






10^ο Συνέδριο
Βιοχημείας & Φυσιολογίας
της Άσκησης
 με Διεθνή Συμμετοχή



21-23 Οκτωβρίου 2022
 Αθήνα

"Επιχειρησιακή ικανότητα και ρύθμιση της
 θερμοκρασίας του σώματος του μαχητή σε θερμό και
 ψυχρό περιβάλλον: η σημασία του εγκλιματισμού"

Στέλιος Κουναλάκης MSc, PhD
 Επίκουρος Καθηγητής ΣΣΕ

1




Νίκη / ήττα

Ετοιμότητα για το αγώνισμα

Ικανότητες σχετικές με το άθλημα

Προγραμματισμένη και αναμενόμενη δραστηριότητα

Φόρμα και προστατευτικός εξοπλισμός για το άθλημα

Ελεγχόμενο περιβάλλον, ποικίλες περιβαλλοντικές συνθήκες

Ύπνος σε ξενοδοχείο

Δομημένες και ελεγχόμενες συνθήκες

Βιωσιμότητα / θνησιμότητα

Συνεχής ετοιμότητα

Πολλαπλές ικανότητες

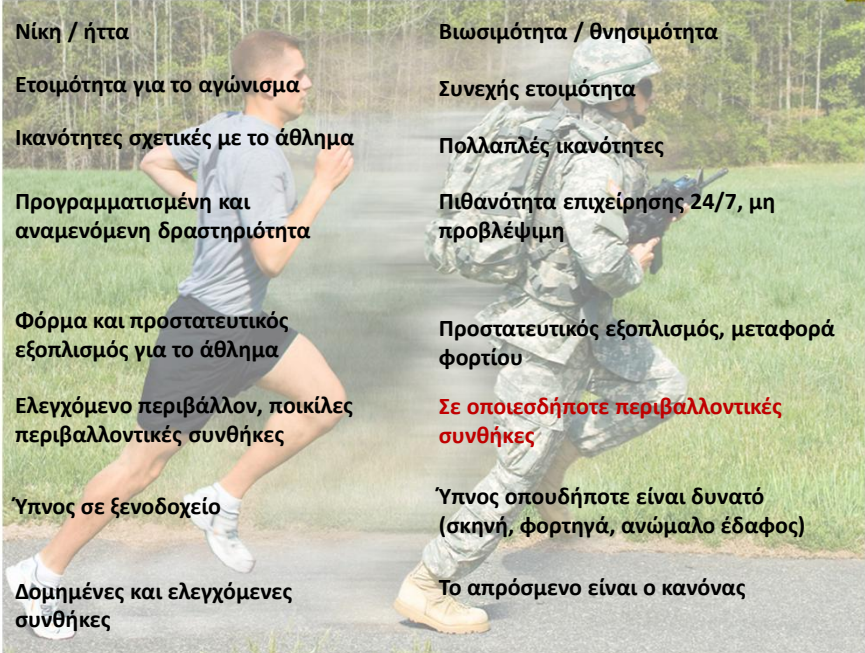
Πιθανότητα επιχείρησης 24/7, μη προβλέψιμη

Προστατευτικός εξοπλισμός, μεταφορά φορτίου

Σε οποιοσδήποτε περιβαλλοντικές συνθήκες

Ύπνος οπουδήποτε είναι δυνατό (σκηνή, φορτηγά, ανώμαλο έδαφος)

Το απρόσμενο είναι ο κανόνας



2



Οι περιβαλλοντικές συνθήκες μπορεί να είναι
καθοριστικές για μια επιχείρηση

Απειλή για την υγεία των μάχιμων

Μείωση της απόδοσης

3



Θερμό περιβάλλον

Απόδοση

Τρόποι διατήρησής
της (εγκλιματισμός)



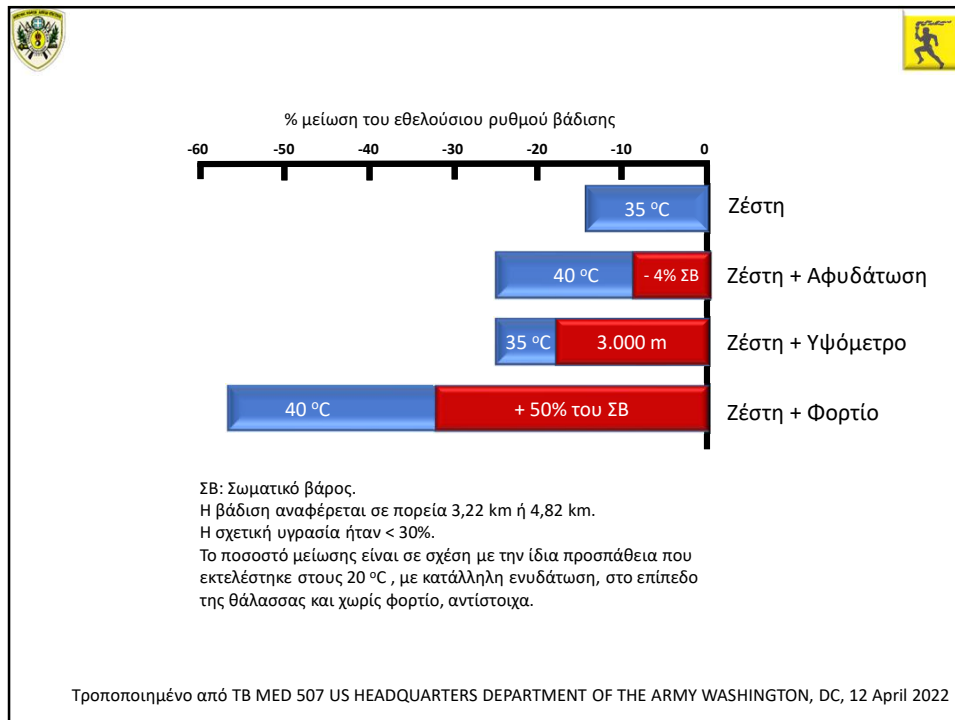
4



5

Φυσιολογική μεταβλητή που μπορεί πιθανά να επηρεαστεί στο θερμό περιβάλλον	
Παρατεταμένη αερόβια προσπάθεια	Μείωση (ανύψωση θερμοκρασίας πυρήνα και δέρματος, μείωση του όγκου αίματος)
Επαναλαμβανόμενες ταχύτητες	Μείωση
Ισομετρική δύναμη	Μείωση
Χειρισμοί με τα χέρια	Μείωση (καυτά μέταλλα, χρήση γαντιών)
Ικανότητα στόχευσης	Μείωση (άνω των 33 °C, αδυναμία συγκέντρωσης)
Κρίση και ικανότητα λήψης αποφάσεων	Μείωση (αντίληψη για τη θερμοκρασία δέρματος και συνολική θερμοκρασία σώματος, αφυδάτωση, έλλειψη ύπνου, φτωχή διατροφή, κόπωση κ.λπ.)
Προσοχή	Επηρεάζεται σημαντικά (> 30 °C, χρόνος παρακολούθησης στόχου άνω της μιας ώρας)
Σύνθετες γνωστικές λειτουργίες (αποκωδικοποίηση μηνυμάτων, απεικόνιση σε χάρτες)	Επηρεάζονται σημαντικά (> 33 °C, μετά από 3 ώρες)
Όραση	Επηρεάζεται σημαντικά (υδρατμοί στην προστατευτική μάσκα, ιδρώτας στα μάτια ή τα αυτιά)

6



7

Στρατηγικές διατήρησης της απόδοσης των μαχητών στο θερμό περιβάλλον

8



Μείωση του θερμικού φορτίου ζέστης

Προστασία από το περιβάλλον

- Τεχνικές ψύξης
- Ενυδάτωση και ανάπαυση

Φυσική κατάσταση

- Κυρίως αερόβια ικανότητα

Εγκλιματισμός

- Η διαδικασία επαναλαμβανόμενων εκθέσεων σε κάποιο εντασιογόνο περιβάλλον προκειμένου να υπάρξει προσαρμογή του οργανισμού σε αυτό

9



Ψύξη του σώματος

- Κατάποση πολτούπάγου (πριν ή και κατά τη διάρκεια της επιχείρησης)
- Ψύξη με βύθιση των βραχιόνων (πριν ή και κατά τη διάρκεια)
- Ψύξη με γιλέκα
- Τεχνικές ΨΥΞΗΣ → 4-18% βελτίωση στην απόδοση

(Για ανασκόπηση βλ. Lee et al. J Strength Cond Res 29(11S): S77–S81, 2015)

10



11

Ενυδάτωση

- Ποσοστά εφίδρωσης από **0.3 έως 1.2 λίτρα την ώρα** κατά την εκτέλεση στρατιωτικών δραστηριοτήτων.
- Αύξηση αναγκών για υγρά (2 έως 4 λίτρα την ημέρα σε θερμικά ουδέτερο κλίμα και από 4 έως 12 λίτρα την ημέρα σε ζεστό κλίμα).

STO/NATO, (2013). Management of Heat and Cold Stress Guidance to NATO Medical Personnel. Findings of Task Group HFM- 187. NATO: Brussels.
TB MED 507 HEADQUARTERS DEPARTMENT OF THE ARMY WASHINGTON, DC, 12 April 2022

12




Ενυδάτωση και ανάπαυση

Κατηγορία	Δείκτης WBGT (°C)	Εύκολη		Μέτρια		Βαριά	
		Εργασία / Διάλειμμα (min)	Πρόσληψη νερού (L/h)	Εργασία / Διάλειμμα (min)	Πρόσληψη νερού (L/h)	Εργασία / Διάλειμμα (min)	Πρόσληψη νερού (L/h)
1	25.5-27.8	UL	0.6	UL	0.85	40/20	0.85
2	27.8-29.5	UL	0.6	50/10	0.85	30/30	1.1
3	29.6-31	UL	0.85	40/20	0.85	30/30	1.1
4	31.1-32.2	UL	0.85	30/30	0.85	20/40	1.1
5	> 32.3	50/10	1.1	20/40	1.1	10/50	1.1

UL= χωρίς περιορισμό.
Διάλειμμα = ελάχιστη φυσική δραστηριότητα (καθιστός ή όρθιος) αν είναι δυνατόν υπό σκιά.
WBGT = Δείκτης Θερμικού φορτίου
Προσοχή: 1) η ωριαία πρόσληψη υγρών να μην ξεπερνά το 1.5 λίτρο 2) η ημερήσια πρόσληψη υγρών να μην ξεπερνά τα 12.5 λίτρα 3) αν φοράτε στολή προσθέστε 3 °C στο θερμικό δείκτη για υγρά κλίματα

STO/NATO, (2013). Management of Heat and Cold Stress Guidance to NATO Medical Personnel. Findings of Task Group HFM- 187. NATO: Brussels.
 TB MED 507 HEADQUARTERS DEPARTMENT OF THE ARMY WASHINGTON, DC, 12 April 2022

13




Χαρακτηρισμός εργασίας	Κατανάλωση οξυγόνου (L/min)	Καρδιακή συχνότητα (beats/min)	Παραδείγματα
Εύκολη	<0.5	<90	• Συντήρηση του όπλου • Περπάτημα σε σκληρή επιφάνεια με 4 km/h με < 14 kg φορτίο • Διαχείριση πυρομαχικών • Προπόνηση προσανατολισμού • Χειρισμοί κατά τις τελετές
Μέτρια	0.5-1.0	90-110	• Περπάτημα στην άμμο με 4 km/h χωρίς φορτίο • Περπάτημα με 5.6 km/h , < 18 kg • Περιπολία • Ερπυσμός • Κατασκευή αμυντικής θέσης
Βαριά	1.0-1.5	110-130	• Περπάτημα σε σκληρή επιφάνεια με 5.6 km/h και με > 18 kg φορτίο • Περπάτημα στην άμμο με 4 km/h με φορτίο • Επίθεση στο πεδίο της μάχης
Πολύ βαριά	>2.0	130-150	

14



Φυσική κατάσταση

Το επίπεδο φυσικής κατάστασης θα διαφοροποιήσει την δυνατότητα αποβολής θερμότητας στο ίδιο απόλυτο έργο (ίδια παραγωγή θερμότητας).

- Καλύτερη κατανομή του αίματος, και
- Γρηγορότερη και υψηλότερη εφίδρωση (;

15



Εγκλιματισμός

Επαναλαμβανόμενες εκθέσεις στη ζέστη ικανές **να ανεβάσουν τη θερμοκρασία του πυρήνα και να προκαλούν εφίδρωση**

- Άσκηση (άνω του 50% της $\dot{V}O_{2max}$) για να επιτευχθεί ιδανικός εγκλιματισμός
- Διάρκεια: **7-14 ημέρες** (οι πιο προπονημένοι αερόβια επιτυγχάνουν γρηγορότερο εγκλιματισμό).
- Στο τέλος της πρώτης εβδομάδας έχει επιτευχθεί το 60-80% των φυσιολογικών ανταποκρίσεων

16




Χαρακτηριστικά Εγκλιματισμού

2 ώρες την ημέρα έκθεση σε συνδυασμό με άσκηση αντοχής
Μπορεί οι συνεδρίες να είναι **δύο**, διάρκειας μιας ώρας η κάθε μία

Προοδευτική αύξηση στην ένταση ή / και τη διάρκεια της άσκησης

Τα πλεονεκτήματα διατηρούνται για περίπου **1 εβδομάδα**

Το **75% των προσαρμογών** χάνεται μετά από **3 εβδομάδες**

17




Θερμική αίσθηση	Απόδοση
Θερμοκρασία πυρήνα: Μείωση Στο ίδιο απόλυτο έργο	Μεταβολικός ρυθμός: Μείωση
Εφίδρωση: Αύξηση Νωρίτερα Σε μεγαλύτερο βαθμό	Σταθερότητα του καρδιαγγειακού: Βελτίωση Καρδιακή συχνότητα: μείωση Όγκος παλμού: μείωση Αρτηριακή πίεση: σταθερή
Ροή αίματος στο δέρμα: Αύξηση Έναρξη νωρίτερα Μεγαλύτερη ροή	Ισορροπία υγρών: Βελτίωση Αίσθηση δίψας: μείωση Απώλειες ηλεκτρολυτών: μείωση Όγκος πλάσματος: αύξηση Συνολικός όγκος νερού του σώματος: αύξηση




Βελτίωση της απόδοσης των αθλητών

7 – 20% βελτίωση στις προσπάθειες μέχρι εξάντλησης υπομέγιστης έντασης ή στις προσπάθειες συγκεκριμένου χρόνου

Για μετα-ανάλυση βλ. Tyler et al. The Effects of Heat Adaptation on Physiology, Perception and Exercise Performance in the Heat: A Meta-Analysis. Sports Med. 2016 Nov;46(11):1699-1724.

18



Βελτίωση της γνωστικής λειτουργίας (;)

- Μέσω της διατήρησης της αιμάτωσης του εγκεφάλου
(μάλλον όχι γιατί δεν φαίνεται να επηρεάζεται σημαντικά)
- Μέσω της διατήρησης της διέγερσης του εγκεφάλου
- Μέσω της διατήρησης της μεταβολικής κατάστασης του εγκεφάλου

Ashworth et al. Military Medical Research (2020) 7:58

19



Ο εγκλιματισμός έχει θετική επίδραση στην απόδοση του μαχητή κατά την επιχείρηση στο θερμό περιβάλλον

Ένδυση και φορτίο

Περιορισμός της αποβολής θερμότητας μέσω μεταγωγής και εξατμικής

Παράγοντες που μπορεί να περιορίσουν την αποτελεσματικότητά του ή τη δυνατότητα εφαρμογής του στο επιχειρησιακό περιβάλλον:

Δυσκολία μεταφοράς της θερμότητας από το δέρμα στο περιβάλλον

Καταργείται η ευεργετική επίδραση της εφίδρωσης, ο ιδρώτας δεν εξατμίζεται αλλά παραμένει σε υγρή μορφή

Μεγαλύτερες απώλειες υγρών (αφυδάτωση)

Αύξηση του μεταβολικού φορτίου

20




Ο εγκλιματισμός έχει θετική επίδραση στην απόδοση του μαχητή κατά την επιχείρηση στο θερμό περιβάλλον

Ανάγκη για **σύντομο εγκλιματισμό** γιατί υπάρχουν άλλοι τομείς υψηλότερης προτεραιότητας

↓

Αλληλεπίδραση με το προπονητικό πρόγραμμα (πιθανά υπερβολικό προπονητικό φορτίο)

Απαίτηση για ειδικές εγκαταστάσεις (μεγάλοι χώροι με θερμό περιβάλλον, πισίνες, σάουνα)

Μετριασμένες επιδράσεις του εγκλιματισμού

Παράγοντες που μπορεί να περιορίσουν την αποτελεσματικότητά του ή τη δυνατότητα εφαρμογής του στο επιχειρησιακό περιβάλλον:

21




Ο εγκλιματισμός έχει θετική επίδραση στην απόδοση του μαχητή κατά την επιχείρηση στο θερμό περιβάλλον

Μεγάλες ομάδες ανθρώπων που πρέπει να εγκλιματιστούν

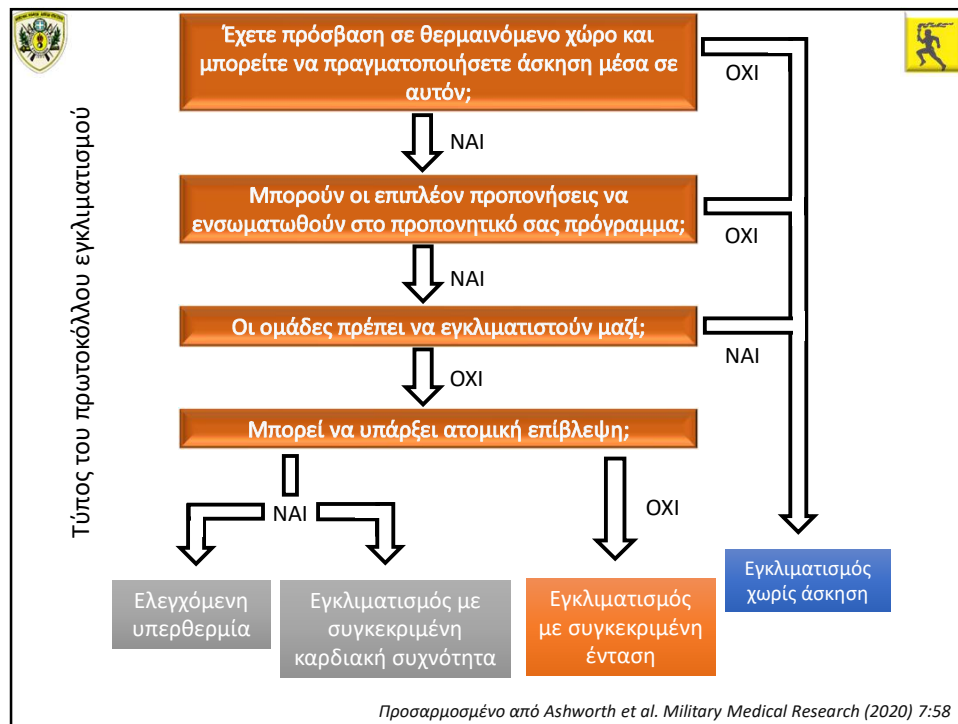
Διατήρηση σταθερού επιπέδου εγκλιματισμού (ενός βασικού επιπέδου ανοχής στο θερμό περιβάλλον)

↓

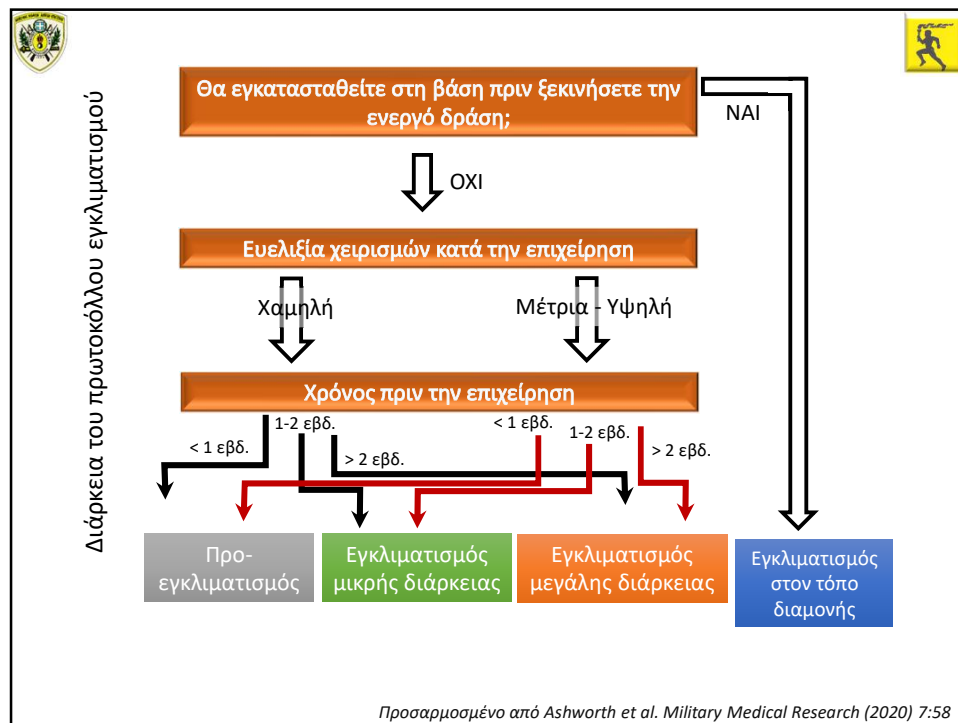
Η πραγματοποίηση μιας συνεδρίας κάθε 5 ημέρες μπορεί να διατηρήσει τις ευεργετικές επιδράσεις του εγκλιματισμού

Παράγοντες που μπορεί να περιορίσουν την αποτελεσματικότητά του ή τη δυνατότητα εφαρμογής του στο επιχειρησιακό περιβάλλον:

22



23



24

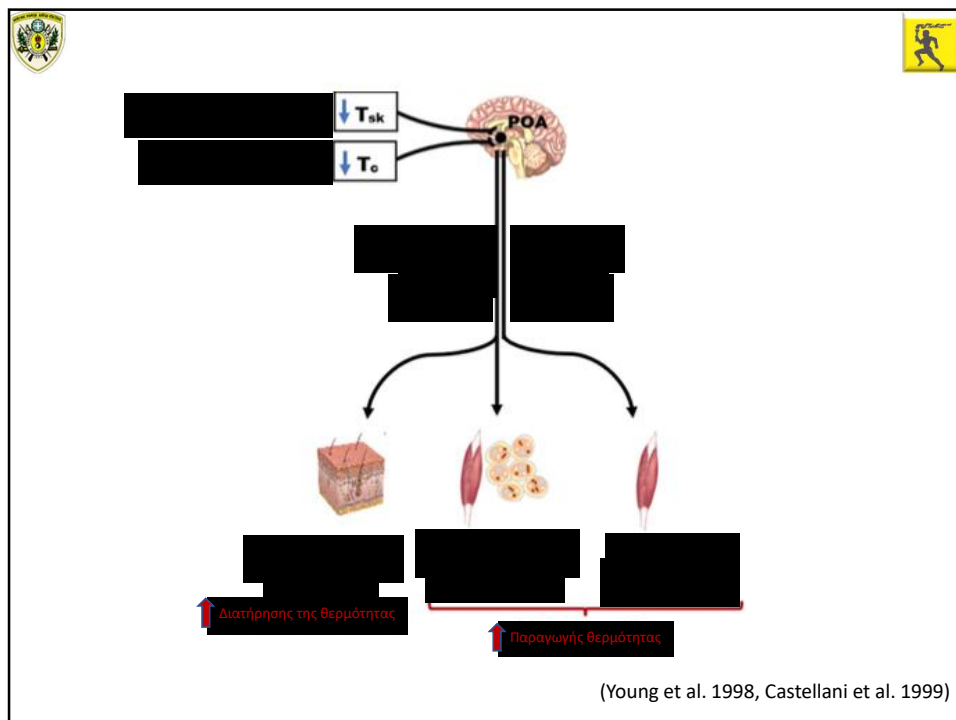
Κρύο περιβάλλον

Απόδοση

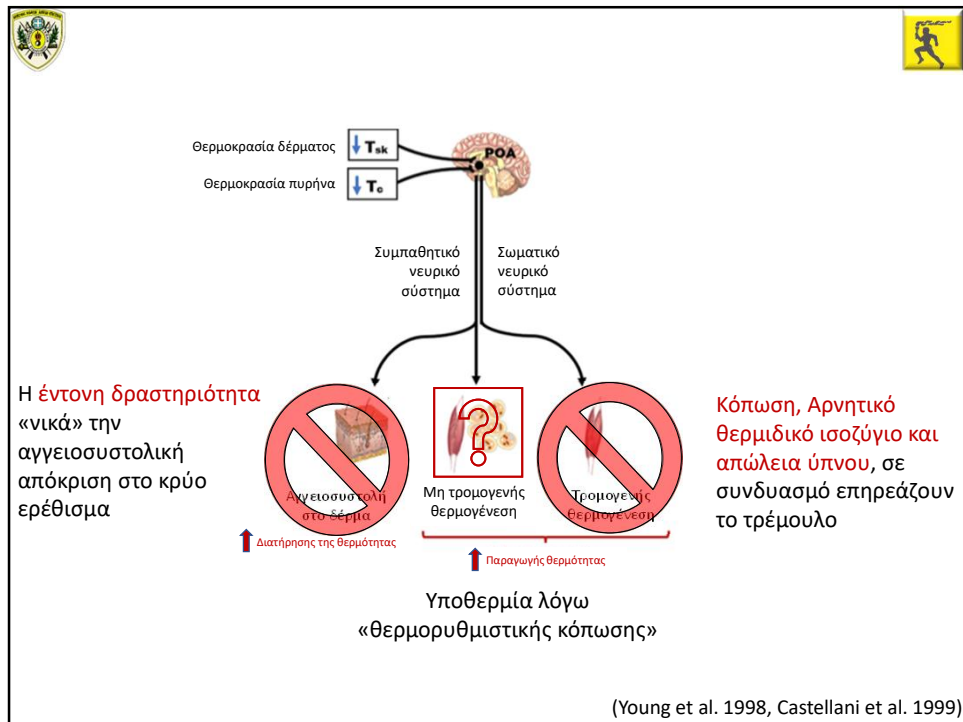
Τρόποι διατήρησής
της (εγκλιματισμός)



25



26



27

Φυσιολογική μεταβλητή που μπορεί πιθανά να επηρεαστεί στο κρύο περιβάλλον	
Καρδιοαναπνευστική αντοχή	Όχι ξεκάθαρα συμπεράσματα
Δύναμη	Μείωση και στα άνω και στα κάτω άκρα, ο λόγος ακόμα υπό διερεύνηση
Ισορροπία	Μείωση
Χειρισμοί με τα χέρια	Μείωση, ιδιαίτερα στους λεπτούς χειρισμούς
Νοητική απόδοση	Επηρεάζεται σημαντικά σε μείωση πυρήνα 2-4 °C. Σε πιο ήπιο ψύχος, χωρίς υποθερμία, όχι ξεκάθαρα συμπεράσματα.
Χρόνος αντίδρασης	Σημαντική μείωση μόνο σε σύνθετους χειρισμούς
Παρακολούθηση στόχου	Επηρεάζεται αρνητικά
Θερμική αίσθηση	Αρκετά υποκειμενική και μεταβλητή ανά άτομο

28




Το κρύο μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τόσο τη **σωματική** όσο και την **γνωστική / διανοητική απόδοση**, σε στρατιωτικές δραστηριότητες κρίσιμες για την ασφάλεια του μαχητή και την έκβαση της επιχείρησης

29

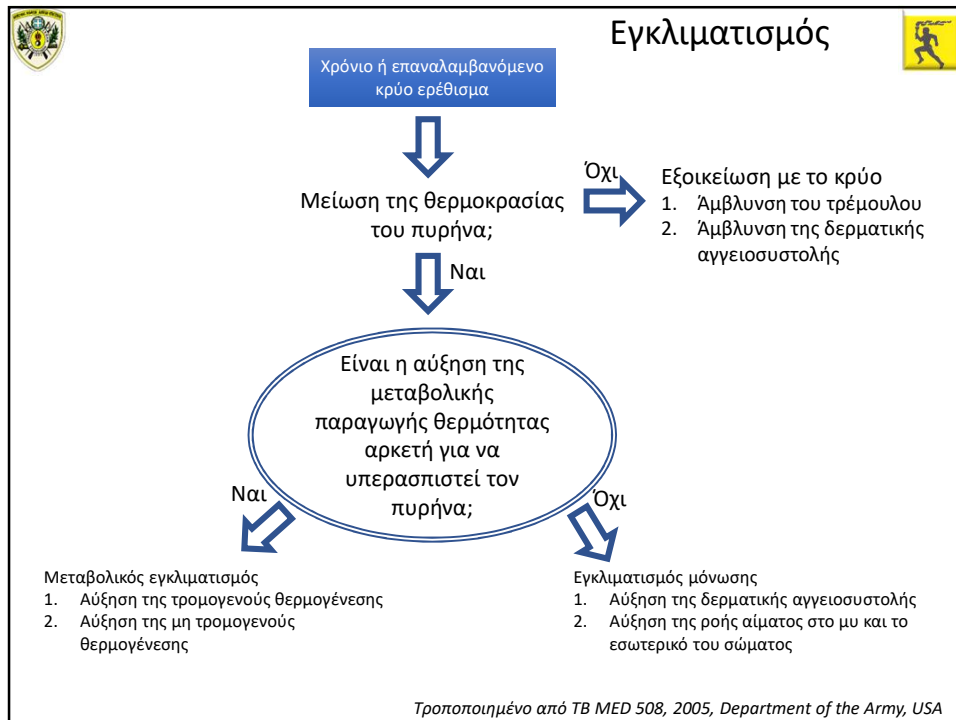



Στρατηγικές διατήρησης της απόδοσης των μαχητών στο κρύο περιβάλλον

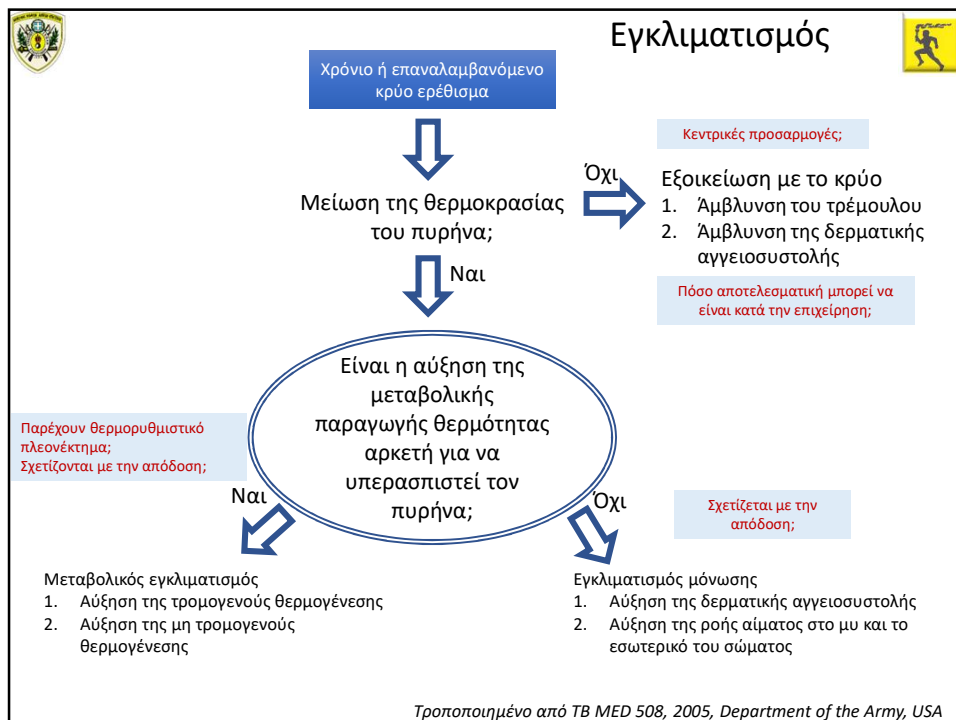
Φυσική κατάσταση	Διατήρηση παραγωγής θερμότητας, μειωμένος χρόνος έκθεσης στο κρύο σε δραστηριότητες συγκεκριμένου χρόνου. Βραδύτερη κένωση μυϊκού γλυκογόνου, προτίμηση στα λίπη σαν ενεργειακή πηγή.
Αυξημένη διατροφή και ενυδάτωση	Αύξηση διαθεσιμότητας ενέργειας (μέχρι και 6.000-7.000 θερμίδες), πρόληψη αφυδάτωσης
Ρουχισμός	Διατήρηση του θερμικού περιεχομένου του σώματος
Εγκλιματισμός (;)	Δομικές (αλλαγές στο σώμα με μακροχρόνια έκθεση), Προσαρμοστικές (ανοχή σε χαμηλότερες θερμοκρασίες του πυρήνα του σώματος) και Μεταβολικές (αύξηση του μεταβολισμού: 15-20% τρομογενής θερμογένεση, 45-182% μη τρομογενής θερμογένεση)

Sullivan-Kwantes W, et al, Human performance research for military operations in extreme cold environments, J Sci Med Sport, <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.11.010>

30



31



32



Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας

33

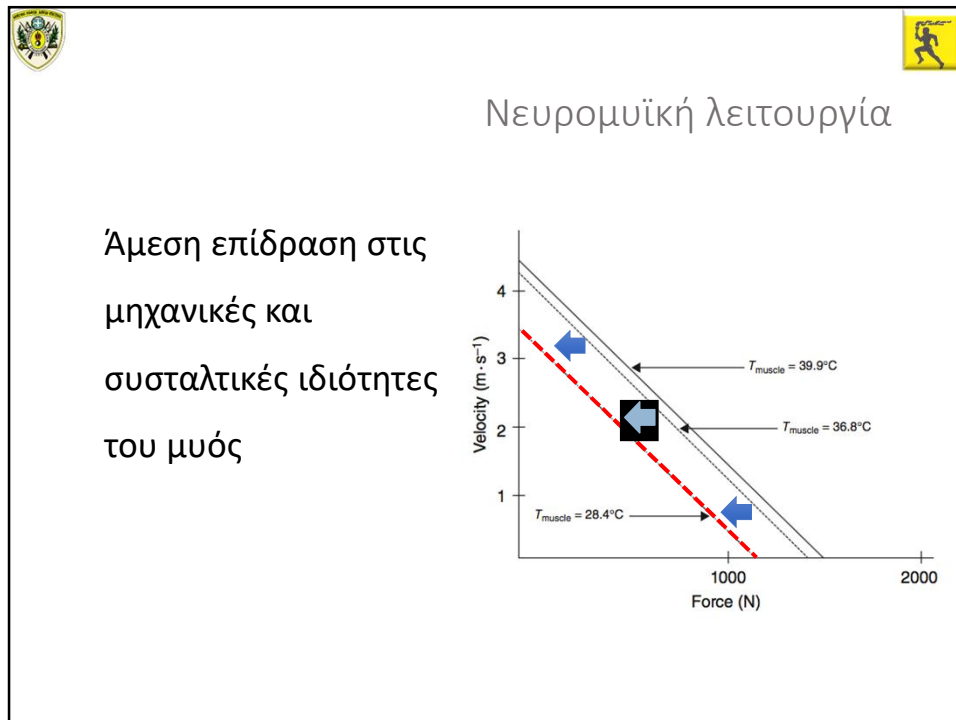
Αερόβια ικανότητα

Δεν φαίνεται να επηρεάζεται σε εύρος
θερμοκρασιών από 5 έως 20 °C

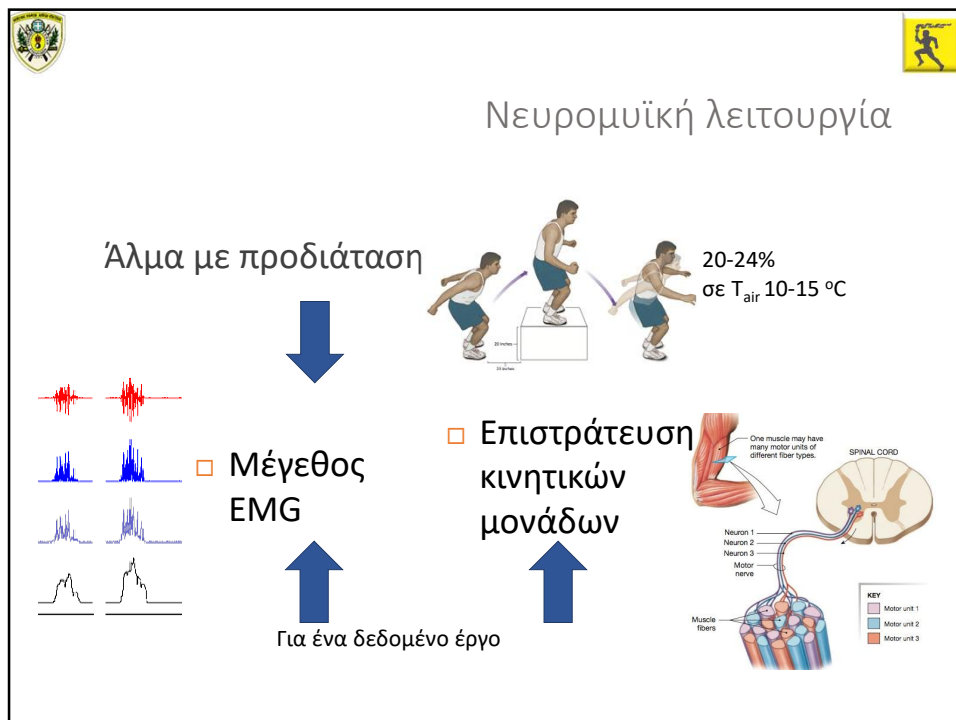
Στους -20 οC και στους 0 οC η μέγιστη πρόσληψη
οξυγόνου μειώθηκε κατά 5%

Συνδυασμός και άλλων εντασιογόνων παραγόντων

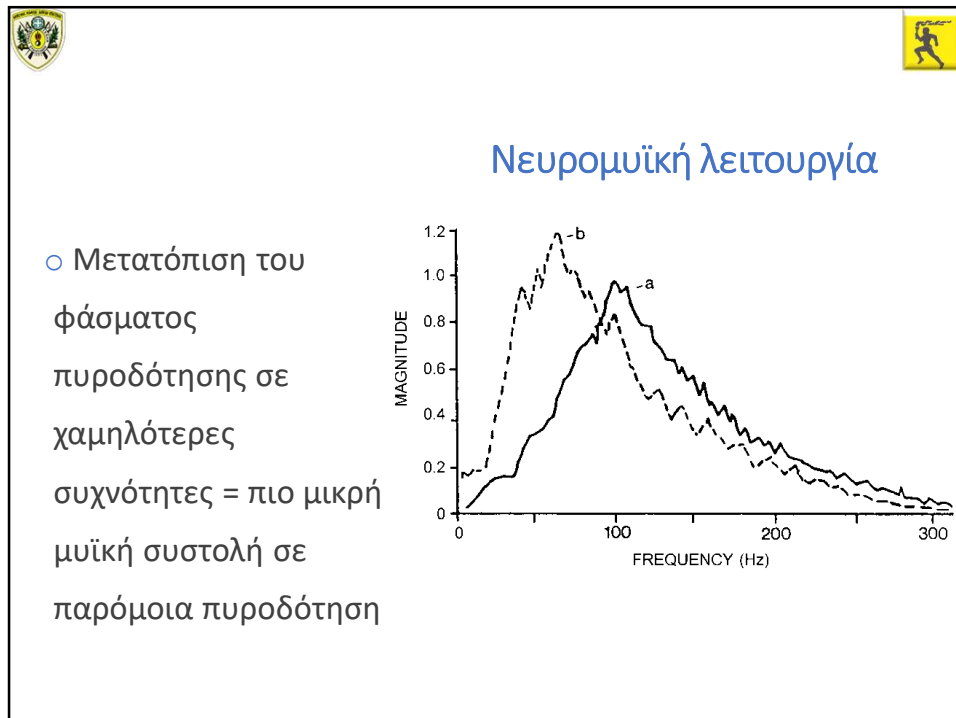
34



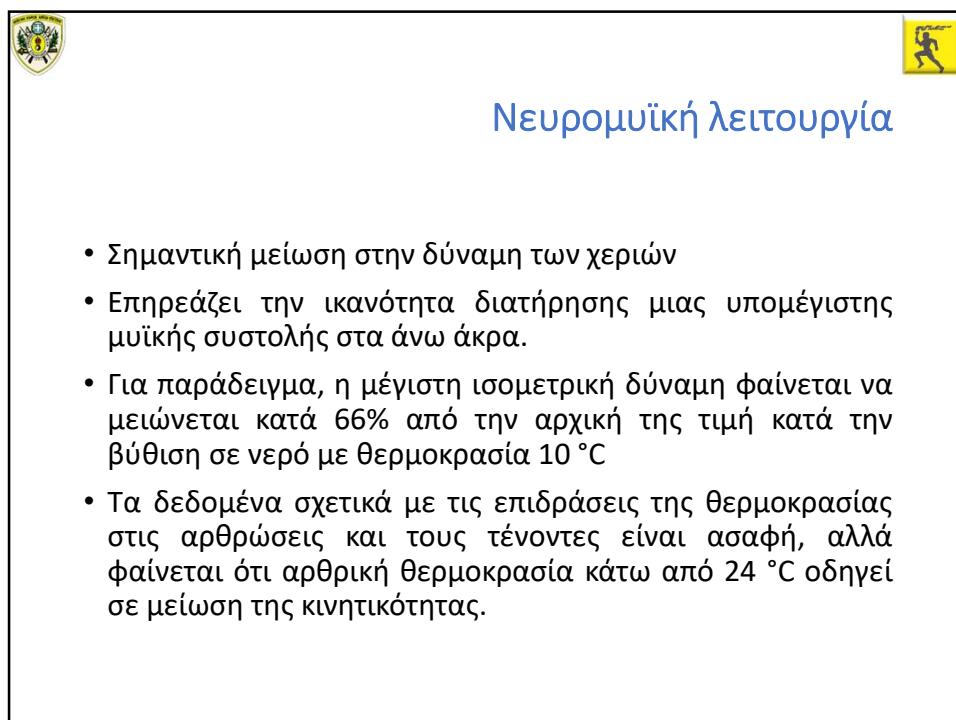
35



36



37



38



Νευρομυϊκή λειτουργία

- Μια 30λεπτη **προθερμαντική άσκηση** φαίνεται ότι βελτιώνει την ικανότητα χειρισμών με τα χέρια κατά 25% κατά την έκθεση σε περιβάλλον με θερμοκρασία 5 °C
- Η επαναλαμβανόμενη έκθεση στο κρύο ερέθισμα δεν βελτιώνει αυτούς τους χειρισμούς

39



- Το ερώτημα αν η μείωση της παραγωγής δύναμης είναι το αποτέλεσμα **της γενικότερης ψύξης** (μείωση της θερμοκρασίας του πυρήνα και διαταραχή στην νευρική εντολή) ή της **τοπικής ψύξης** (μείωση χρήσης ATP, απελευθέρωσης ασβεστίου, επιβράδυνση κύκλου εγκεφαλικών γεφυρών, μειωμένη διεγερτικότητα της μεμβράνης) δεν έχει ακόμα πλήρως διευκρινισθεί, αν και η δεύτερη εκδοχή είναι πιθανότερη

(Castellani and Tipton 2016)

40



Χειρισμοί με τα χέρια – Σοβαρό πρόβλημα!

- Η μείωση της ικανότητας για λεπτούς χειρισμούς με τα χέρια που προκαλείται από το κρύο οφείλεται τόσο στην ψύξη των αρθρώσεων και των μυών αλλά και στην πτώση του πυρήνα του σώματος ο οποίος επηρεάζει την αισθητικο-κινητική λειτουργία μέσω του ΚΝΣ.
- Η επιδεξιότητα λεπτών κινήσεων με τα δάκτυλα αρχίζει να μειώνεται έντονα κάτω από θερμοκρασία δέρματος χεριών 15 °C
- Νευρικός αποκλεισμός παρουσιάζεται σε θερμοκρασία δέρματος περίπου 6 °C.

41



Fig. 12-3. This experimental subject, exposed to 0°C air for 120 minutes, is shown completing a standardized dexterity measure, the Grooved Pegboard Test. Following 120 minutes of exposure, the average time to complete this task with the dominant hand increases from 55 to 78 seconds. Experiments conducted at the Hypothermia and Water Safety Laboratory, School of Medicine, University of Minnesota, Duluth, Minn. Photograph: Mr Dan Schlies, Educational Resources Department, School of Medicine, University of Minnesota, Duluth, Minn.

42



Χρόνος αντίδρασης

- Οι έρευνες μέχρι τώρα υποδηλώνουν ελάχιστη μείωση στον απλό χρόνο αντίδρασης (εκτός από τις μελέτες σε πιο ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες)
- Σημαντική επίδραση σε πιο σύνθετες απαιτήσεις που αφορούν γρήγορο χρόνο αντίδρασης
- Η όποια μείωση φαίνεται να σχετίζεται με την θερμοκρασία του δέρματος και της αίσθησης του κρύου και λιγότερο με τη θερμοκρασία του πυρήνα

43



Νοητικές λειτουργίες

- Η σημαντική ψύξη ολόκληρου του σώματος που προκαλεί μείωση της θερμοκρασίας του πυρήνα του σώματος από 2 έως 4 ° C, επηρεάζει αρνητικά τη μνήμη και τη συγκέντρωση

44



Νοητικές λειτουργίες

- Η υποθερμία του σώματος ($<35^{\circ}\text{C}$) σχετίζεται με συμπτώματα σύγχυσης, αμνησίας και μειωμένης εγρήγορσης και συνείδησης.
- Ωστόσο, τα αποτελέσματα μελετών που χρησιμοποιούν μέτρια, μη υποθερμική έκθεση σε κρύο δεν είναι όλα προς την ίδια κατεύθυνση: έχει παρατηρηθεί μειωμένη, αμετάβλητη ή βελτιωμένη νοητική απόδοση.

45



Νοητικές λειτουργίες

- Η νοητική απόδοση φαίνεται να επηρεάζεται περισσότερο από την ταχεία ψύξη παρά από την αργή ψύξη. Παρόλα αυτά, δεν παρατηρήθηκε καμία σοβαρή μείωση της νοητικής απόδοσης κατά τη διάρκεια μιας επιχείρησης 9 ημερών σε κρύο περιβάλλον, όταν διατηρήθηκε η θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος και τα επίπεδα ενυδάτωσης στο φυσιολογικό
- Φαίνεται ότι το κρύο περιβάλλον δεν θέτει σε κίνδυνο την νοητική απόδοση εφόσον διατηρείται επαρκής προστασία ώστε να μην επηρεάζεται η θερμοκρασία και η αιματική ροή στον εγκέφαλο.

46



Παρακολούθηση στόχου και στόχευση

- Το κρύο επηρεάζει την ικανότητα εποπτείας χώρου
- Μειώνει την ικανότητα παρακολούθησης στόχου
- Επηρεάζει την αποτελεσματική σκόπευση

47



Θερμική αίσθηση

- Η συμπεριφορική αντίδραση ενός ατόμου στο κρύο είναι συχνά συνάρτηση της **υποκειμενικής αξιολόγησης** της θερμικής δυσφορίας και όχι του πραγματικού χρόνου έκθεσης, της φυσιολογικής κατάστασής του, του προηγούμενου εγκλιματισμού του στο κρύο ή της θερμοκρασίας του πυρήνα του σώματός του.

48




Άσκηση στο θερμό περιβάλλον **επηρεάζει:**

- την εκτέλεση παρατεταμένης αερόβιας προσπάθειας
[Ανύψωση θερμοκρασίας πυρήνα και δέρματος, μείωση του όγκου αίματος (Armstrong et al. 1985, Galloway and Maughan 1997)]
- τη δυνατότητα εκτέλεσης επαναλαμβανόμενων ταχυτήτων
[Ανύψωση θερμοκρασίας πυρήνα και εργαζόμενων μυών (Drust et al. 2005)]
- την ισομετρική αντοχή (Morrison, et al. 2004)
- την κρίση και την ικανότητα λήψης αποφάσεων (Cheung et al. 2016)
[Πυρήνας(;) κατεύθυνση των αλλαγών στη θερμοκρασία του πυρήνα, αντίληψη για τη θερμοκρασία δέρματος και συνολική θερμοκρασία σώματος, αφυδάτωση, έλλειψη ύπνου, φτωχή διατροφή, φυσιολογική κόπωση, γνωστική κόπωση, κ.λπ.]

49




Σε στρατιωτικές δραστηριότητες

Οδηγεί σε έλλειψη προσοχής

- > 30 °C
- χρόνος παρακολούθησης στόχου άνω της μιας ώρας
(Taylor and Orlansky 1993)

Επηρεάζει τις σύνθετες γνωστικές λειτουργίες (Αποκωδικοποίηση μηνυμάτων, απεικόνιση σε χάρτες)

- > 33 °C,
- μετά από 3 ώρες
(Taylor et al. 2016)

50



Σε στρατιωτικές δραστηριότητες

Λεπτοί χειρισμοί με τα χέρια (αποσυναρμολόγηση του όπλου)

- δύσκολοι λόγω των καυτών μετάλλων
- σε περίπτωση που ο μαχητής φορά γάντια,
- λόγω του μικροπεριβάλλοντος μεταξύ χεριών και γαντιών

(Stoll et al. 1982)

Στόχευση (άνω των 33 °C)

- Λόγω αδυναμίας συγκέντρωσης

(Johnson and Kobrick 2001)

51



Σε στρατιωτικές δραστηριότητες

Εφίδρωση = προβλήματα όρασης

- από τους υδρατμούς που συσσωρεύονται στην προστατευτική μάσκα
- από τον ιδρώτα που κυλάει στα μάτια ή τα αυτιά, μέσα από τα ακουστικά

(Neary et al. 1993)

52



Τα αερόβια προπονημένα άτομα...

- **Διατηρούν** για περισσότερο χρόνο το ίδιο παραγόμενο έργο = αντιστέκονται περισσότερο στην ψύξη του πυρήνα.
- Έχουν **βραδύτερη κένωση** μυϊκού γλυκογόνου και **προτιμούν τα λίπη** σαν ενεργειακή πηγή.
 - μεγαλύτερη παραγωγή θερμότητας,
 - μεγαλύτερη δυνατότητα για τρομογενή θερμογένεση σε περίπτωση που χρειαστεί επιπρόσθετα της δραστηριότητας για την πρόληψη της υποθερμίας.

53



Διατροφή και ενυδάτωση

- Η θερμιδική απαίτηση κατά την επιχείρηση στο κρύο είναι **4.500 kcal / ημέρα** και εξαρτάται κυρίως από την αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση που προέρχεται από τη φυσική δραστηριότητα
- Η απαίτηση αυτή μπορεί να φτάσει και τις **6.500 θερμίδες** όταν η επιχείρηση περιλαμβάνει έντονη δραστηριότητα με μεγάλες ενεργειακές ανάγκες
- Παροχή ζεστών υγρών γευμάτων

54



Ενυδάτωση

Τα προβλήματα ελαχιστοποιούνται όταν το νερό καταναλώνεται εξακριβωμένα και με χρονοδιάγραμμα