



1

ΑΓΩΝΙΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΔΡΟΜΕΙΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΗ ΖΕΣΤΗ ;

- ↖ Πρόσφατα αναλύσαμε όλους τους αγώνες αντοχής που περιλαμβάνονται στη λίστα των Ολυμπιακών αγωνισμάτων
 - μαραθώνιος
 - 50 km βάδην
 - 20 km βάδην
 - 10 km
 - 5 km
 - 3 km στίπλ
- ↖ Συμπεριλάβαμε όλες τις μεγάλες διοργανώσεις
 - Commonwealth Games
 - Diamond Leagues
 - World Athletics Continental Cup
 - World Athletics Gold Label Races
 - Olympic Games
 - World Athletics Race Walking Team Championships
 - World Championships

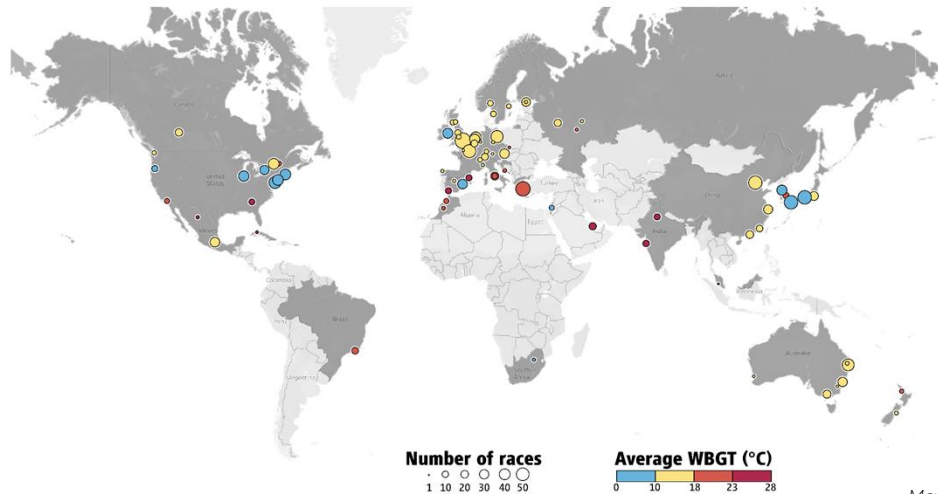
2/43

Mantzios et al., 2021; MSSE

2

ΑΓΩΝΙΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΔΡΟΜΕΙΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΗ ΖΕΣΤΗ ;

- ↪ Εντοπίσαμε δεδομένα απόδοσης και περιβάλλοντος για **1258 αγώνες** που διοργανώθηκαν την περίοδο **1936 – 2019** σε **84** τοποθεσίες



3/43

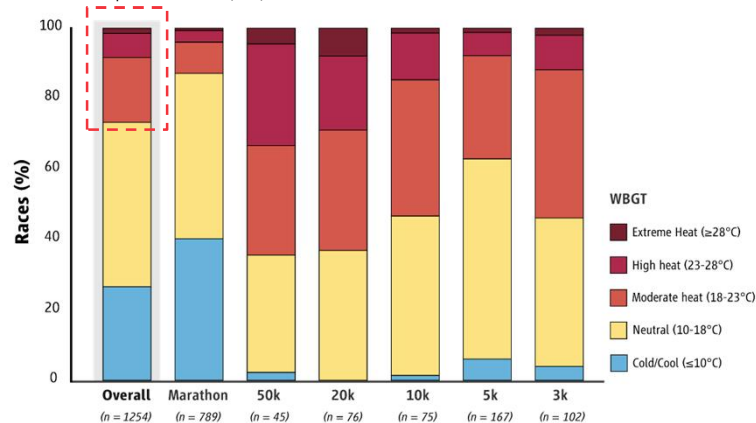
Mantzios et al., 2021; MSSE

3

ΑΓΩΝΙΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΔΡΟΜΕΙΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΗ ΖΕΣΤΗ ;

- ↪ Ο δείκτης WBGT κατά τους αγώνες κυμάνθηκε από -7 έως 33°C
- το **27%** των αγώνων πραγματοποιήθηκε σε κρύο / δροσερό περιβάλλον
 - το **47%** των αγώνων πραγματοποιήθηκε σε ουδέτερο περιβάλλον
 - το **18%** των αγώνων πραγματοποιήθηκε σε μέτρια θερμό περιβάλλον
 - το **7%** των αγώνων πραγματοποιήθηκε σε πολύ θερμό περιβάλλον
 - το **1%** των αγώνων πραγματοποιήθηκε σε εξαιρετικά θερμό περιβάλλον

26% των αγώνων σε
θερμό περιβάλλον

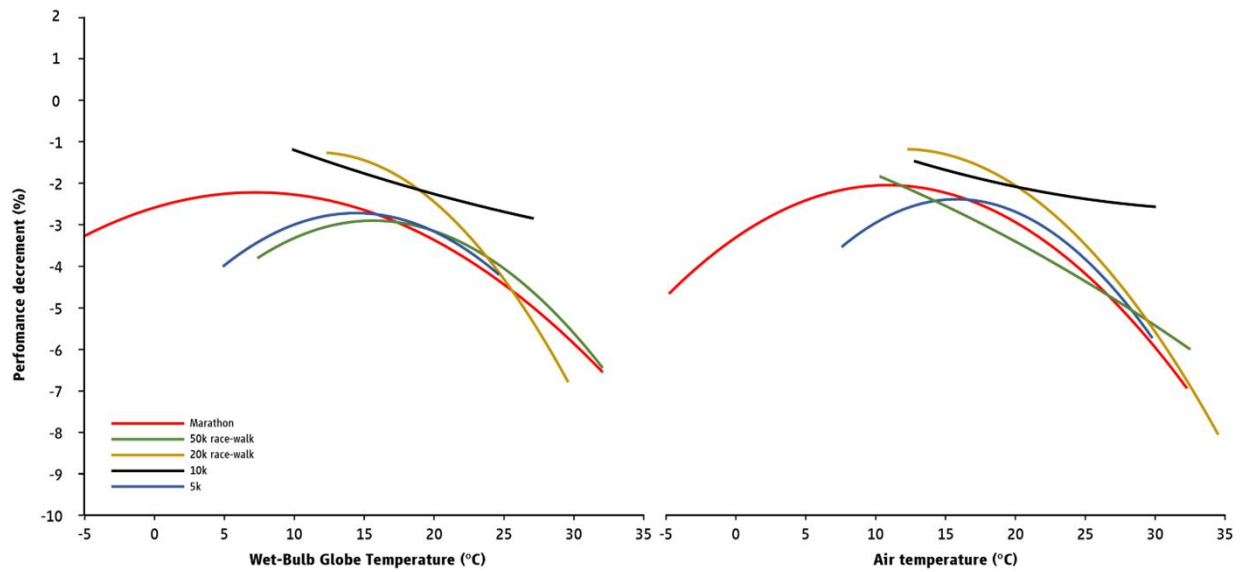


4/43

Mantzios et al., 2021; MSSE

4

ΑΓΩΝΙΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΔΡΟΜΕΙΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΗ ΖΕΣΤΗ ;

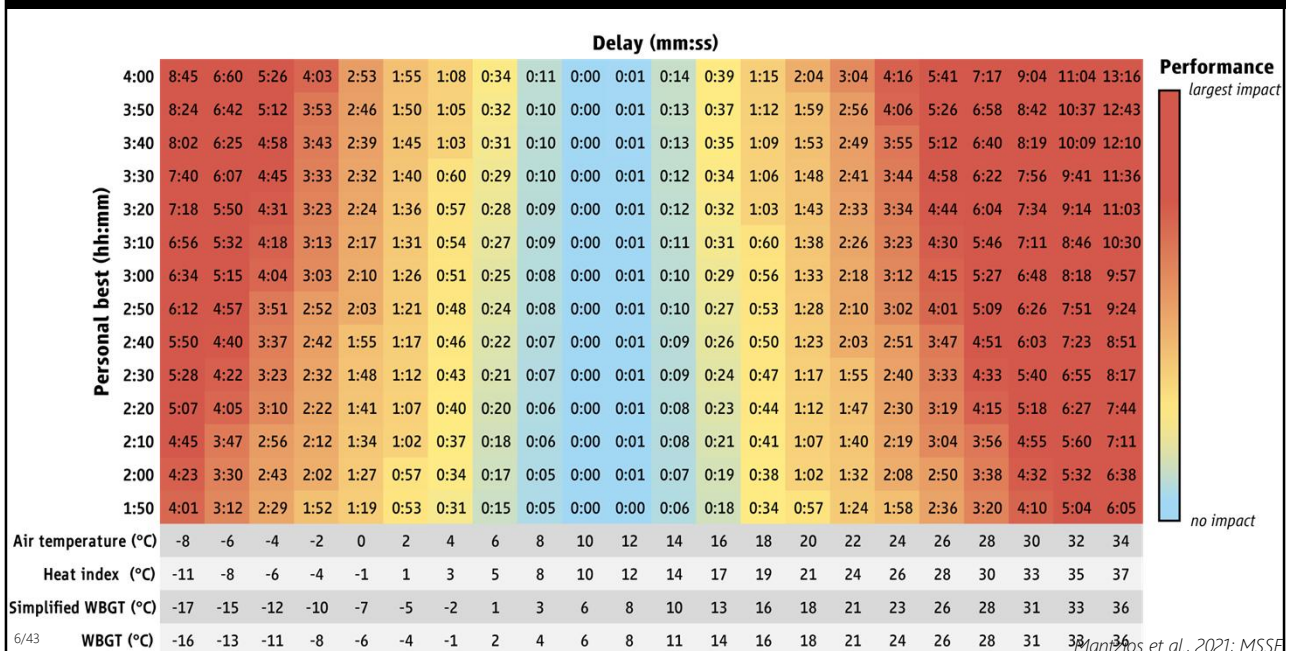


5/43

Mantzios et al., 2021; MSSE

5

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΖΕΣΤΗΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΤΟ ΜΑΡΑΘΩΝΙΟ



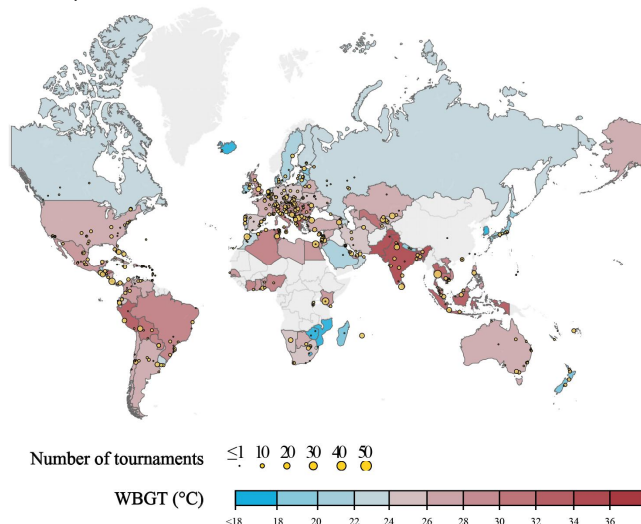
6/43

Mantzios et al., 2021; MSSE

6

ΑΓΩΝΙΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΑΘΛΗΤΕΣ ΤΕΝΙΣ ΣΤΗ ΖΕΣΤΗ ;

- ↪ Εντοπίσαμε δεδομένα περιβάλλοντος για 3056 τουρνουά τζούνιορ τένις (<18 ετών) που διοργανώθηκαν την περίοδο 2010 – 2019 σε 147 χώρες



7/43

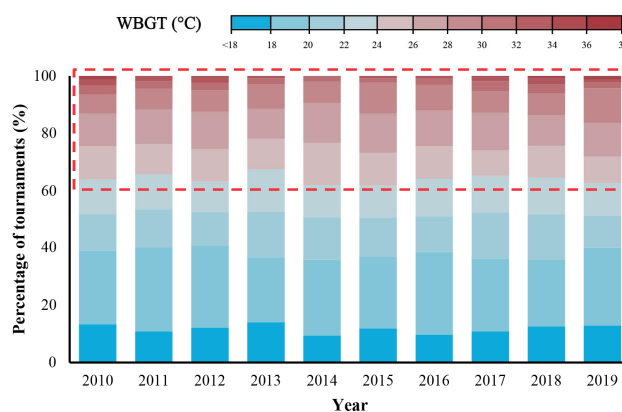
Misailidi et al., 2021

7

ΑΓΩΝΙΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΑΘΛΗΤΕΣ ΤΕΝΙΣ ΣΤΗ ΖΕΣΤΗ ;

- ↪ Ο δείκτης WBGT κατά τους αγώνες κυμάνθηκε από -6 έως 41°C
- το 4% των αγώνων πραγματοποιήθηκε σε κρύο / δροσερό περιβάλλον
 - το 23% των αγώνων πραγματοποιήθηκε σε ουδέτερο περιβάλλον
 - το 30% των αγώνων πραγματοποιήθηκε σε μέτρια θερμό περιβάλλον
 - το 29% των αγώνων πραγματοποιήθηκε σε πολύ θερμό περιβάλλον
 - το 14% των αγώνων πραγματοποιήθηκε σε εξαιρετικά θερμό περιβάλλον

73% των αγώνων σε
θερμό περιβάλλον



8/43

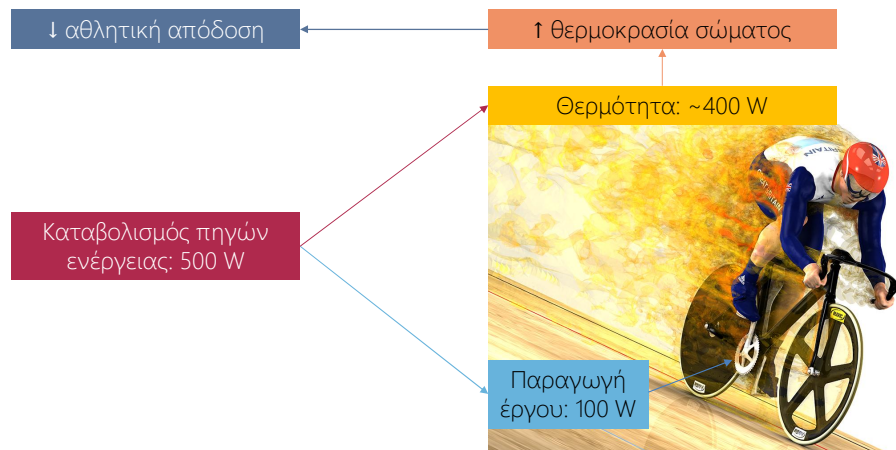
Misailidi et al., 2021

8

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΣΩΜΑ

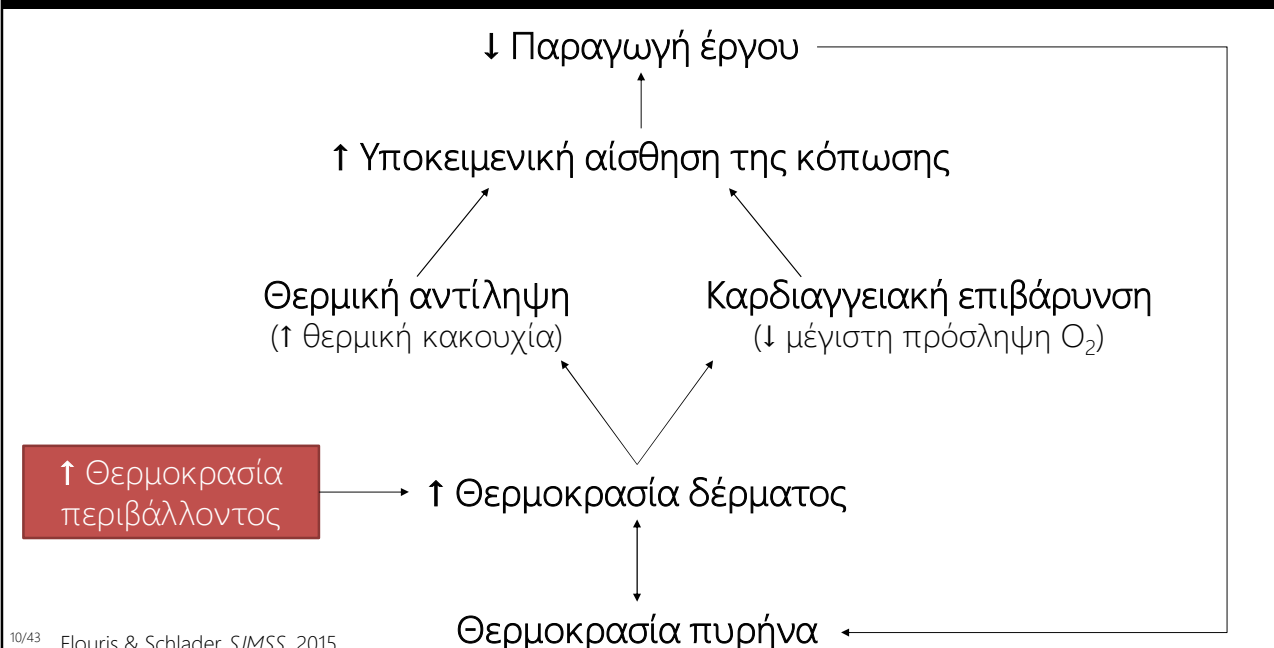
↖ Η πιο αποτελεσματική σωματική εργασία θεωρείται η **ποδηλασία σε εργομετρικό ποδήλατο**

↖ Σε αυτή την περίπτωση, **~20%** της διαθέσιμης ενέργειας των θρεπτικών συστατικών χρησιμοποιείται για να μετακινήσει τα πετάλια



9

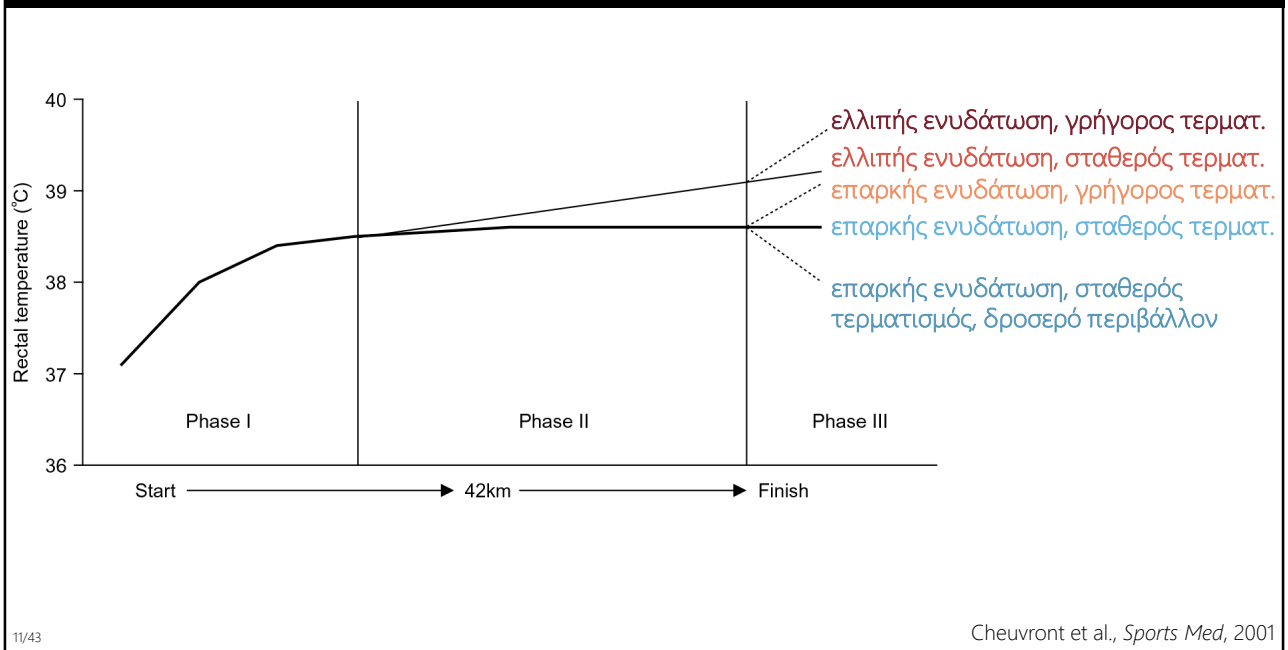
ΜΟΝΤΕΛΟ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΙΣΤΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΥΥΘΜΙΣΗΣ



10/43 Flouris & Schlader, SJMSS, 2015

10

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΥΡΗΝΑ ΣΩΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΜΑΡΑΘΩΝΙΟ



11

ΜΑΡΑΘΩΝΙΟΣ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΙΣ 2 ΩΡΕΣ



Eliud Kipchoge (KEN)

Βερολίνο

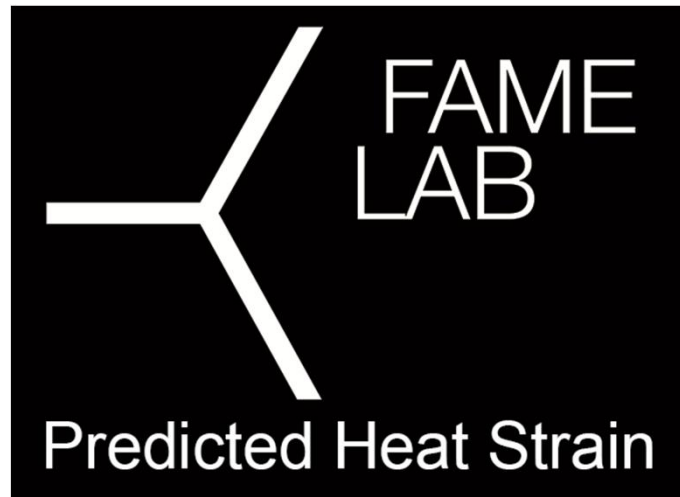
25 Σεπτεμβρίου 2022

12

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ

↳ Πρόβλεψη θερμικής καταπόνησης:

www.famelab.gr/wp-content/uploads/2019/03/FAME-Lab-PHS.zip

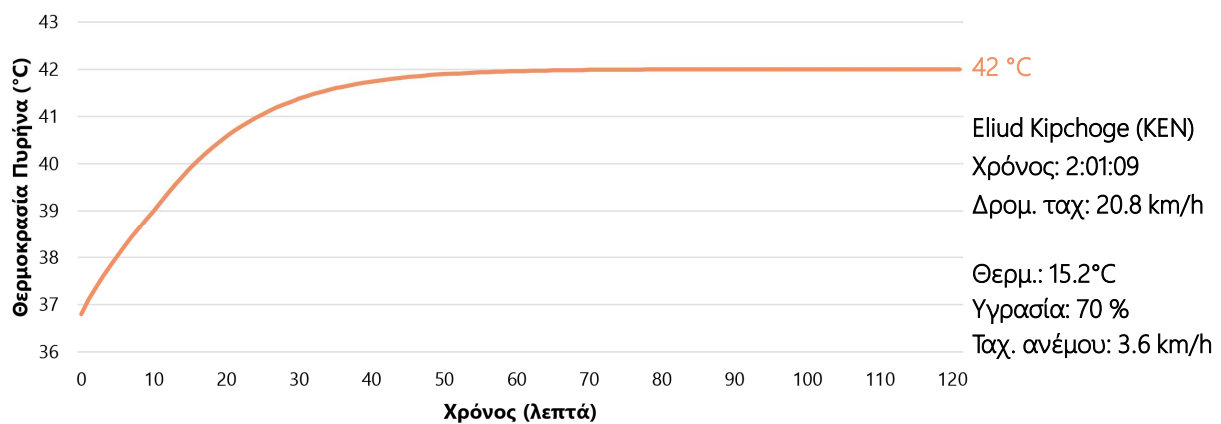


13/43

Ioannou et al., 2019; Ind Med

13

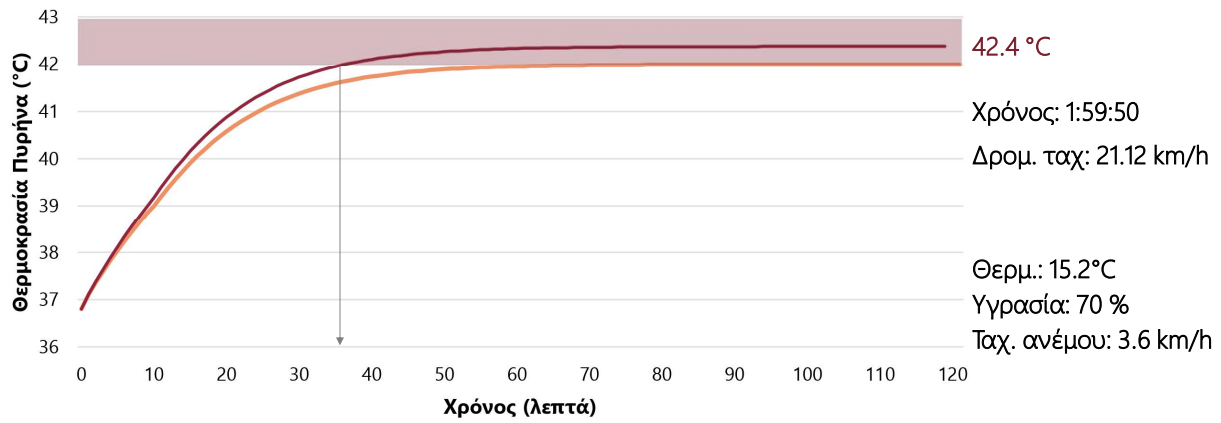
ΜΑΡΑΘΩΝΙΟΣ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΙΣ 2 ΩΡΕΣ



14/43

14

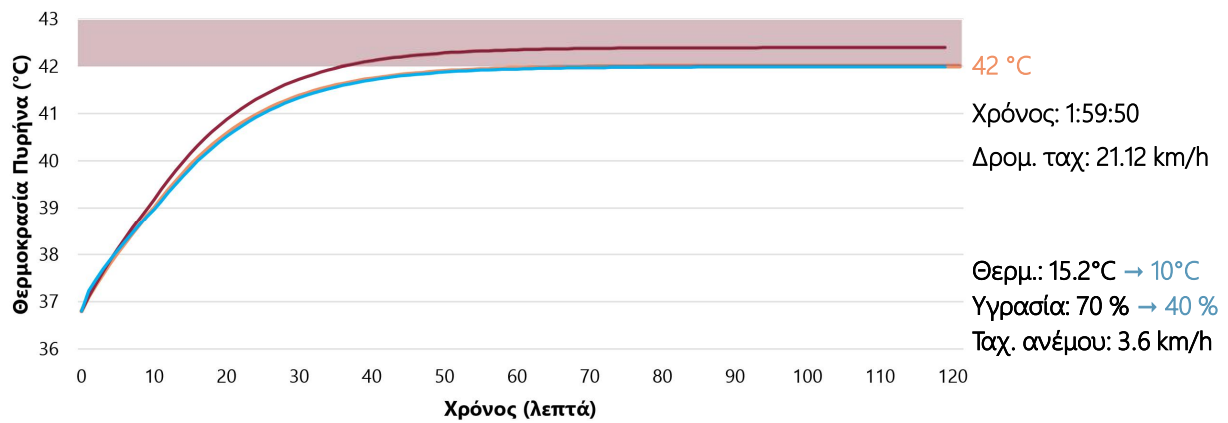
ΜΑΡΑΘΩΝΙΟΣ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΙΣ 2 ΩΡΕΣ



15/43

15

ΜΑΡΑΘΩΝΙΟΣ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΙΣ 2 ΩΡΕΣ



16/43

16

ΜΑΡΑΘΩΝΙΟΣ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΙΣ 2 ΩΡΕΣ

- ↖ Χρήση του FAME Lab Predicted Heat Strain για να προβλέψει το χρόνο τερματισμού του μαραθωνίου στους Ολυμπιακούς του Τόκιο (2021)
- ↖ Χρόνος τερματισμού: 2:08:38
- ↖ Πρόβλεψη (1 εβδ. πριν): 2:09:11
- ↖ 33 δευτερόλεπτα απόκλιση



17/43

17

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΑΘΛΗΤΩΝ

- ↖ Αξιολόγηση του αθλητή
- ↖ Χαρακτηριστικά αγώνα
- ↖ Περιβαλλοντικά δεδομένα
 - www.emy.gr / www.wunderground.com
- ↖ Υπολογισμός θερμικής καταπόνησης
 - απλοποιημένος δείκτης WBGT
 - ↖ www.famelab.gr/el/meteo
 - πρόβλεψη θερμικής καταπόνησης
 - ↖ www.famelab.gr/wp-content/uploads/2019/03/FAME-Lab-PHS.zip
- ↖ Δημιουργία προγράμματος προετοιμασίας αθλητή
- ↖ Στρατηγική αγώνα
- ↖ Εγκλιματισμός

18/43

18

WET BULB GLOBE TEMPERATURE (WBGT)

↪ Η θερμοκρασία υγρού βολβού και μαύρου σφαιριδίου (ΘΥΒΜΑΣ, διεθνώς γνωστή ως «Wet-Bulb Globe Temperature» ή «WBGT») είναι ένας βιοκλιματικός δείκτης που λαμβάνει υπόψη του:

- τη θερμοκρασία
- την υγρασία
- την ταχύτητα ανέμου
- την ηλιακή ακτινοβολία



19/43



19

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ

↪ Απλοποιημένος δείκτης WBGT: www.famelab.gr/el/meteo

Απλοποιημένος δείκτης Θερμοκρασίας Υγρού Βολβού και Μαύρου Σφαιριδίου

Η θερμοκρασία υγρού βολβού και μαύρου σφαιριδίου (ΘΥΒΜΑΣ, διεθνώς γνωστή ως «Wet-Bulb Globe Temperature» ή «WBGT») είναι ένας βιοκλιματικός δείκτης που προτείνεται ως δείκτης κινδύνου για θερμική καταπόνηση. Επινόηθηκε από τον Έλληνα μηχανικό-ερευνητή Κωνσταντίνο Πρόδρομο Παύγκλου και τον Αμερικανό φυσιολόγο David Minard για λογαριασμό του Αμερικανικού Στρατού (Yaglou & Minard, 1957). Ο δείκτης ΘΥΒΜΑΣ εκτιμά τη θερμική καταπόνηση που δέχεται ένας άνθρωπος, η οποία είναι συνάρτηση των παραμέτρων του περιβάλλοντος και της θερμότητας που παράγεται εντός του σώματος από τη μεταβολική δραστηριότητα. Όπως καθορίζεται από το διεθνές πρότυπο ISO 7243:2017, σημείο 5 (ISO, 2017), ο δείκτης ΘΥΒΜΑΣ (μονάδα μέτρησης: °C) υπολογίζεται για εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους αξιολογώντας τρεις παραμέτρους:

1. Τη φυσική θερμοκρασία υγρού βολβού (στην αγγλική γνωστή ως «natural wet-bulb temperature»), η οποία αξιολογείται με ένα υγρό θερμόμετρο εκτεθειμένο στην θερμική ακτινοβολία και τον άνεμο.
2. Τη θερμοκρασία μαύρου σφαιριδίου (στην αγγλική γνωστή ως «globe temperature»), η οποία αξιολογείται μέσα σε μια μαύρη σφαίρα.
3. Τη θερμοκρασία αέρα, η οποία αξιολογείται με ένα τυπικό θερμόμετρο υπό σκιά.

Σε περιπτώσεις όπου υπάρχουν μόνο μετρήσεις θερμοκρασίας αέρα και σχετικής υγρασίας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η απλοποιημένη εξίσωση του δείκτη ΘΥΒΜΑΣ, η οποία υπολογίζεται αυτόματα εδώ:

Πηγές:

- Yaglou CP, Minard D. Control of heat casualties at military training centers. AMA Arch Ind Health. 1957; 16(4):302-316.
- ISO 7243:2017. Ergonomics of the thermal environment – Assessment of heat stress using the WBGT (wet bulb globe temperature) index. International Organization for Standardization: Geneva.

Υπολογισμός δείκτη ΘΥΒΜΑΣ

συμπληρώστε παρακάτω την θερμοκρασία και την υγρασία

Θερμοκρασία (°C)*

Υγρασία (%)*

Απλοποιημένος δείκτης ΘΥΒΜΑΣ

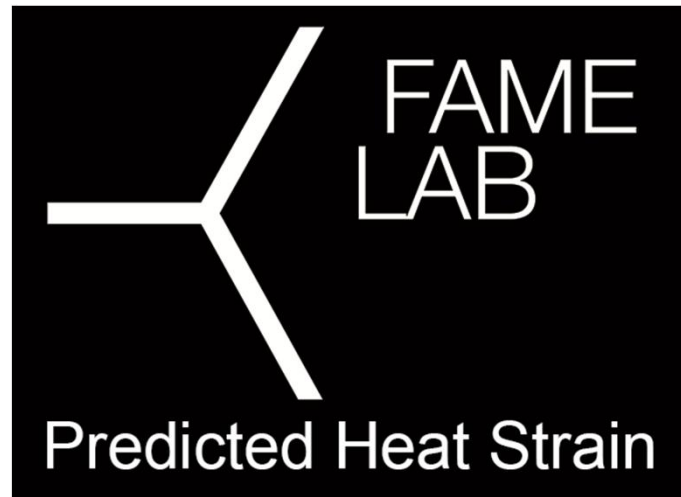
20/...

20

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ

↳ Πρόβλεψη θερμικής καταπόνησης:

www.famelab.gr/wp-content/uploads/2019/03/FAME-Lab-PHS.zip



21/43

Ioannou et al., 2019; Ind Med

21

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ

FAME Laboratory: Predicted Heat Strain (PHS) Calculator

1 Copyright Contact

2 Initial data & Settings 3 Run simulation 4 Clear 5 Save simulation 6 Simulations

7 Number of time periods (max = 10) 1 time periods Current simulation: ISO standard default

Time period 1 of 1

8 Air temperature 40 °C

9 Globe temp. °C 10 Radiant temper. 40 °C

11 Rel. humidity % 12 Partial vap. pres. 2.5 kPa

13 Air velocity 0.3 m/s

14 Metabolic rate Categories Insert Value 150 W/m²

15 Mechanical efficiency Categories Insert Value 0 W/m²

16 Clothing insulation Categories Insert Value 0.5 clo

17 Exposure time 480 minutes

18 Reflection coefficients Categories Insert Value 0.97 [-]

19 Covered BSA Categories Insert Value 54 %

20 Stature 180 cm

21 Body mass 75 kg

Walking Speed and Direction

22 Walking Speed 0 m/s

23 THETA angle 0 degrees

Posture

24 ☐ Sitting ☒ Standing ☐ Crouching

Acclimatized subjects

25 ☐ No ☒ Yes

Water consumption

26 ☐ No ☒ Yes

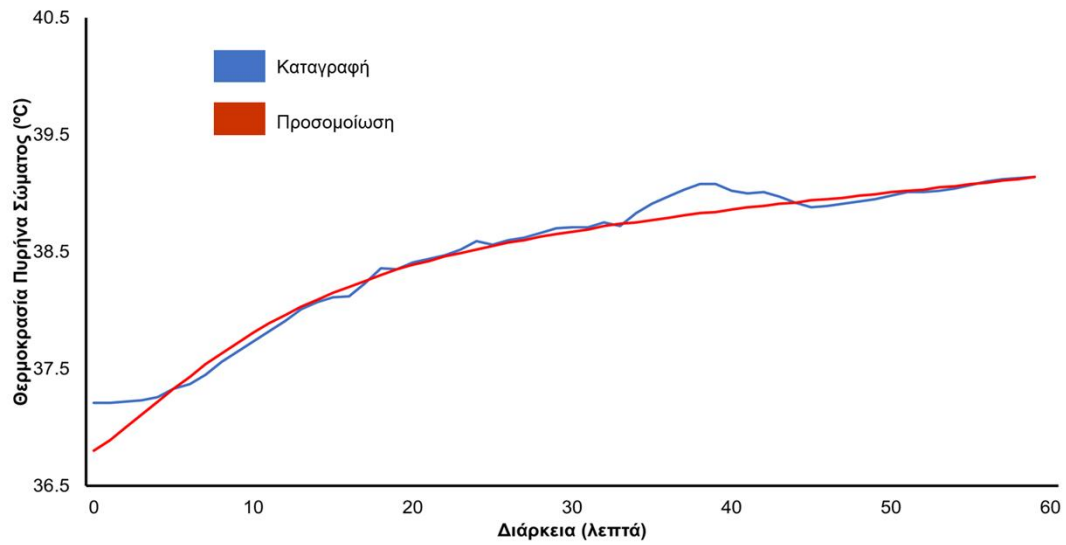
27 Transfer the values to the next time period 28 Previous period 29 Next period

22/43

Ioannou et al., 2019; Ind Med

22

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ



23/43

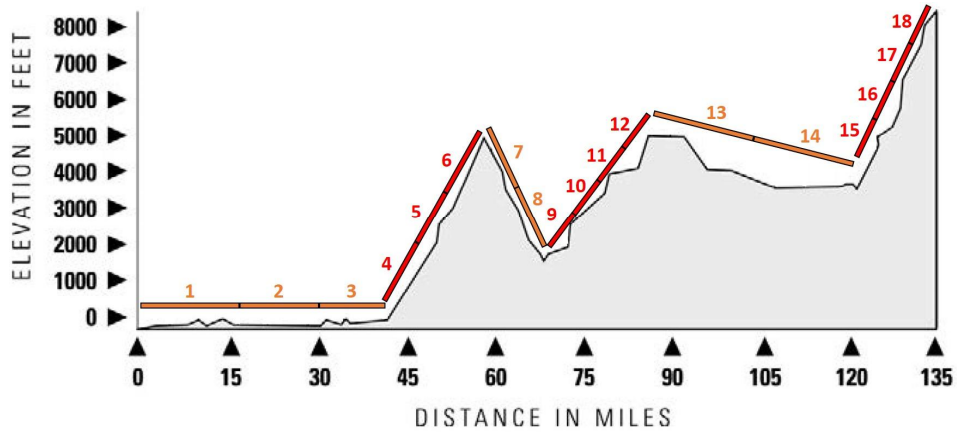
23

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ



24

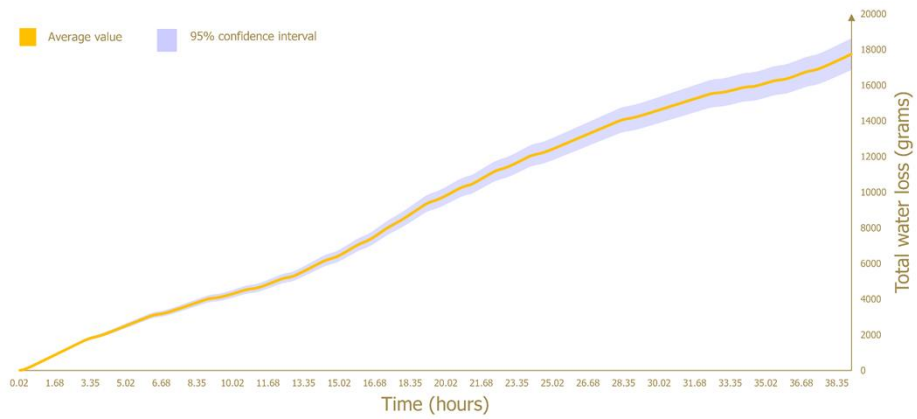
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ



25/43

25

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ



26/43

26

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΑΘΛΗΤΩΝ

- ↪ Αξιολόγηση του αθλητή
- ↪ Χαρακτηριστικά αγώνα
- ↪ Περιβαλλοντικά δεδομένα
 - www.emy.gr / www.wunderground.com
- ↪ Υπολογισμός θερμικής καταπόνησης
 - απλοποιημένος δείκτης WBGT
 - ↪ www.famelab.gr/el/meteo
 - πρόβλεψη θερμικής καταπόνησης
 - ↪ www.famelab.gr/wp-content/uploads/2019/03/FAME-Lab-PHS.zip
- ↪ Δημιουργία προγράμματος προετοιμασίας αθλητή
- ↪ Στρατηγική αγώνα
- ↪ Εγκλιματισμός

27

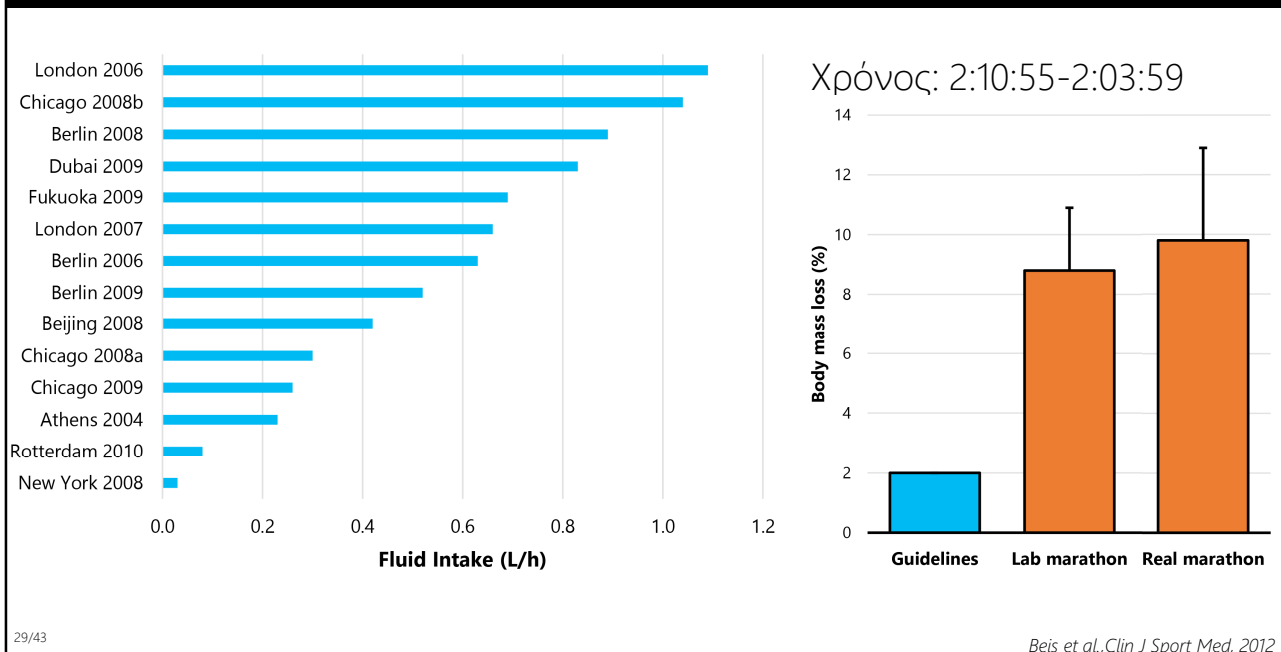
ΑΣΚΗΣΙΟΓΕΝΗΣ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ

- ↪ Η μυϊκή προσπάθεια σε θερμό περιβάλλον, μπορεί να προκαλέσει την έκκριση μεγάλης ποσότητας ιδρώτα, που για αθλητές των περισσότερων αθλημάτων είναι **0.5 έως 2** λίτρα την ώρα, αλλά μπορεί να κυμανθεί από **0.2 έως 3.4** λίτρα την ώρα

28/43

28

ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ ΣΕ ΝΙΚΗΤΕΣ ΜΑΡΑΘΩΝΙΩΝ



29

ΥΠΕΡ-ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ

- ↯ Υπερβολική κατανάλωση υγρών μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της απόδοσης και **υπονατριαιμία**
 - πτώση της συγκέντρωσης νατρίου στο πλάσμα κάτω από το φυσιολογικό (135 mmol/L)
 - οδηγεί ακόμη και σε θάνατο
- ↯ Επομένως η **αίσθηση δίψας** είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για την κατανάλωση υγρών
 - για να ισχύει το παραπάνω, το άτομο **πρέπει να έχει κατανοήσει** τη σημαντικότητα της διατήρησης του ισοζυγίου υγρών

30/43

30

ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ

- ↖ Πριν την άσκηση (2-3 ημέρες)
 - κατανάλωση **6 ml νερού / kg Σ.Β. / 3-4 ώρες**
 - ↖ π.χ., για ένα άτομο 70 kg: $6 \times 70 = 420$ ml νερού κάθε 3-4 ώρες
- ↖ Κατά τη διάρκεια της άσκησης
 - ενυδάτωση με βάση τη αίσθηση δίψας για αποφυγή απώλειας υγρών μεγαλύτερης από **2%** της σωματικής μάζας
- ↖ Μετά την άσκηση
 - επανα-πρόσληψη **100-150%** της απώλειας υγρών με κατανάλωση υγρών και ηλεκτρολυτών

31/43

Racinais et al., BJSM / SJSM / Sports Med / Chin J Sports Med, 2015

31

ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ – ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑ

- ↖ Ένα δρομέας μαραθωνίου ξεκινά τον αγώνα σε ενυδατωμένη κατάσταση και πίνει σύμφωνα με την αίσθηση της δίψας του/της από 0.4 έως 0.8 L ανά ώρα
 - η υψηλότερη τιμή αντιστοιχεί στους ταχύτερους και πιο εύσωμους αθλητές που τρέχουν σε θερμό περιβάλλον, ενώ η χαμηλότερη τιμή στους αργούς και λεπτότερους δρομείς που αγωνίζονται σε ψυχρότερο περιβάλλον
 - υπογραμμίζεται ότι **πολύ πιο ακριβής προσέγγιση** επιτυγχάνεται κατά την καθημερινή προπόνηση με ζύγισμα πριν και μετά τη δραστηριότητα ή / και με τη χρήση του λογισμικού FAME Lab Predicted Heat Strain (αναφέρεται σε προηγούμενη διαφάνεια)

32/43

32

ΨΥΞΗ ΣΩΜΑΤΟΣ

- ↖ Πριν την άσκηση
 - αποφυγή αύξησης θερμοκρασίας πυρήνα σώματος
- ↖ Κατά τη διάρκεια της άσκησης
 - σωστός ρουχισμός
 - κατανάλωση κρύων/παγωμένων ροφημάτων
- ↖ Μετά την άσκηση
 - επαναφορά της θερμοκρασίας σώματος σε φυσιολογικά επίπεδα

33/43

Racinais et al., BJSM / SJSMS / Sports Med / Chin J Sports Med, 2015

33

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΑΘΛΗΤΩΝ

- ↖ Αξιολόγηση του αθλητή
- ↖ Χαρακτηριστικά αγώνα
- ↖ Περιβαλλοντικά δεδομένα
 - www.emy.gr / www.wunderground.com
- ↖ Υπολογισμός θερμικής καταπόνησης
 - απλοποιημένος δείκτης WBGT
 - ↖ www.famelab.gr/el/meteo
 - πρόβλεψη θερμικής καταπόνησης
 - ↖ www.famelab.gr/wp-content/uploads/2019/03/FAME-Lab-PHS.zip
- ↖ Δημιουργία προγράμματος προετοιμασίας αθλητή
- ↖ Στρατηγική αγώνα
- ↖ Εγκλιματισμός

34/43

34

ΕΓΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ

- ↯ Η ικανότητα ενός οργανισμού να αποκρίνεται σε μια συγκεκριμένη περιβαλλοντική επιβάρυνση δεν είναι προκαθορισμένη, αλλά μπορεί να ενισχυθεί με **παρατεταμένη έκθεση** στον εντασιογόνο παράγοντα
- ↯ Η προσαρμογή του οργανισμού σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον ευνοεί την **επιβίωση** και βελτιώνει την **σωματική απόδοση**
 - η προσαρμογές που προκαλούνται από αλλαγή των περιβαλλοντικών συνθηκών επαναπροσδιορίζουν τη λειτουργική ομοιότητα του οργανισμού

35/43

35

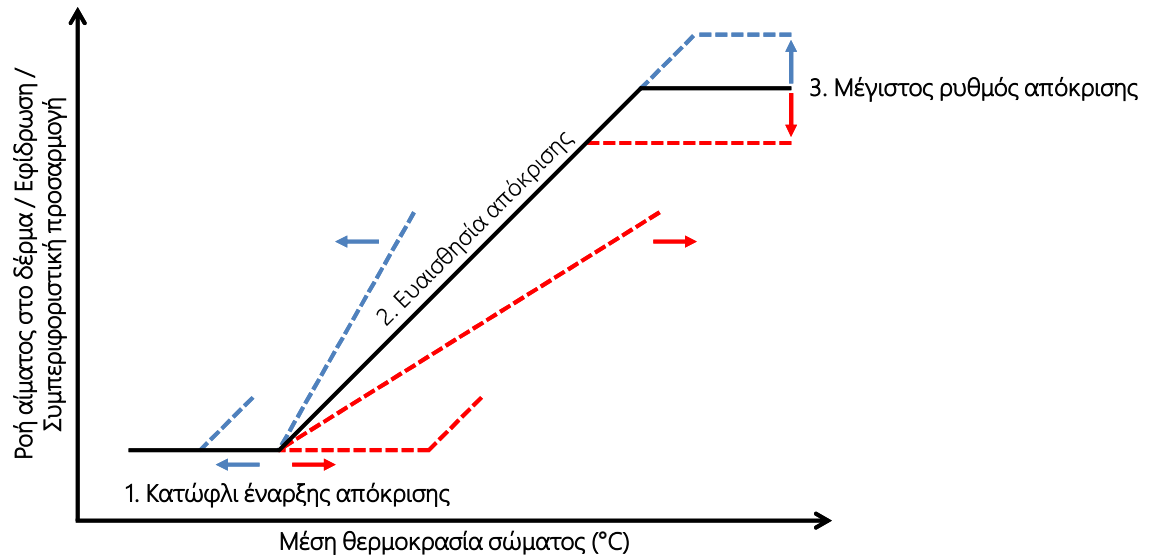
ACCLIMATIZATION ΚΑΙ ACCLIMATION – ΣΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ: ΕΓΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ

- ↯ Acclimatization: προσαρμογή με έκθεση στο **φυσικό περιβάλλον**
- ↯ Acclimation: προσαρμογή με **τεχνητά** μέσα (σάουνα, θάλαμοι υψομέτρου, κτλ.)
- ↯ Ο εγκλιματισμός σε φυσικό περιβάλλον οδηγεί σε **εκείνες ακριβώς** τις προσαρμογές που απαιτούνται για την εκτέλεση της συγκεκριμένης δραστηριότητας, αλλά εμπεριέχει το ρίσκο ότι περιβαλλοντικές συνθήκες μπορεί να μην είναι οι αναμενόμενες κατά το διάστημα που ο προπονητής επιλέξει να εκθέσει τον αθλητή

36/43

36

ΕΓΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ



37/43

Kenny & Flouris, 2014

37

ΕΓΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΤΗ ΖΕΣΤΗ

- Κατά την αρχή του εγκλιματισμού, ο **όγκος πλάσματος** αυξάνεται **3-27 %** και οδηγεί σε μείωση του **καρδιακού παλμού** κατά **15-25 %** για μια δεδομένη ένταση άσκησης (Armstrong et al. 1987; Sciaraffa et al. 1981)
- Το ερέθισμα για **εφίδρωση** γίνεται πιο ευαίσθητο στην αύξηση της θερμοκρασίας πυρήνα

38/43

38

ΕΓΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΤΗ ΖΕΣΤΗ

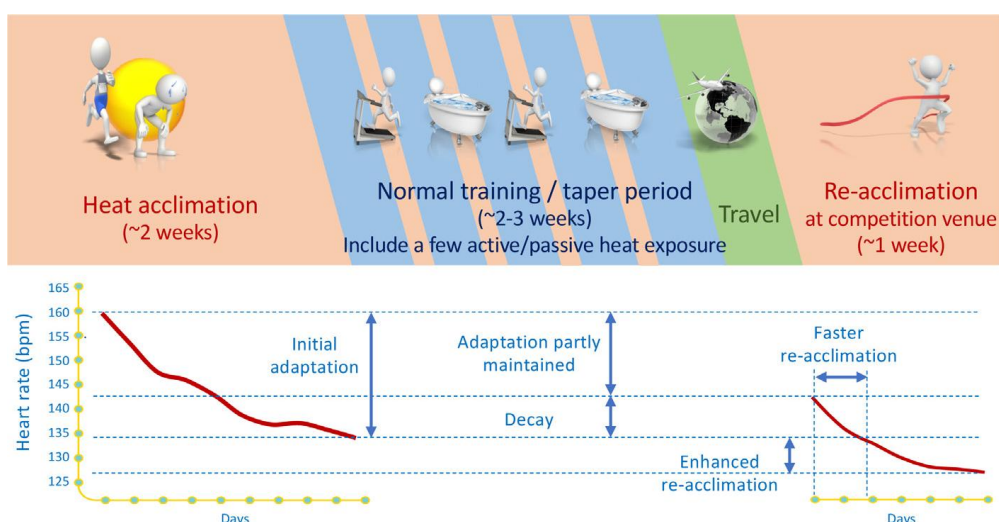
- ↪ Διάρκεια πρωτοκόλλου: **7-14** ημέρες
- ↪ **Συνεχόμενη** άσκηση
- ↪ Διάρκεια άσκησης: **~100** λεπτά/ημέρα
- ↪ Ένταση: **≥50%** μέγιστου
- ↪ Περιβάλλον: **≥35°C**
 - επιπλέον ρουχισμός αν το περιβάλλον δεν είναι τόσο θερμό
- ↪ Διάρκεια προσαρμογών: **2-3 εβδομάδες**

39/43

Racinais et al., BJSM / SJSM / Sports Med / Chin J Sports Med, 2015

39

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΓΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΑΓΩΝΑ



40/43

Racinais & Périard, BJSM, 2021

40



41



42



Θερμορύθμιση
κατά τη μαραθώνια
προσπάθεια:

προετοιμασία
στρατηγική αγώνα
αντιμετώπιση συμβάντων

Ανδρέας Φλουρής
FAME Lab
ΤΕΦΑΑ, ΠΘ