθήκες, όπως, δυνατός αέρας, χαμηλή θερμοκρασία, θα επηρέαζαν τα αποτελέσματα. Ταυτόχρονα το είδος του ρουχισμού, ειδικότερα την χειμερινή περίοδο, μπορεί να αποτελέσει μια σημαντική επιβάρυνση, όπως και η μορφολογία του εδάφους με την ποικιλομορφία που διακρίνει τα ορειβατικά μονοπάτια. Η διαφορετική και μεταβαλλόμενη κλίση του εδάφους, η ασταθής απόσταση των βημάτων και των πατημάτων, καθώς και η διαδικασία προώθησης του σώματος κατά την πεζοπορία ποικίλει σημαντικά και διαφέρει αρκετά από το σταθερό βάδισμα στο δαιπεδοεργόμετρο.

Στις προηγούμενες έρευνες μελετήθηκε η επίδραση της μεταφερόμενης μάζας των σακιδίων στην καρδιοαναπνευστική επιβάρυνση. Στην παρούσα έρευνα, για πρώτη φορά έγινε προσομοίωση της μάζας των δύο βασικών τύπων ορειβατικού εξοπλισμού που μεταφέρουν οι ορειβάτες σε διαφορετικές κλίσεις εδάφους και συγκρίθηκαν οι επιδράσεις στην καρδιοαναπνευστική επιβάρυνση ανάμεσα στους τύπους αυτούς, καθώς και στη βάδιση χωρίς επιπλέον μάζα από ορειβατικό εξοπλισμό. Οι διαφορές των αποτελεσμάτων μεταξύ των προηγούμενων ερευνών αλλά και της παρούσης μελέτης, οφείλονται στο γεγονός ότι χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές μάζες και διαφορετικού τύπου σακίδια γενικής χρήσης. Στην παρούσα έρευνα το ερώτημα εστίαστηκε στις μεταβολές που μπορεί να προκύψουν, όσον αφορά την καρδιοαναπνευστική λειτουργία, σε συνθήκες προσομοίωσης της ορειβατικής δραστηριότητας με τη διαφοροποίηση της μεταφερόμενης μάζας από τον ορειβατικό εξοπλισμό τριών εποχών και χειμερινού εξοπλισμού.

Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας φαίνεται ότι η πρόσληψη οξυγόνου, καθώς και η επιβάρυνση όπως αυτή εκφράζεται σε % της VO_{2max} , αντανακλούν καλύτερα από την καρδιακή συχνότητα τις διαφορές στη φυσιολογική λειτουργία και την επιβάρυνση του οργανισμού κατά την ορεινή πεζοπορία με διαφορετικού τύπου εξοπλισμούς. Επίσης φαίνεται ότι αύξηση των απαιτήσεων σε εξοπλισμό λόγω της εποχής, αυξάνει σημαντικά και τις ενεργειακές απαιτήσεις της προσπάθειας. Αυτό ενισχύει την αναγκαιότητα της ύπαρξης καλής φυσικής κατάστασης από ορειβάτες που στοχεύουν σε δυσκολότερες και χειμερινές αναβάσεις. Τέλος, προκύπτει η ανάγκη περαιτέρω μελέτης της μεταφοράς ορειβατικού εξοπλισμού σε πραγματικές συνθήκες για αποτελεσματικότερη πρακτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Σημασία για τον Αγωνιστικό Αθλητισμό

Η ορειβασία είναι μία από τις πιο ενεργοβόρες φυσικές – αθλητικές δραστηριότητες. Εντούτοις, παρουσιάζει μια σημαντική ιδιαιτερότητα ως προς τον εξοπλισμό που μεταφέρουν και χρησιμοποιούν οι συμμετέχοντες σε αυτή τη δραστηριότητα, ο οποίος διαφοροποιείται σημαντικά ανάλογα με τις εποχές του χρόνου, τις καιρικές συνθήκες και τη διαφοροποίηση του πεδίου πάνω στο οποίο διεξάγεται η δραστηριότητα. Ο εξοπλισμός μπορεί να μεταβάλλει σημαντικά τη συνολική μάζα που μεταφέρει ένα άτομο στη δραστηριότητα και αυτό να επηρεάσει την καρδιοαναπνευστική επιβάρυνση, το συνολικό μυϊκό έργο και την ενεργειακή κατανάλωση. Η εργασία αυτή αναδεικνύει αυτήν την επίδραση με τους δύο βασικούς τύπους ορειβατικού εξοπλισμού κατά τη βάρδια σε ήπιας δυσκολίας ανηφορικές κλίσεις, που αντιστοιχούν σε ορειβατικές δραστηριότητες προσιτές για το ευρύτερο κοινό. Από τα αποτελέσματα προκύπτει η αναγκαιότητα απόκτησης καλύτερης φυσικής κατάστασης, όταν ο ορειβάτης των τριών εποχών αποφασίσει να συμμετέχει και σε χειμερινές αναβάσεις. Θα είχε ενδιαφέρον μελλοντικές έρευνες να μελετήσουν τις μεταβολές στη μυϊκή απόδοση και στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα, που μπορεί να προκύψουν από τη διαφοροποίηση στη μεταφερόμενη μάζα εξοπλισμού από τους ορειβάτες.

Βιβλιογραφία

- Bhambhani Y., Buckley R., & Malkala R. (1997). Physiological and biomechanical responses during treadmill walking with graded loads. *European Journal of Applied Physiology*, 76, 544-551.
- Bhambhani Y., & Maikala R. (2000). Gender differences during treadmill walking with graded loads: biomechanical and physiological comparisons. *European Journal of Applied Physiology*, 81, 75-83.
- Borghols M. (1978). Influence of heavyweight carrying on the cardiorespiratory system during exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 38, 161-169.
- Datta R., & Ramanathan L. (1970). Ergonomical studies on load carrying up staircases. *Indian Journal of Medical Research*, 58, 1764-1770.
- Falls B., & Humphrey A. (1976). Energy cost of running and walking in young women. *Medicine and Science in Sports*, 8, 9-13.
- Goldman F., & Lampetro F. (1962). Energy cost of load carriage. *Journal of Applied Physiology*, 17, 675-676.
- Gordon J., Goslin R., Graham T., & Hoare J. (1983). Comparison between load carriage and grade walking on a treadmill. *Ergonomics*, 26(3), 289-298.
- Jacobson BH., Wright T., & Dugan B. (2000). Load carriage energy expenditure with and without hiking poles during inclined walking. *International Journal of Sports Medicine*, 21(5), 356-359.
- Keren G., Epstein Y., Magazanik A., & Sohar E. (1981). The energy cost of walking and running with and without a backpack load. *European Journal of Applied Physiology*, 46(3), 317-324.
- Knapik J., Harman E., & Reynolds K. (1996). Load carriage using packs: A review of physiological biomechanical and medical aspects. *Applied Ergonomics*, 27(3), 207-216.
- Knight A., & Caldwell E. (2000). Muscular and metabolic cost of uphill backpacking: are hiking poles beneficial?. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(12), 2093-2101.
- Legg T., Ramsey J., & Knowles (1992). The metabolic cost of backpack and shoulder load carriage. *Ergon*, 35(9), 1063-1068.
- Legg J., & Mahanty A. (1986). Energy cost of backpacking in heavy boots. *Ergonomics*, 29(3), 433-438.
- Lloyd B., Cooke (1999). The oxygen consumption associated unloaded walking and load carriage using two different backpack designs, *European Journal of Applied Physiology*, 81, 486-491.
- Lloyd B., & Cooke (2000). Kinetic changes associated with load carriage using two rucksack designs. *Ergon*. 43(9), 1331-1341.
- Lyons J., Allsopp A., & Bilzon J. (2005). Influences of body composition upon the relative metabolic and cardiovascular demands of load carriage. *Occupational Medicine*.
- Malhtra S., & Gupta S., (1965). Carrying of school bags by children. *Ergonomics*, 8, 55-60.
- Myles S., & Saunders L. (1979). The physiological cost of carrying light and heavy loads. *European Journal of Applied Physiology*, 42, 125-131.
- Shoenfeld R., Udassin C., Shapino C., Birenfeld A., Magazanik E., & Sohar (1978). Optimal back-pack load for short distance hiking. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 59(6), 281-284.
- Soule G., & Goldman F. (1969). Energy cost of loads carried on the head, hands or feet. *Journal of Applied Physiology*, 27, 687-690.

- Soule G., Pandolf B., & Goldman F. (1978). Energy expenditure of heavy load carriage. *Ergonomics*, 21, 373-381.
- Stuempfle J., Drury G., & Wilson L. (2004). Effect of load position on physiological and perceptual responses during load carriage with an internal frame backpack. *Ergonomics*, 47(7), 784-789.
- Patton J. F., Kaszuba J., Mello P., & Reynolds L. (1991). Physiological responses to prolonged treadmill walking with external loads. *European Journal of Applied Physiology*, 63(2), 89-93.
- Winsmann R., & Goldman F. (1976). Methods of evaluation of load-carriage systems. *Perceptual and Motor Skills*, 43, 1211-1218.