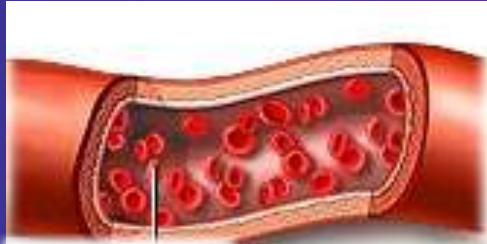


# ΑΝΑΙΜΙΑ και ΑΘΛΗΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

Μαρία Δ. Κοσκολού, Ph.D.

Εργαστήριο Εργοφυσιολογίας  
Τομέας Βιολογίας της Άσκησης  
ΤΕΦΑΑ Πανεπιστημίου Αθηνών

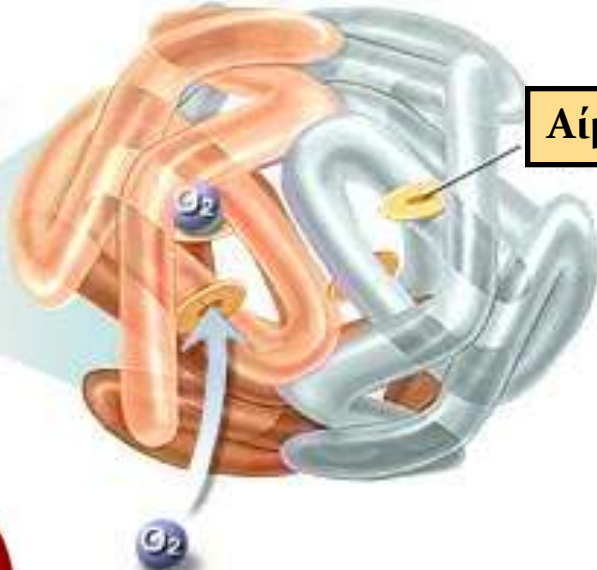
# Σύσταση αίματος



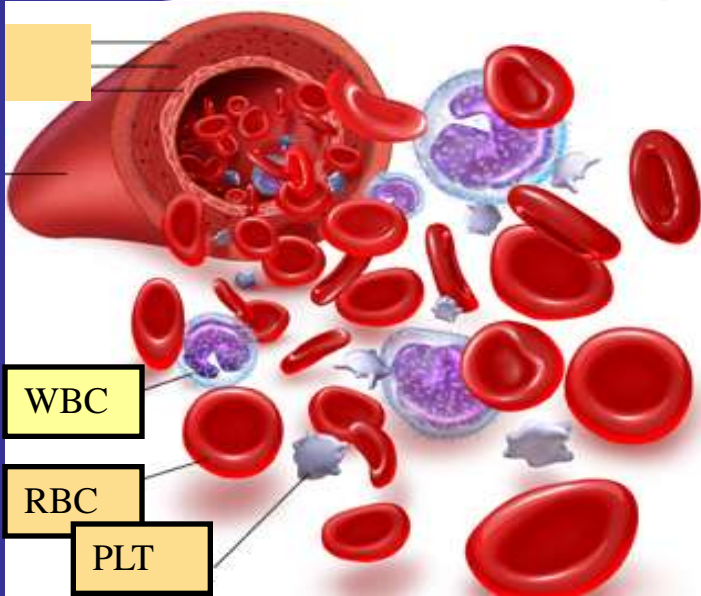
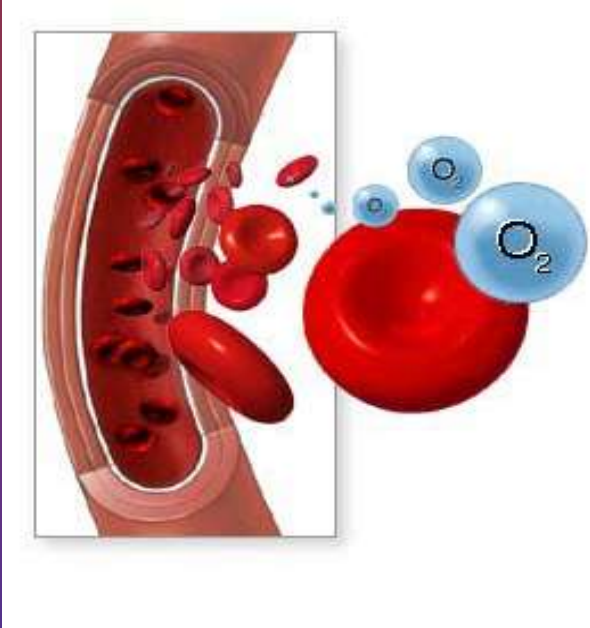
Ερυθρο-  
κύτταρο



Αιμοσφαιρίνη



Αίμη



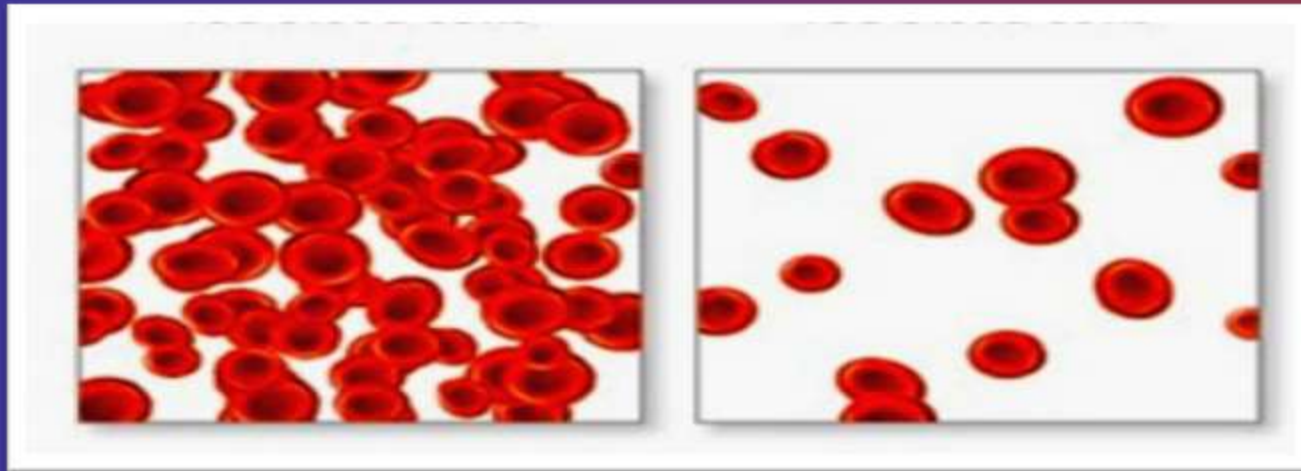
WBC

RBC

PLT

- Λευκοκύτταρα
- Ερυθροκύτταρα
- Αιμοπετάλια

# ANAEMIA



[Hb]: <12 g/dl

Hct < 36 %



[Hb]: <13 g/dl

Hct < 39 %

(WHO 2011)



## Βαρύτητα αναιμίας

[Hb]	$\geq$	12 g/dl	
[Hb]		10 - 11.9 g/dl	(ήπια)
[Hb]		8.0 - 9.9 g/dl	(μέτρια)
[Hb]	$<$	8.0 g/dl	(σοβαρή)

## Συχνότητα εμφάνισης αναιμίας

- Επηρεάζει το 24.8% του παγκόσμιου πληθυσμού όλων των ηλικιών
  - Στους άνδρες: 12,7%
  - Στις γυναίκες: 30,2 %
  - Υψηλότερα ποσοστά σε παιδιά και ηλικιωμένους
- (Στοιχεία Π.Ο.Υ., 1993-2005)

Στην Ελλάδα,

το 14,6% των γυναικών 19-50 ετών έχει [Hb]<12 g/dl

(Π.Ο.Υ., 2008)

# Τύποι αναιμίας

*Αδυναμία παραγωγής  
ερυθροκυττάρων*

*Αυξημένη απώλεια  
ερυθροκυττάρων*

- Μεγαλοβλαστική αναιμία
- Απλαστική αναιμία
- Σιδηροπενική αναιμία

- Αναιμία λόγω αιμορραγίας
- Αιμολυτική αναιμία



# Αιμολυτική αναιμία

Τα ερυθροκύτταρα έχουν βραχεία διάρκεια ζωής. Γίνονται πάρα πολύ εύθραυστα, με αποτέλεσμα να υφίστανται εύκολα ρήξη κατά τη δίοδό τους μέσα από τα τριχοειδή και ιδιαίτερα μέσα στον σπλήνα.

## Οφείλεται

- σε ανωμαλίες των ερυθρών αιμοσφαιρίων, κύρια κληρονομικές
- σε επίκτητες διαταραχές εκτός ερυθροκυττάρου

*Δρεπανοκυτταρική αναιμία (Δυτική Αφρική)*

*Θαλασσαιμία (Μεσόγειος)*



# Αναιμία λόγω αιμορραγίας

Απώλεια ερυθροκυττάρων λόγω έντονης αιμορραγίας

Όταν η απώλεια αίματος είναι  $\leq 0.5$  λίτ.

- ♦ ο όγκος πλάσματος αποκαθίσταται συνήθως σε 24-48 ώρες
- ♦ η συγκέντρωση των ερυθροκυττάρων στο αίμα αποκαθίσταται μέσα σε 3-4 εβδομάδες





# Μεγαλοβλαστική αναιμία

Επιβράδυνση της αναπαραγωγής των ερυθροβλαστών με αποτέλεσμα υπερμεγέθη, εύθραυστα, παθολογικά ερυθροκύτταρα

Οφείλεται σε έλλειψη:

- ⦿ βιταμίνης B<sub>12</sub>
- ⦿ φυλλικού οξέος
- ⦿ ενδογενή παράγοντα



# Απλαστική αναιμία

## Απουσία λειτουργικού μυελού των οστών λόγω

- χημικών παραγόντων
- έκθεσης σε ακτινοβολία
- μόλυνσης από ιό, π.χ. ηπατίτιδα
- καρκίνου του μυελού των οστών
- κληρονομικών παραγόντων



# Σιδηροπενική αναιμία

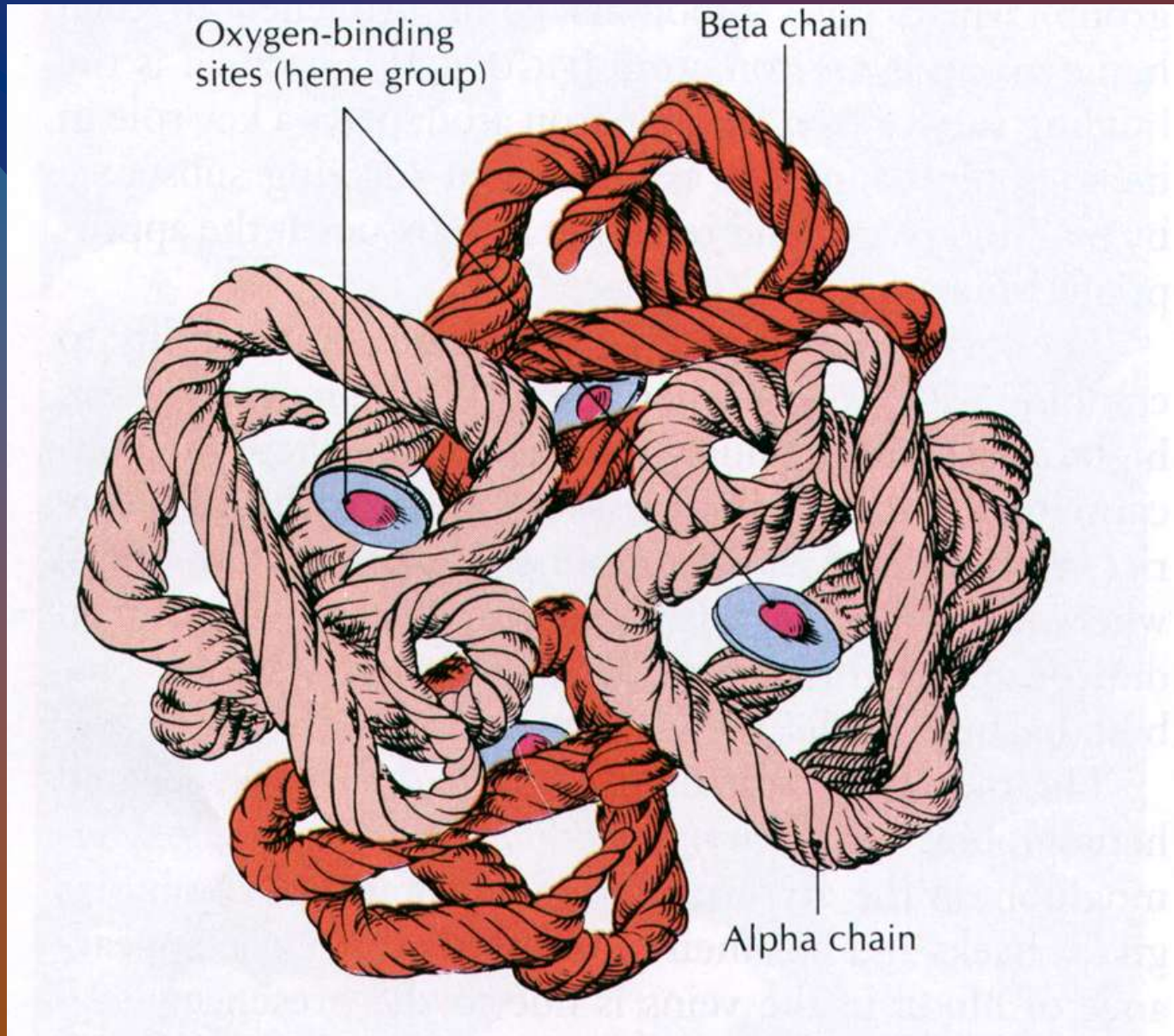
Παράγεται ο συνήθης αριθμός ερυθροκυττάρων αλλά είναι φτωχά σε αιμοσφαιρίνη και, επομένως, μικρότερα από τα φυσιολογικά

Οφείλεται σε έλλειψη σιδήρου λόγω

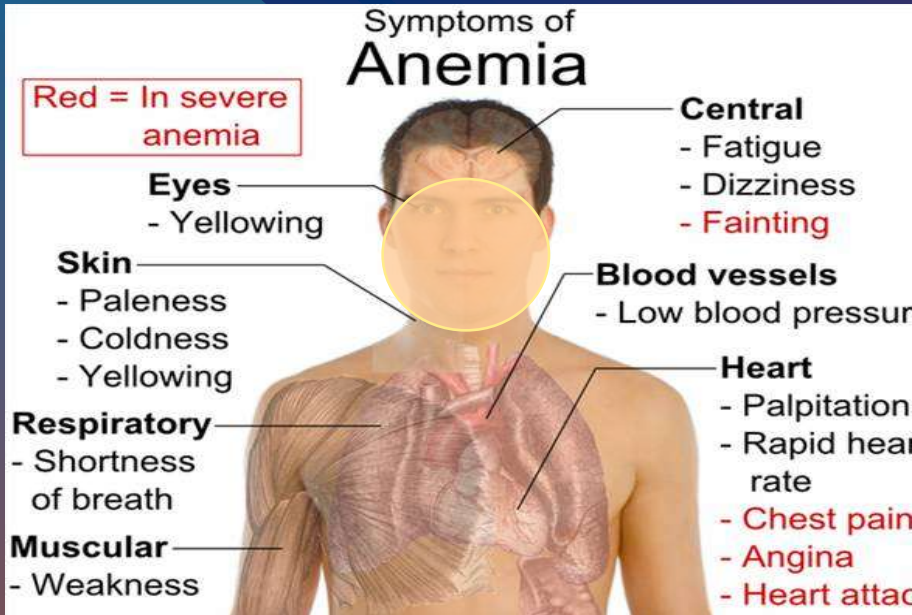
- χρόνιας απώλειας αίματος
- ανεπαρκούς πρόσληψης σιδήρου
- αυξημένων απαιτήσεων για σίδηρο
- δυσαπορρόφησης του σιδήρου



# Hb molecule



# Συμπτώματα αναιμίας



- Ωχρο δέρμα
- Λεπτά νύχια
- Κρύα άκρα
- Κόπωση / Έλλειψη ενέργειας
- Κοντανάσαιμα / Δύσπνοια
- Πόνος στο στήθος
- Ταχυκαρδία ή Αρρυθμία
- Πονοκέφαλος
- Ζάλη
- Οξυθυμία
- Έλλειψη συγκέντρωσης

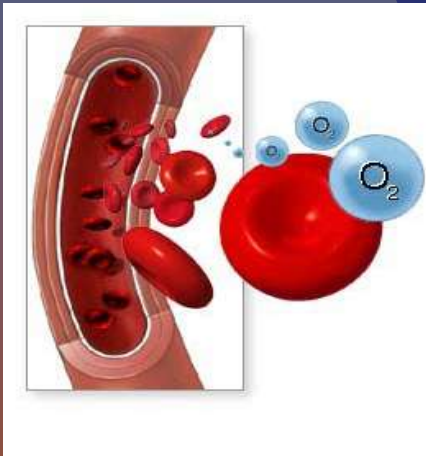


**ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΕΣ  
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ**

**ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ  
ΑΝΤΟΧΗΣ**



**ικανότητα του οργανισμού να μεταφέρει O<sub>2</sub> από τους πνεύμονες στους  
εργαζόμενους ιστούς**



**Συγκέντρωση O<sub>2</sub>  
στο αρτηριακό αίμα  
CaO<sub>2</sub>**



$$\text{CaO}_2 = [\text{Hb}] \times 1.34 \times \% \text{SaO}_2 + (0.003 \times \text{PaO}_2)$$



# Ενδείξεις σιδηροπενικής αναιμίας

- $[Hb] \leq 11 \text{ g/dl}$  ♀,  $[Hb] \leq 13 \text{ g/dl}$  ♂
- Φερριτίνη στον ορό του αίματος  $\leq 10-15 \text{ μg/l}$
- $MCV \leq 85 \text{ fl}$  (μικροκυττάρωση)
- Συμπτώματα:
  - ◆ μειωμένη απόδοση
  - ◆ «βάρος» και «κάψιμο» στους μύς των ποδιών
  - ◆ ναυτία
  - ◆ όρεξη για κρύα τροφή  
(π.χ. παγωμένα φρέσκα λαχανικά)



# Ενδείξεις αναιμίας λόγω αιμόλυσης από ποδοκρουσία (footstrike hemolysis)

- $[Hb] \leq 11 \text{ g/dl}$  ♀,  $[Hb] \leq 13 \text{ g/dl}$  ♂
- $MCV \geq 95 \text{ fl}$  (μακροκυττάρωση)
- το άτομο που πάσχει έχει υψηλό σωματικό βάρος, είναι ηλικίας 30-50 ετών και τρέχει μεγάλες αποστάσεις (50-80 χλμ./εβδομάδα) (*Eichner 1986*)





# Αναιμία αθλητών



“πραγματική αναιμία” ή “ψευδοαναιμία”;

## Πραγματική αναιμία

- **ανεπάρκεια σιδήρου**
  - απώλεια αίματος από το γαστρεντερικό σύστημα
  - έμμηνος ρύση
  - απώλεια σιδήρου με την εφίδρωση
- **αιμόλυση λόγω κρούσης των ποδιών στο έδαφος**

## Ψευδοαναιμία

αύξηση του όγκου πλάσματος



μειωμένη συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης ([Hb]) στο αίμα



## Eichner 1988

Πλάσμα  
Ερυθροκύτταρα



- **A** = άτομο από τον γενικό πληθυσμό: αιματοκρίτης 45%
- **B** = αθλητής κατά την άσκηση: όγκος πλάσματος μειωμένος (λόγω μυϊκής συστολής και αφυδάτωσης), αιματοκρίτης αυξημένος (55%)
- **Γ** = αθλητής κατά την ηρεμία: αυξημένος όγκος πλάσματος, μειωμένος αιματοκρίτης (40%) (“ψευδοαναιμία”)
- **Δ** = αθλητής με “πραγματική αναιμία”: εξαιτίας της μείωσης στη μάζα των ερυθροκυττάρων ο αιματοκρίτης μειώνεται (35%)



# Χαρακτηριστικά “ψευδοαναιμίας”

- χαμηλός αιματοκρίτης
- φυσιολογική (ή υψηλή) μάζα ερυθροκυττάρων
- αυξημένος όγκος πλάσματος
- υψηλή συγκέντρωση ινωδογόνου - χαμηλός κίνδυνος για θρόμβωση
- φυσιολογική αρτηριακή πίεση
- μειωμένο σωματικό λίπος
- μεγάλη φυσική δραστηριότητα



# “πραγματική αναιμία” ή “ψευδοαναιμία”;



[Hb] στο αίμα (g/100ml) \*

	<u>Άνδρες</u>	<u>Γυναίκες</u>
Μη αθλητές	14.0	12.0
Άτομα που ασκούνται μέτρια	13.5	11.5
Ελίτ αερόβιοι αθλητές	13.0	11.0

\* Τιμές [Hb] χαμηλότερες από αυτές δηλώνουν κατά 95% «πραγματική αναιμία»

Φερριτίνη >12μg/l : μέτρια εξάντληση των αποθεμάτων σιδήρου

Φερριτίνη <12μg/l : σοβαρή εξάντληση των αποθεμάτων σιδήρου

1 μg/l αύξηση στη φερριτίνη ισοδυναμεί με 8 mg αποθηκευμένου σιδήρου

## Δοκιμή:

Εάν παίρνοντας συμπληρώματα σιδήρου η [Hb] ανέβει έστω 1 g/100 ml, αυτό σημαίνει ότι υπήρχε σε κάποιο βαθμό “πραγματική αναιμία”



# Πως επηρεάζεται η μεταφορά οξυγόνου στους ιστούς από την [Hb];

**$O_2$  που περιέχεται στο αίμα = [Hb] X 1,34 X κορεσμός Hb με  $O_2$**

ml  $O_2$  / l αίματος = g Hb/100ml αίματος X ml  $O_2$ /g Hb X %

π.χ. 197 ml / l = 15 X 1,34 X 98  
(ή 19,7vol%)

**$O_2$  που μεταφέρεται από το αίμα =  $O_2$  που περιέχεται στο αίμα  
X καρδιακή παροχή**

π.χ. 1000 ml  $O_2$  / min = 200 ml  $O_2$  / l αίματος X 5 l αίματος/min



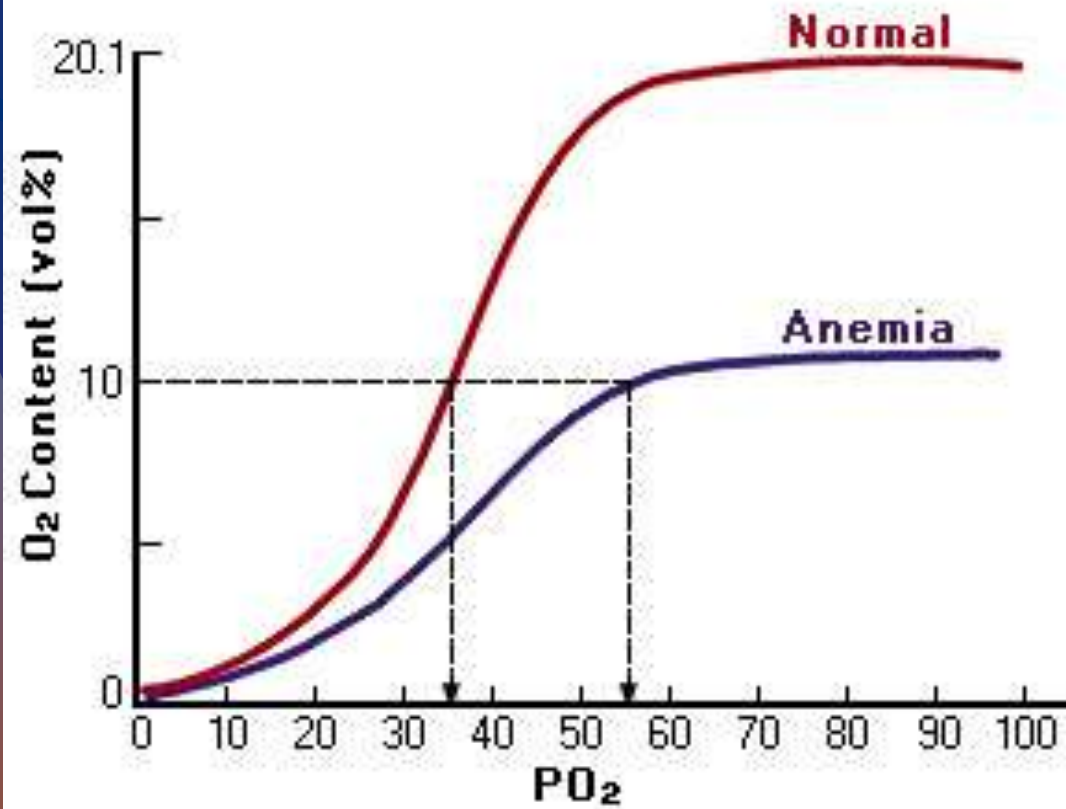
## Οξεία αναιμία και σωματική απόδοση

	$\Delta[\text{Hb}]$ (%)	$\Delta\text{VO}_{2\text{max}}$ (%)	Χρόνος αναιμίας*	Μέθοδος
Woodson et al. 1978	-30	-16	2-3 ώρες	αφαίρεση αίματος & αντικατάσταση με πλάσμα, διατήρηση αναιμίας με φλεβοτομές
	-33	-29	10-14 μέρες	
Ekblom et al. 1972	-13	-11	2 μέρες	αφαίρεση αίματος
	-11	-6	3 μέρες	
Ekblom et al. 1976	-12	-6	1 μέρα	αφαίρεση αίματος
Kanstrup & Ekblom 1984	-10	-9	4-10 μέρες	αφαίρεση αίματος
Schaffartzik et al. 1993	-13	-8	1-2 ώρες	αφαίρεση αίματος & αντικατάσταση με πλάσμα

\* Χρόνος που πέρασε από την πρόκληση της αναιμίας έως την εργοδοκιμασία



## O<sub>2</sub> Disassociation Curve



	<u>[Hb] (g/100ml)</u>	<u>Hct (%)</u>
<b>Normal</b>	<b>15</b>	<b>45</b>
<b>Anemia</b>	<b>8</b>	<b>23</b>

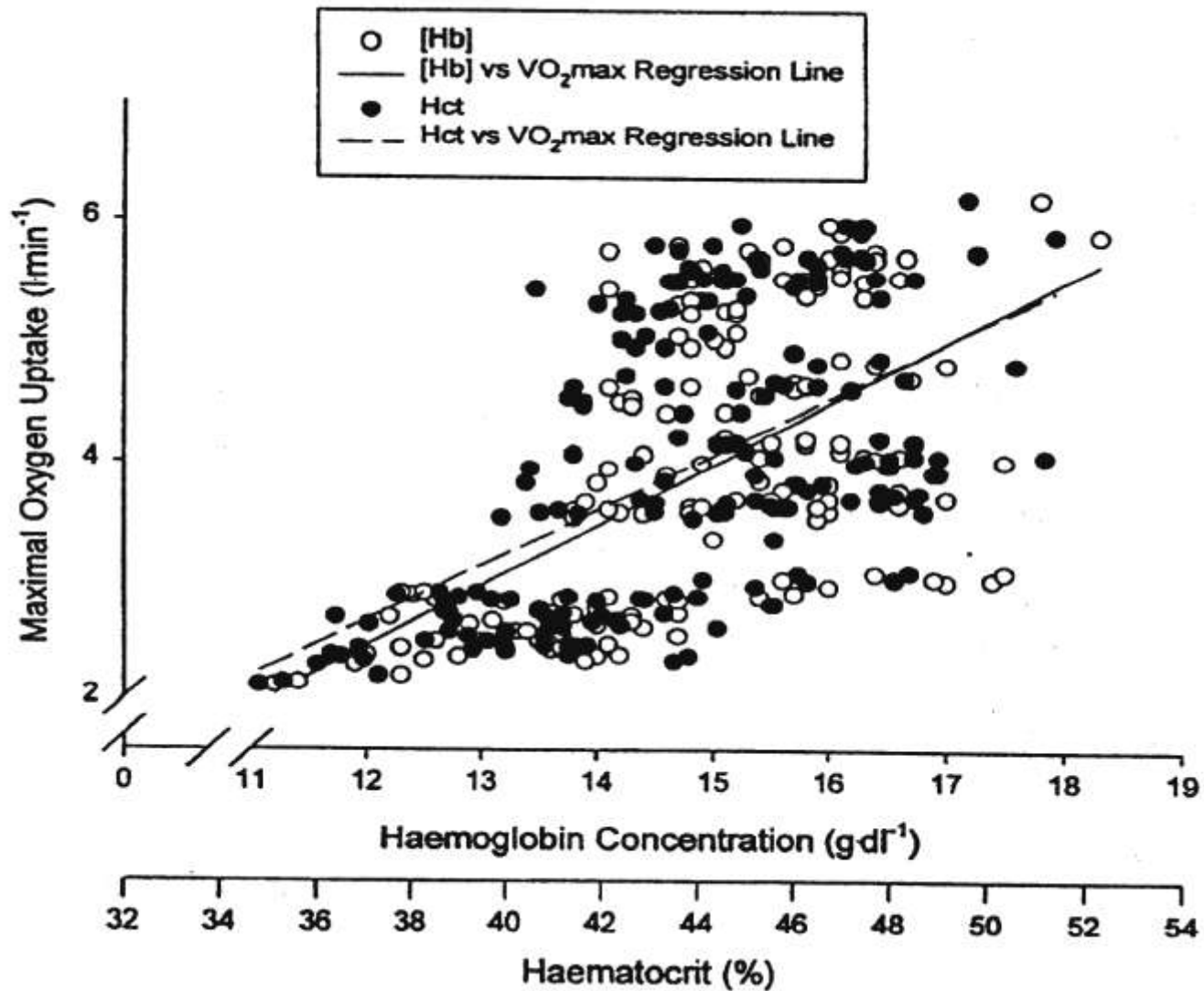


## Παρατεταμένη ή χρόνια αναιμία και σωματική απόδοση

Μελέτη	Τύπος αναιμίας	Μετρήσεις	[Hb] g/100ml	VO <sub>2max</sub> l/min
Celsing et al. 1986	Παρατεταμένη αναιμία	Πριν την αναιμία	14.6	4.55
	αφαίρεση αίματος & διατήρηση της αναιμίας με φλεβοτομές	Μετά από 8-10 εβδομάδες αναιμίας	11.0	3.74
Sproule et al. 1960	Χρόνια αναιμία	Υγιείς	-	3.22
	Δρεπανοκυτταρική, σιδηροπενική, κακοήθης	Αναιμικοί	7.2	1.84
Davies et al. 1973	Σιδηροπενική αναιμία	Υγιείς	14.5	2.88
	Αφρικανοί εργάτες	Αναιμικοί Α	9.2	2.20
		Αναιμικοί Β	6.7	1.90





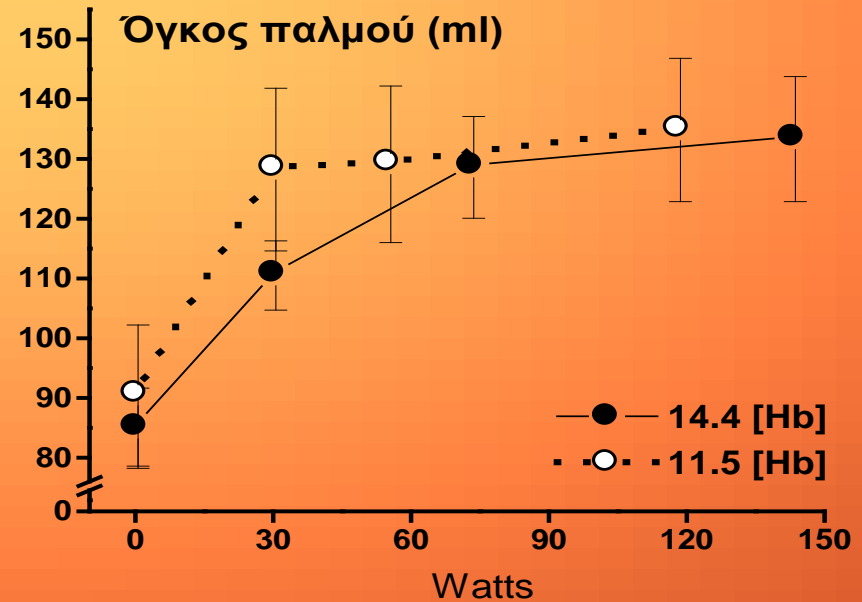
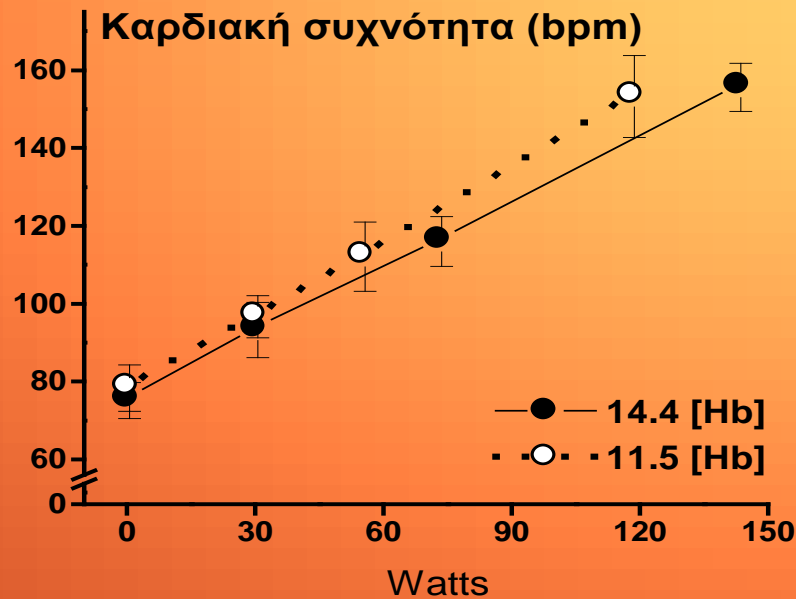
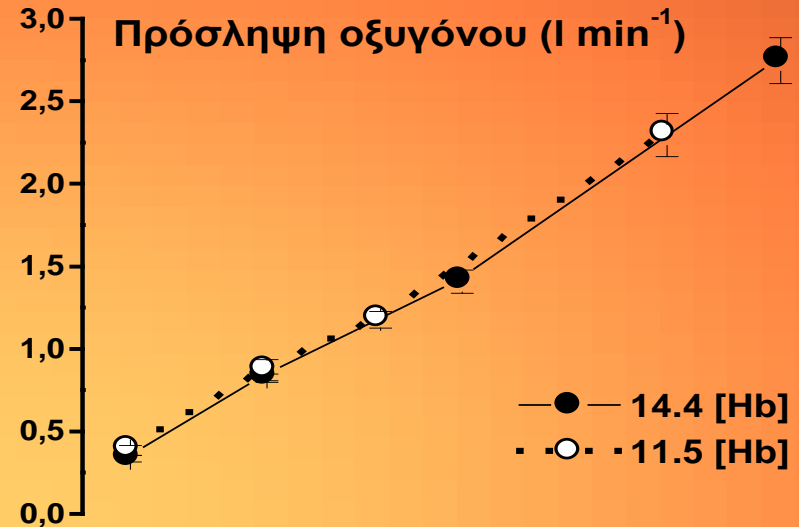
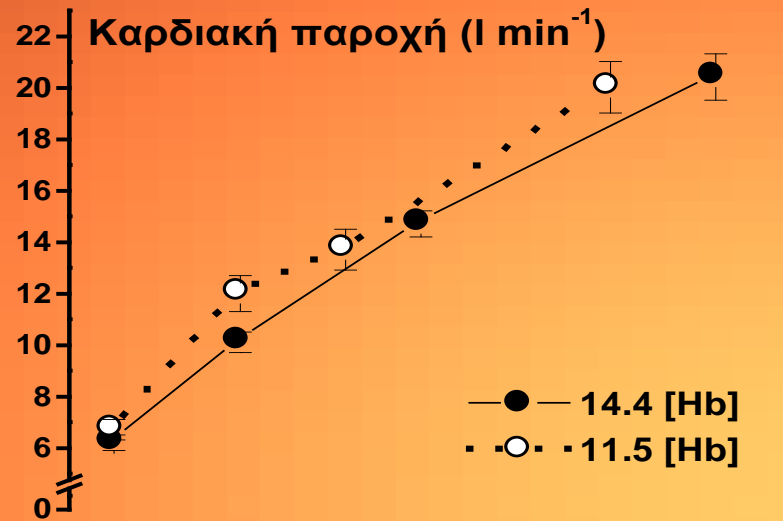


Πτώση της [Hb] κατά 3 g / l  
 συνεπάγεται πτώση της  
 VO<sub>2</sub>max κατά ~ 1% και της  
 αερόβιας αντοχής κατά ~2%

Gledhill et al. (1999). Haemoglobin, Blood Volume, Cardiac Function and Aerobic Power. *Can. J. Appl. Physiol.* 24(1): 54-65



Koskolou et al. (1997). Cardiovascular responses to dynamic exercise with acute anemia in humans. *Am. J. Physiol.* 273 (Heart Circ. Physiol.) 42: H1787-H1793.



# Φερριτίνη και σωματική απόδοση

Χαμηλά επίπεδα φερριτίνης χωρίς την παρουσία αναιμίας (δηλ. χαμηλής [Hb]) δεν επηρεάζουν αρνητικά την απόδοση.

*(Celsing et al. 1986, Matter et al. 1987)*



# ΑΝΑΙΜΙΑ σε αθλητές πετοσφαίρισης

- *Faintuch J.J. et al. (1994) [ΒΡΑΖΙΛΙΑ]*

Στο Σάο Πάολο της Βραζιλίας η αναιμία δεν είναι διαδεδομένη στους αθλητές γενικά, οι αθλητές της πετοσφαίρισης όμως βρίσκονται στα όρια αναιμίας.

- *Popichev M.I. et al. (1997) [ΡΩΣΙΑ]*

Αθλητές πετοσφαίρισης με υψηλές τεχνικές δεξιότητες που υποβάλλονται σε υψηλές επιβαρύνσεις παρουσιάζουν χαμηλή χημική συγγένεια αιμοσφαιρίνης-οξυγόνου.

## ΑΝΑΙΜΙΑ σε αθλητές πετοσφαίρισης

- Σε έρευνα που έγινε σε 23 έφηβες αθλήτριες του βόλλεϋ στις Η.Π.Α. διαπιστώθηκε ότι οι μισές έκαναν δίαιτα για απώλεια βάρους ενώ οι 14 λάμβαναν με τη διατροφή τους ποσότητες σιδήρου χαμηλότερες από τις συνιστώμενες για καλή υγεία. Επίσης, το 13% εμφάνιζε ολιγομηνόρροια, ενώ το 48% είχε μη κανονικό εμμηνορρυσιακό κύκλο (Beals 2002).
- Σε αποτελέσματα έρευνας από τη Βραζιλία στην οποία εξετάστηκε η αιματολογική κατάσταση 16 αθλητών βόλλεϋ ολυμπιακού επιπέδου και 23 μη αθλητών ίδιου φύλου και ηλικίας αναφέρεται ότι οι αθλητές βόλλεϋ είχαν τιμές αιμοσφαιρίνης και αιματοκρίτη χαμηλότερες από τις αντίστοιχες τιμές των μη αθλητών, ενώ 4 από τις 18 αθλήτριες βόλλεϋ που μετρήθηκαν στο ίδιο εργαστήριο είχαν συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης χαμηλότερη από 12 g/dl (Faintuch et al. 1994; Faintuch 1992)

## Eating behaviors, nutritional status, and menstrual function in elite female adolescent volleyball players

KATHERINE A. BEALS, PhD, RD

Journal of THE AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION September 2002 Volume 102 Number 9

Table 1

Energy, macro- and micronutrient\* intakes for female volleyball players (N=21) compared to Continuing Survey of Food Intakes by Individuals (6) data for age- and gender-matched subjects (N= 732)

	Female volleyball players (mean±SD)	DRURDA <sup>†</sup>	No. of athletes consuming <DRURDA <sup>†</sup>	Females 12 to 19 yrs <sup>‡</sup> mean
Energy intake (kcal/d)	2,248±414	2,220-2,300	10	1,911
Energy expenditure (kcal/d)	2,815±356	NA	NA	NA
Carbohydrate (g/d)	352±73		17	262
g/kg/d	5.4±1.0	7.0-10.0 <sup>§</sup>		NA
% of energy intake	62.4±6.5			55.0
Protein (g/d)	74±20		12	65
g/kg/d	1.1±0.3	1.2-2.0 <sup>§</sup>		NA
% of energy intake	13.0±2.9			14.0
Fat (g/d)	66±20	NA	NA	69
% of energy intake	26.7±5.8			32.2
Thiamin (mg/d)	2.0±1.1	1.0	3	1.5
Riboflavin (mg/d)	2.0±0.7	1.0	4	1.8
Niacin (mg/d)	20.2±5.9	14	3	19.0
Vitamin B-6 (mg/d)	1.6±0.7	1.2	8	1.5
Vitamin B-12 (mg/d)	2.9±1.5	2.4	0	3.8
Folate (mg/d)	318±122	400	17	232
Vitamin C (mg/d)	181±95	65	2	95
Calcium (mg/d)	962±95	1,300	17	773
Magnesium (mg/d)	258±118	360	17	223
Iron (mg/d)	16.4±5.0	18	14	13.8
Zinc (mg/d)	7.4±3.0	9	19	9.9

NA= data not available.

\*Vitamin and mineral supplements were not included in the analysis.

<sup>†</sup>Recommended Dietary Allowances (2) or Dietary Reference Intakes (3-5).

<sup>‡</sup>From the Continuing Survey of Food Intakes by Individuals 1994-1996 (6).

<sup>§</sup>From Wilberg-Rankinen (30).

<sup>¶</sup>From Lemon (29).



# Eating behaviors, nutritional status, and menstrual function in elite female adolescent volleyball players

KATHERINE A. BEALS, PhD, RD

Journal of THE AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION | September 2002 Volume 102 Number 9

**Table 2**  
Micronutrient status measures for female volleyball players (N=23)

Micronutrient	Status (mean ± SD)	Normal values <sup>a</sup>	No. with low status
Serum ferritin (µg/L) <sup>b</sup>	23.3 ± 10.7	18.0-160.0	3
Red blood cell hemoglobin (g/L) <sup>c</sup>	135 ± 9	120-150	2
Serum folate (nmol/L) <sup>d</sup>	24.7 ± 5.7	16.0-36.0	0
Red blood cell folate (nmol/L) <sup>d</sup>	901 ± 306	550-2,200	0
Serum B-12 (pmol/L) <sup>e</sup>	379 ± 174	150-750	1
Plasma vitamin C (µmol/L) <sup>f</sup>	45.6 ± 13.4	30-110	4

<sup>a</sup>Normal values taken from Fischbach (34) or Peeke and Kaplan (38).

<sup>b</sup>To convert µg/L ferritin to ng/mL, multiply µg/L by 1.0. To convert ng/mL ferritin to µg/L, multiply ng/mL by 1.0. Ferritin of 23 µg/L = 23 ng/mL.

<sup>c</sup>To convert g/L hemoglobin to g/dL, multiply g/L by 0.1. To convert g/dL hemoglobin to g/L, multiply g/dL by 10. Hemoglobin of 120 g/L = 12 g/dL.

<sup>d</sup>To convert nmol/L folate to ng/mL, multiply nmol/L by 0.441. To convert ng/mL folate to nmol/L, multiply ng/mL by 2.266. Folate of 24.7 nmol/L = 10.9 ng/mL.

<sup>e</sup>To convert pmol/L vitamin B-12 to pg/mL, multiply pmol/L by 1.354. To convert pg/mL vitamin B-12 to pmol/L, multiply pg/mL by 0.7378. Vitamin B-12 of 150 pmol/L = 203 pg/mL.

<sup>f</sup>To convert µmol/L vitamin C to mg/dL, multiply µmol/L by 0.017. To convert mg/dL vitamin C to µmol/L, multiply mg/dL by 58.78. Vitamin C of 28 µmol/L = 0.5 mg/dL.



# Iron Status in Female Athletes Participating in Team Ball-Sports

A. Ahmadi, N. Enayatizadeh, M. Akbarzadeh, S. Asadi and S.H.R. Tabatabaee

*Pak. J. Biol. Sci., 13 (2): 93-96, 2010*

Table 2: Hematological indices of female athletes with respect to their sport type

Variables	Basketball	Volleyball	Handball	p-value**	Total	
	(Mean±SD)				Mean±SD	p-value*
Hb	13.45±1.3	13.70±1.1	13.64±0.61	0.814	13.59±1.1	<0.001
HCT	41.33±3.02	41.66±2.85	41.66±1.6	0.93	41.53±2.6	0.10
MCV	82.97±7.4	82.87±6.5	81.38±14.2	0.909	82.48±8.9	0.04
MCH	27.05±3.02	27.27±2.7	27.87±2.02	0.755	27.33±2.68	0.22
MCHC	32.51±1.06	32.86±1.03	32.60±0.53	0.569	32.67±0.9	<0.001
RBC	4.99±0.41	5.05±0.42	4.89±0.29	0.636	4.9±0.3	<0.001
TIBC	416.40±40.25	436.8±31.32	419.50±28.72	0.222	424.9±34.9	<0.01
Serm Fe	69.75±26.6	63.93±20.4	63.10±23.6	0.718	65.95±23.34	<0.001
ferritin	60.7±35.1	41.26±23.2	35.79±13.3	0.047	47.39±28.3	<0.001

\*Comparisons with standard values. \*\*Comparisons between groups

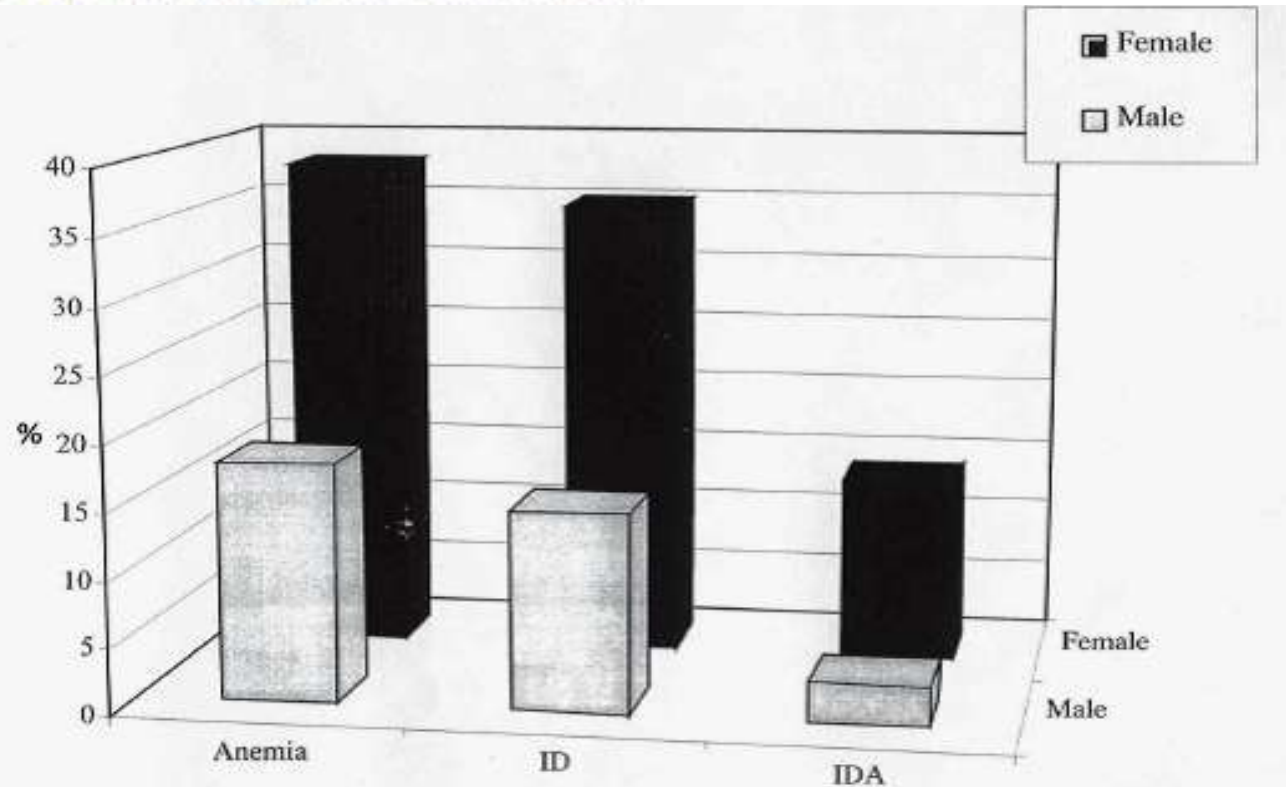




# Prevalence of Iron Depletion and Anemia in Top-level Basketball Players

Gal Dubnov and Naama W. Constantini

*International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2004, **14**, 30-37  
© 2004 Human Kinetics Publishers, Inc.



**Figure 1** — Percentage of subjects with anemia, iron depletion (ID), and iron deficiency anemia (IDA), presented for males and females. Females had a higher prevalence of these conditions than males ( $p = .028, .019, .043$ , respectively).

## Prevalence of Iron Depletion and Anemia in Top-level Basketball Players

Gal Dubnov and Naama W. Constantini

*International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2004, **14**, 30-37  
© 2004 Human Kinetics Publishers, Inc.

Table 1 Mean Values for Red Blood Cell Data and Iron Stores Data

Variable	Males			Females		
	Total	Adults	Adolescents	Total	Adults	Adolescents
<i>n</i>	66	34	32	37	22	15
Age (yr)	17.8 ± 2.2	19.5 ± 1.0	15.7 ± 1.1	19.8 ± 5.1	22.4 ± 5.0	15.7 ± 0.8
Hb (g/dl)	14.7 ± 0.9†	14.8 ± 0.8	14.5 ± 1.0	12.3 ± 1.3†	12.4 ± 1.3	12.2 ± 1.3
Hct	43 ± 2†	44 ± 2	43 ± 2	37 ± 4†	37 ± 3	37 ± 4
RBC (Cells · 10 <sup>6</sup> )	5.0 ± 0.3	5.0 ± 0.4	5.0 ± 0.5	4.5 ± 1.7	4.2 ± 0.3	4.4 ± 0.4
MCV (fL)	86 ± 4	87 ± 4	88 ± 4	87 ± 6	88 ± 5	85 ± 6
MCH (pg)	29.0 ± 1.7	29.3 ± 1.4	28.7 ± 1.9	28.2 ± 2.3	28.3 ± 1.5	28.1 ± 2.7
Ferritin (µg/L)	43.4 ± 33.6	51.3 ± 28.7*	32.4 ± 17.8*	31.1 ± 21.5	33.8 ± 22.4	26.9 ± 20.0
Iron (µg/dl)	93 ± 34	88 ± 33	98 ± 36	78 ± 45	86 ± 52	68 ± 32
Transferrin (µg/dl)	275 ± 37††	261 ± 30*	292 ± 37*	299 ± 49††	290 ± 41	311 ± 58
Transferrin sat (%)	35 ± 14†	35 ± 14	34 ± 14	27 ± 17†	31 ± 19	23 ± 11

Note. Data presented as mean ± SD. Hb: hemoglobin; Hct: hematocrit; RBC: red blood cell; MCV: mean corpuscular volume; MCH: mean corpuscular hemoglobin; Transferrin sat: transferrin saturation. †*p* < .001 between males and females; ††*p* = .005 between males and females; \**p* ≤ .001 between adolescents and adults.

NUVIALA, R. J., M. C. CASTILLO, M. G. LAPIEZA AND J. F. ESCANERO. *Iron nutritional status in female karatekas, handball and basketball players, and runners.* PHYSIOL BEHAV 59(3) 449-453, 1996.—The iron

TABLE 3  
HEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS RELATED TO IRON METABOLISM

	Control	Karate	Handball	Basketball	Runners
Hematocrit (%)	40.1 ± 2.2	39.9 ± 2.1	39.9 ± 2.1	39.7 ± 3.2	41.0 ± 2.7
Hemoglobin (g/dl)	13.2 ± 0.8	12.9 ± 0.8	13.2 ± 0.8	12.8 ± 1.3	13.4 ± 0.8
Red cell count (10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup> )	4.33 ± 0.29	4.41 ± 0.35	4.34 ± 0.26	4.29 ± 0.32	4.35 ± 0.23
MCV (μ <sup>3</sup> )	92.8 ± 4.8	91.0 ± 7.0	92.2 ± 4.8	92.8 ± 7.5	94.3 ± 4.6
MCH (pg)	30.5 ± 1.8	29.5 ± 2.5	30.5 ± 1.2	29.9 ± 3.1	30.9 ± 1.5
MCHC (g/dl)	32.9 ± 1.1	32.4 ± 0.9	33.1 ± 1.1	32.2 ± 1.8	32.8 ± 1.0
Iron (μg/dl)	89.7 ± 38.6	64.8 ± 25.0*	86.9 ± 35.9	73.9 ± 38.0	86.9 ± 43.6
Transferrin (mg/dl)	317.7 ± 52.6	321.4 ± 45.3	305.8 ± 49.4	330.7 ± 44.3	333.8 ± 48.8
TRF saturation (%)	29.3 ± 13.9	20.7 ± 9.2†	28.8 ± 12.1	23.7 ± 13.9	27.5 ± 15.4
Ferritin (ng/ml)	36.1 ± 26.2	26.7 ± 17.3	26.7 ± 18.2	28.1 ± 22.9	34.6 ± 23.0
Haptoglobin (mg/dl)	83.2 ± 35.6	84.6 ± 31.9	64.3 ± 23.6‡	65.7 ± 41.3‡	59.4 ± 32.7‡

Values are mean ± SD.

\*† Student's test: \*  $p < 0.01$ , †  $p < 0.05$ .

‡ Mann-Whitney's test: ‡  $p < 0.05$ .

TABLE 4  
PREVALENCE OF INADEQUATE IRON INTAKE, IRON DEFICIENCY AND ANEMIA

	Iron Intake (< 15 mg/day)		Ferritin (< 20 ng/ml)		Hemoglobin (< 12 g/dl)	
	Cases	%	Cases	%	Cases	%
Control	73	89.0	25	30.4	5	6.0
Karate	12	63.1	9	47.3	2	10.5
Handball	16	80.0	7	35.0	1	5.0
Basketball	8	40.0	9	45.0	4	20.0
Runners	17	68.0	7	28.0	0	—
Total athletes	53	63.0	32	38.0	7	8.3



# ΕΘΝΙΚΗ ΟΜΑΔΑ ΠΕΤΟΣΦΑΙΡΙΣΗΣ ΑΝΔΡΩΝ ΕΛΛΑΔΑΣ

## Αιματολογικά στοιχεία (Ιούλιος 1994)

ΑΘΛΗΤΕΣ	Hb g/dl	Hct %	MCV fl	Σίδηρος μg/dl	Φερριτίνη μg/l
1	14.5	45.1	92.5	106.5	40.0
2	16.0	49.5	91.2	87.8	15.2
3	14.7	45.4	91.4	117.0	182.0
4	13.5	42.4	93.9	67.8	77.2
5	14.7	44.6	89.7	87.8	58.5
6	15.9	49.9	93.0	81.7	21.8
7	13.4	43.2	90.8	86.5	20.2
8	15.2	46.9	83.7	93.9	28.5
9	14.8	46.4	93.8	84.4	21.4
10	12.9	41.4	92.2	72.3	9.5
11	15.4	47.7	89.5	125.2	34.2
12	14.9	46.8	89.6	123.6	38.9
13	15.1	46.5	97.2	94.8	70.0
14	14.1	43.6	91.0	71.8	61.6



# ΕΘΝΙΚΗ ΟΜΑΔΑ ΠΕΤΟΣΦΑΙΡΙΣΗΣ ΓΥΝΑΙΚΩΝ ΕΛΛΑΔΑΣ

## Αιματολογικά στοιχεία (Δεκέμβριος 1994)

<b>ΑΘΛΗΤΡΙΕΣ</b>	<b>Hb g/dl</b>	<b>Hct %</b>	<b>MCV fl</b>	<b>Σίδηρος μg/dl</b>	<b>Φερριτίνη μg/l</b>
1	13.6	41.7	87.6	96.4	36.4
2	13.2	39.5	87.5	74.1	16.4
3	10.9	34.5	64.4	58.2	33.2
4	14.6	44.2	87.9	106.2	32.9
5	13.7	41.9	90.3	54.3	8.9
6	13.2	39.1	83.2	55.2	9.1
7	13.7	42.1	87.1	70.0	15.1
8	13.8	42.3	83.7	70.8	14.4
9	13.7	42.0	86.8	64.7	19.4
10	14.0	40.3	90.8	105.2	24.4
11	14.5	44.9	86.7	68.9	19.5
12	13.8	42.6	89.6	73.1	19.0
13	12.3	37.7	87.4	61.7	14.4
14	11.5	36.7	90.9	68.7	12.3
15	13.0	44.8	86.8	70.8	39.9



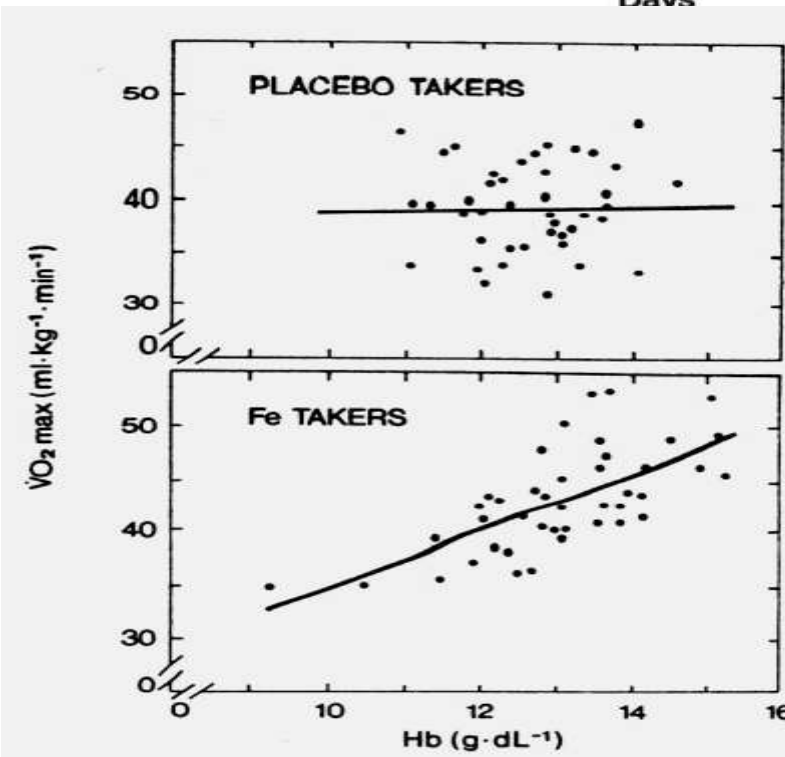
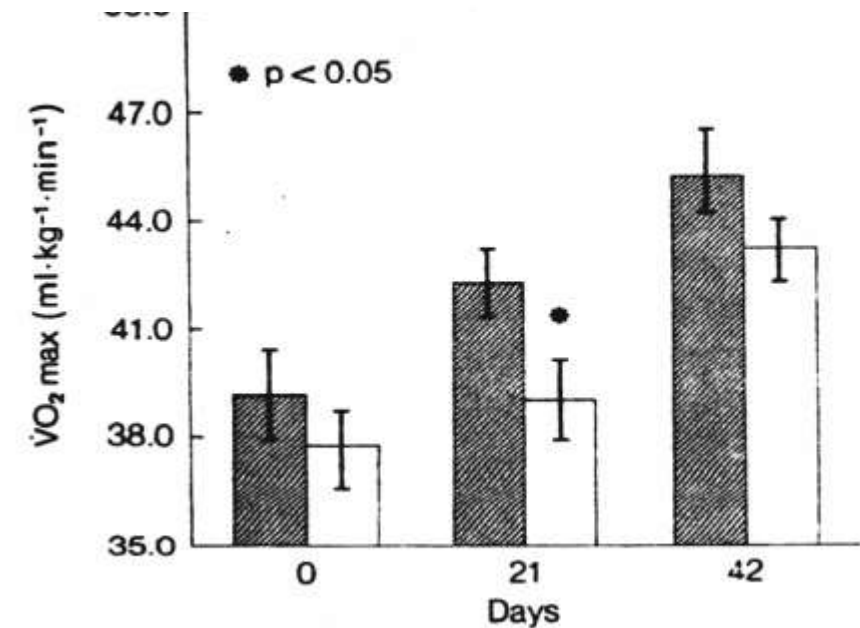
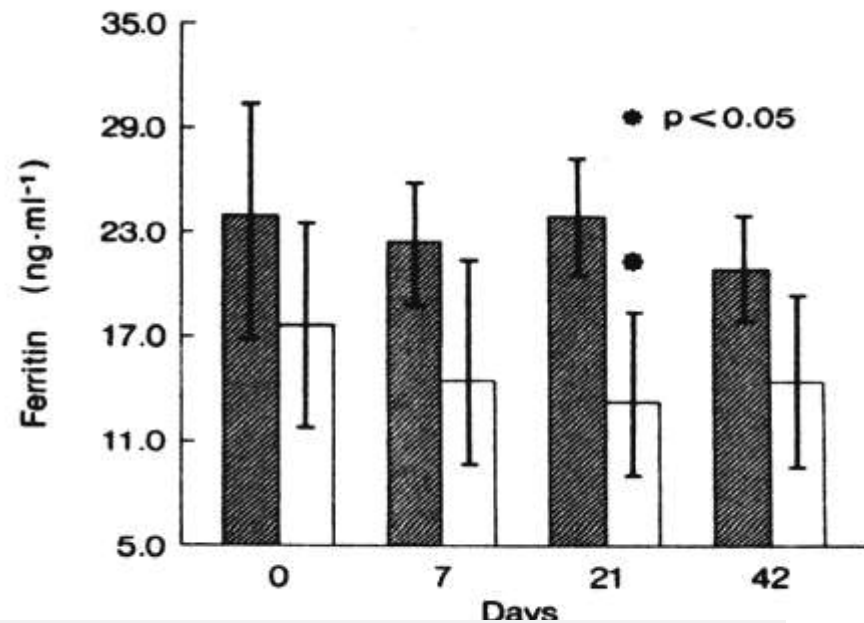
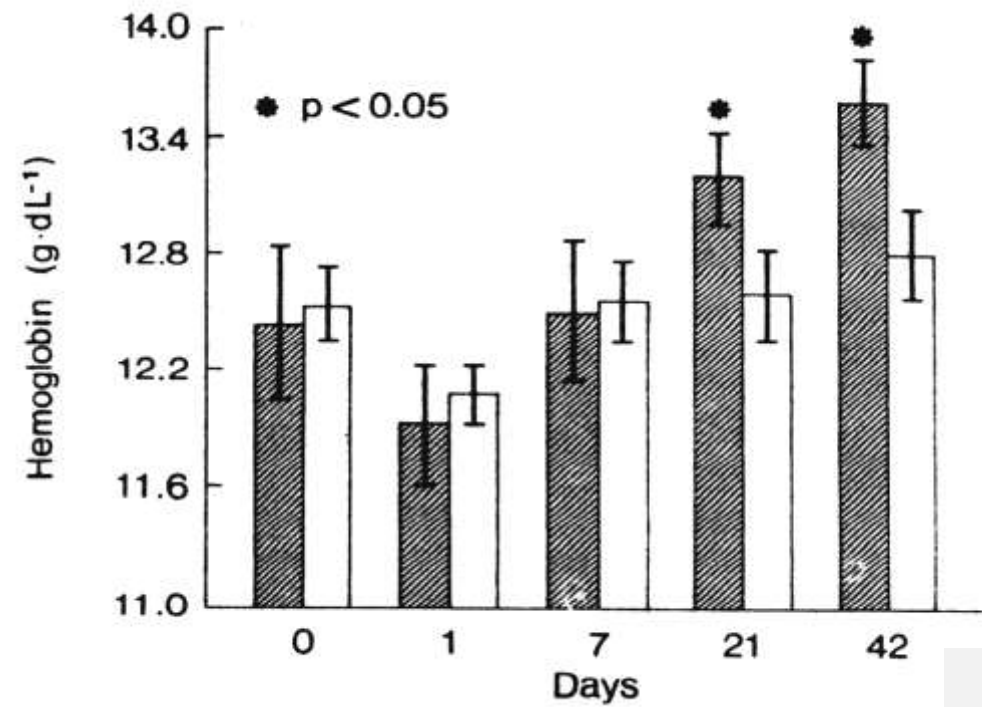
# Πώς «διορθώνεται» η αναιμία

- Αύξηση της πρόσληψης σιδήρου με τη διατροφή ή με χορήγηση συμπληρωμάτων σιδήρου
  - ◆ Η συνιστώμενη μέση ημερήσια πρόσληψη σιδήρου είναι 10 mg για τους άνδρες και 15-18 mg για γυναίκες πριν την εμμηνόπαυση
  - ◆ Η χορήγηση συμπληρωμάτων εξαρτάται από τη σοβαρότητα της έλλειψης. Π.χ. για μέτρια έλλειψη σιδήρου, 325 mg θειούχου σιδήρου 2-3 φορές/εβδομάδα, ενώ για σοβαρή έλλειψη, 325 mg 3 φορές/ημέρα επί 1-2 μήνες (Eichner 1988)

## ΟΜΩΣ

η πρόληψη είναι πάντα προτιμότερη από τη θεραπεία !!!





Magazanic et al.  
(1991).

Effect of an iron  
supplement on body  
iron status and  
aerobic capacity of  
young training  
women.

*Eur. J. Appl. Physiol.*  
62: 317-323.

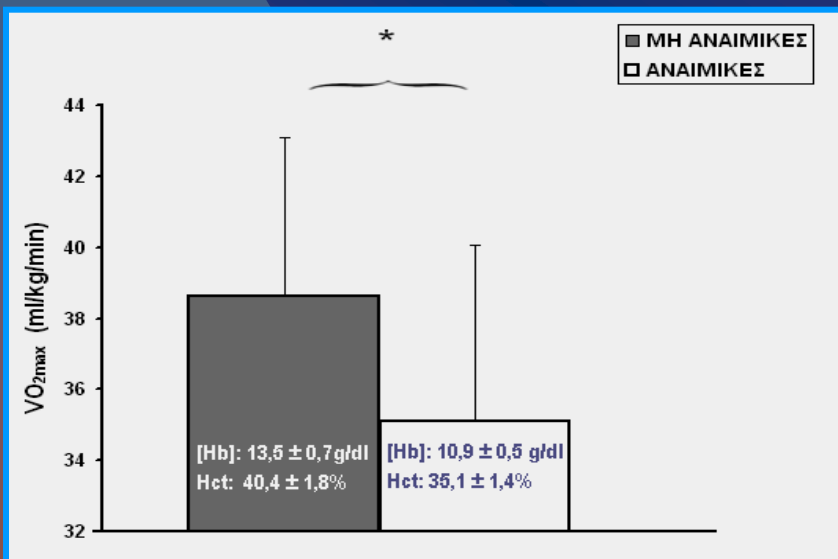


## ΗΠΙΑ ΑΝΑΙΜΙΑ ΚΑΙ ΑΕΡΟΒΙΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΦΥΣΙΚΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΩΝ ΝΕΑΡΩΝ ΓΥΝΑΙΚΩΝ

Μανωλάκη Ν., Τριανταφύλλου Δ., Γεωργοπούλου Ο., Κομπούρα Σ., Κοσκολού Μ.

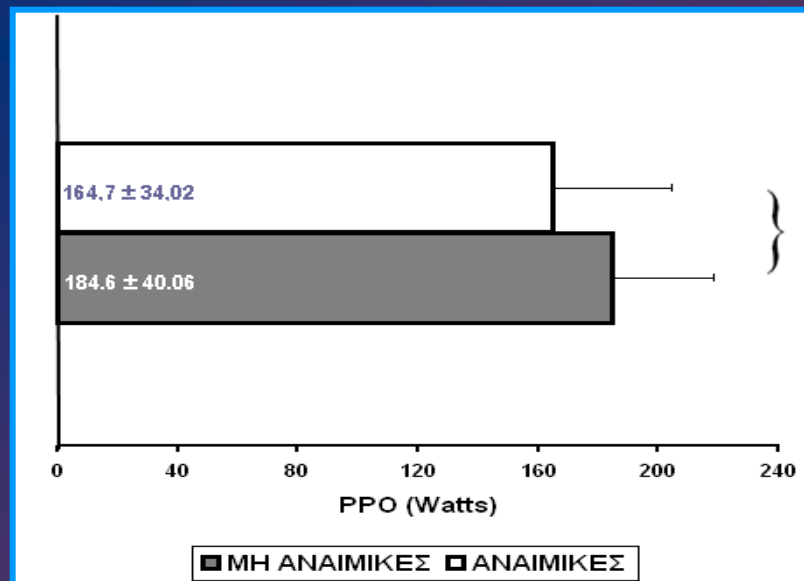
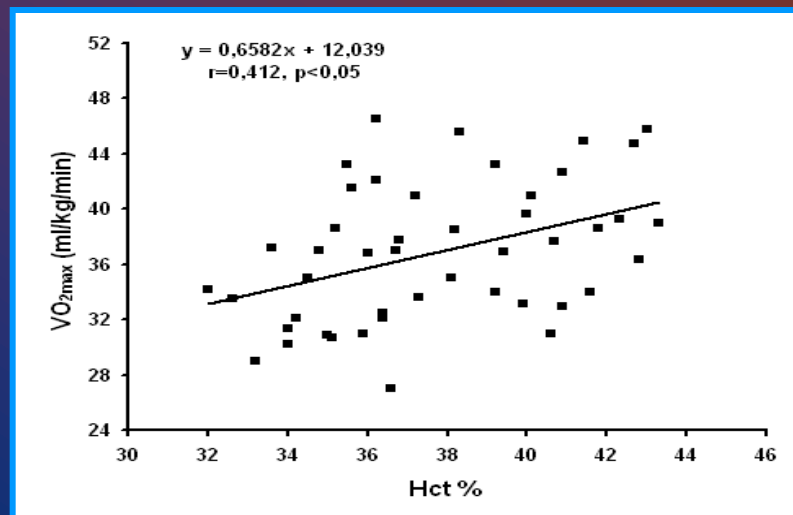
Τομέας Αθλητιατρικής και Βιολογίας της Άσκησης,  
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού,  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν να διερευνήσει εάν ήπια επίπεδα αναιμίας επηρεάζουν σημαντικά τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ( $VO_{2max}$ ) σε νεαρές κοπέλες με μέτρια φυσική δραστηριότητα.



### Συμπέρασμα

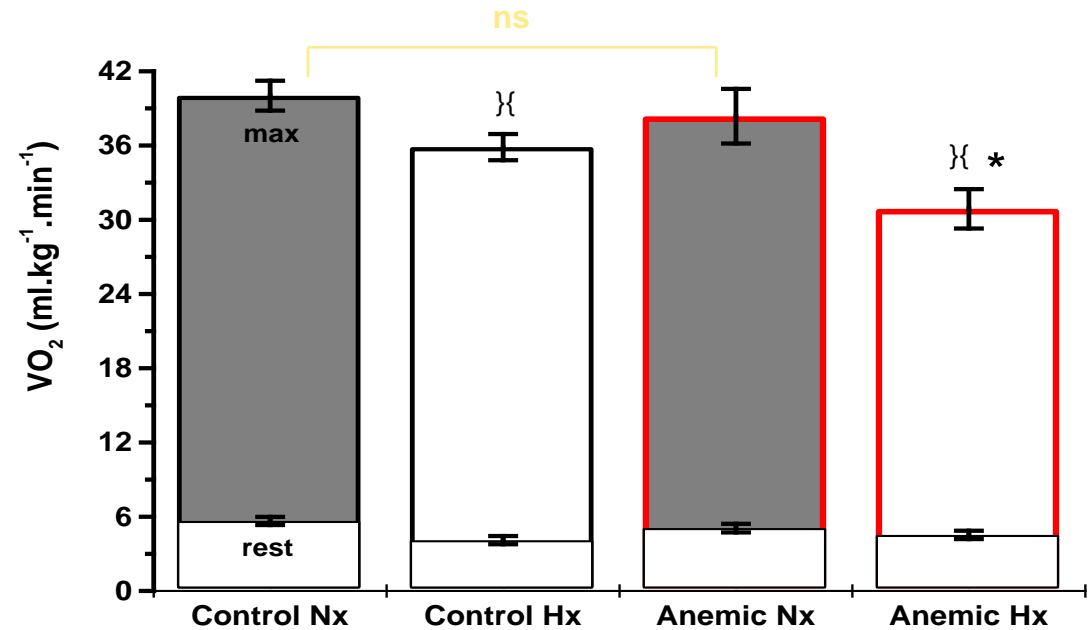
- Η  $VO_{2max}$  επηρεάζεται σημαντικά ακόμη και από ήπια αναιμία σε νεαρές κοπέλες, μετριάζοντας τους την ικανότητα για αερόβιο έργο.
- Η διατήρηση φυσιολογικών επιπέδων αιμο-σφαιρίνης και αιματοκρίτη θα πρέπει να αποτελεί βασικό μέλημα σε φυσικά δραστήριες νεαρές γυναίκες ώστε να μην περιορίζεται η αντοχή τους.



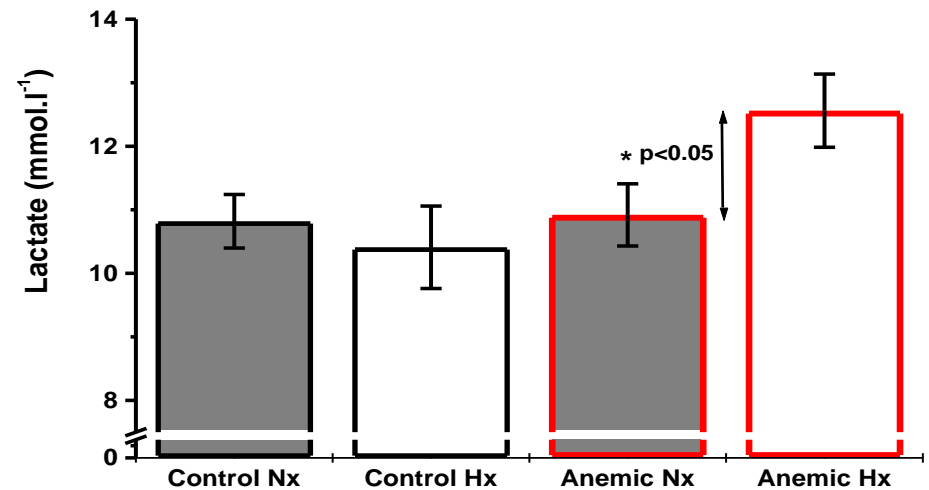
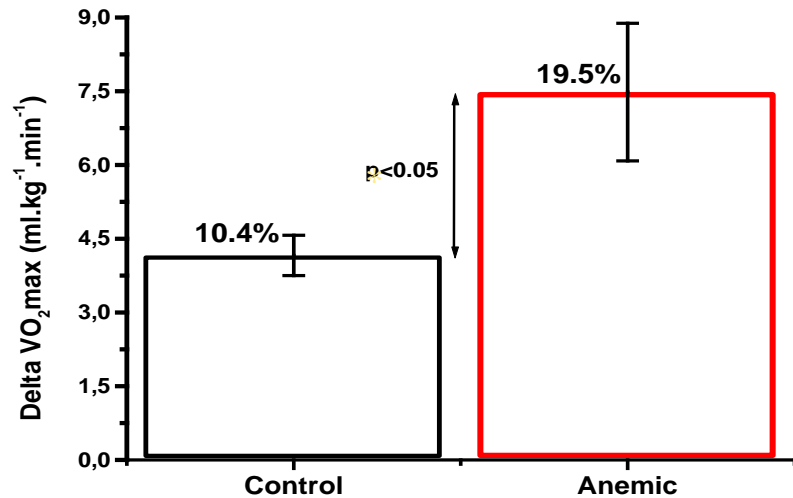


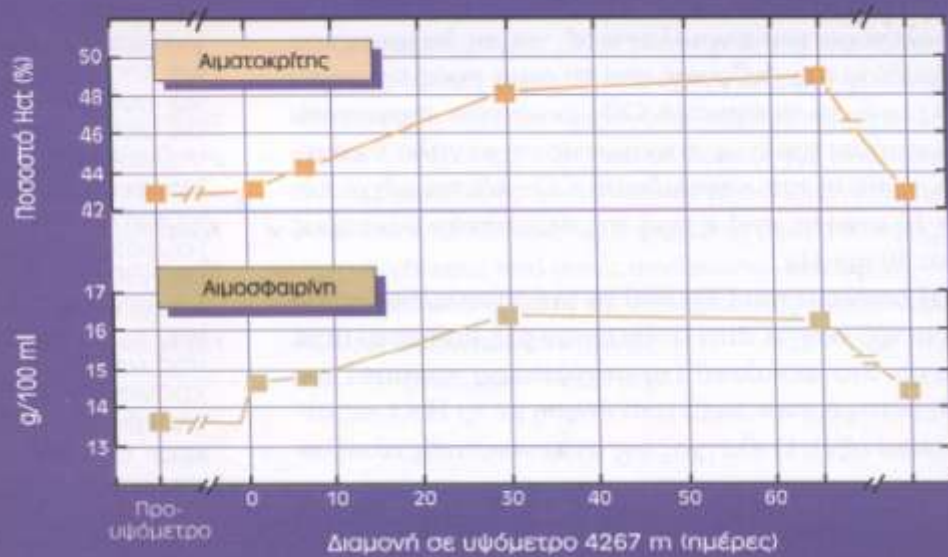
Koskolou, Komboura et al. 2006

## Maximal Oxygen Uptake of mildly anemic individuals exposed to hypoxia (FIO<sub>2</sub> 14%)

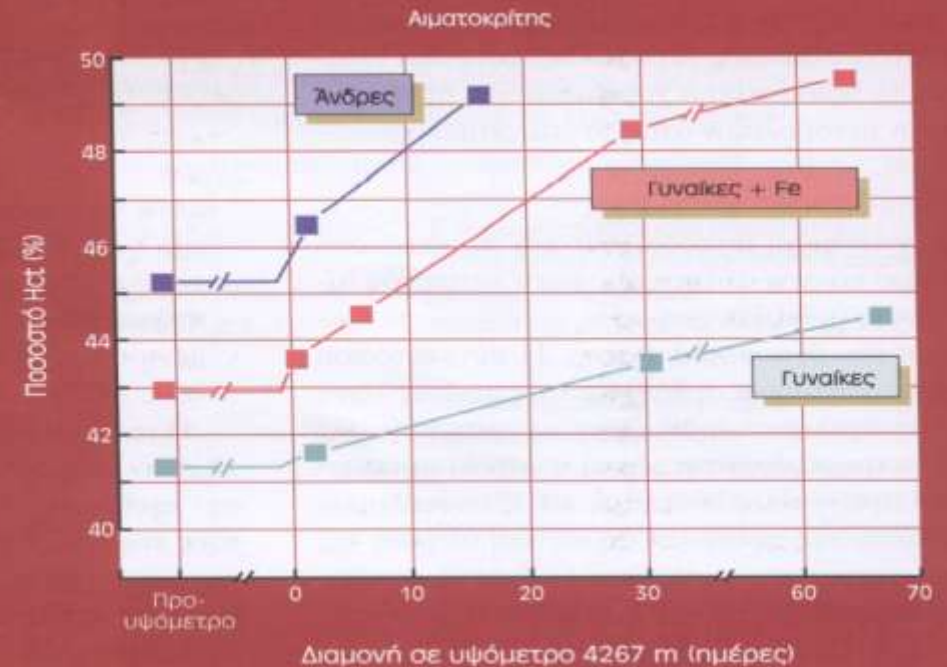


{: Nx vs. Hx; \*: CHx vs. AHx; p<0.05





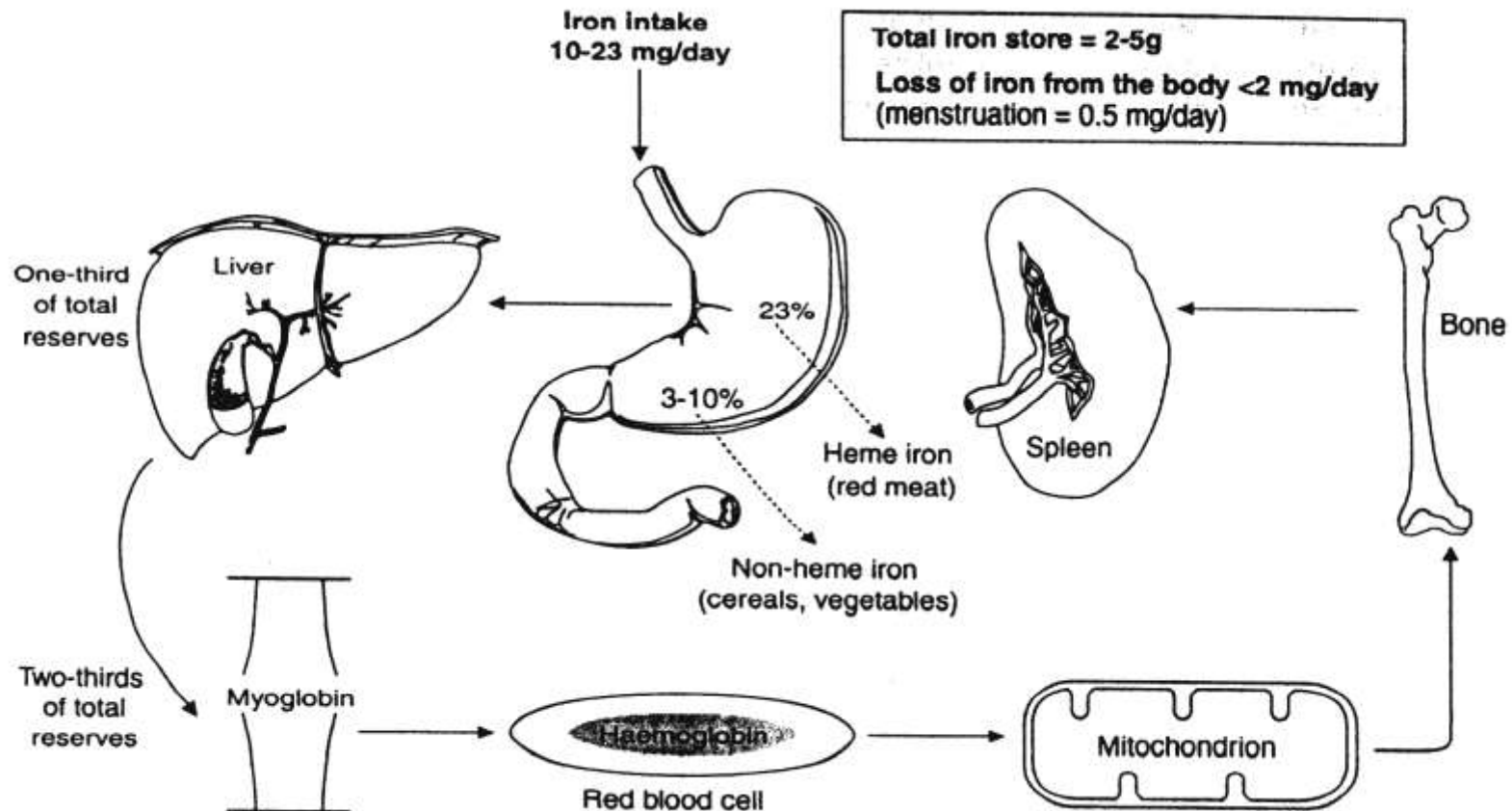
in adult elite sports, a ferritin value of 50 mcg/l should be attained in athletes prior to altitude training, as iron demands in these situations are increased.



## ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΣΙΔΗΡΟΥ ΣΤΟ ΣΩΜΑ

2-5 g αποθηκευμένου σιδήρου στο σώμα, από το οποίο:

- περίπου τα 2/3 είναι με τη μορφή αιμοσφαιρίνης, μυοσφαιρίνης και μιτοχονδριακών ενζύμων (κυτοχρώματα) και
- περίπου το 1/3 βρίσκεται στα οστά, στο συκώτι και στη σπλήνα



# Εκτιμούμενες απαιτήσεις σε σίδηρο σε Mg ανά ημέρα

	Εξωτερικές απώλειες*	Έμμηνα	«Κόστος» εγκυμοσύνης	Ανάπτυξη	Απαιτήσεις σιδήρου	Ημερήσιες απαιτήσεις πρόσληψης§
Ενήλικες άνδρες (50-100 kg)	0.65-1.3				0.65-1.3	6.5-13
Γυναίκες χωρίς εμμηνόρροια (45-70 kg)	0.6-0.9				0.6-0.9	6-9
Γυναίκες με εμμηνόρροια (45-70 kg)	0.6-0.9	0.1-1.4			0.7-2.3	7-23
Εγκυμοσύνη (50-80 kg)	0.65-1.0		1.0-2.5		1.65-3.5	16.5-35
Έφηβα αγόρια (50-100 kg)	0.65-1.3			0.35-0.7	1-2	10-20
Έφηβα κορίτσια (45-70 kg)	0.6-0.9	0.1-1.4		0.3-0.45	1-2.7	10-27
Παιδιά°					0.4-1	4-10
Βρέφη°					0.5-1.5	5-15

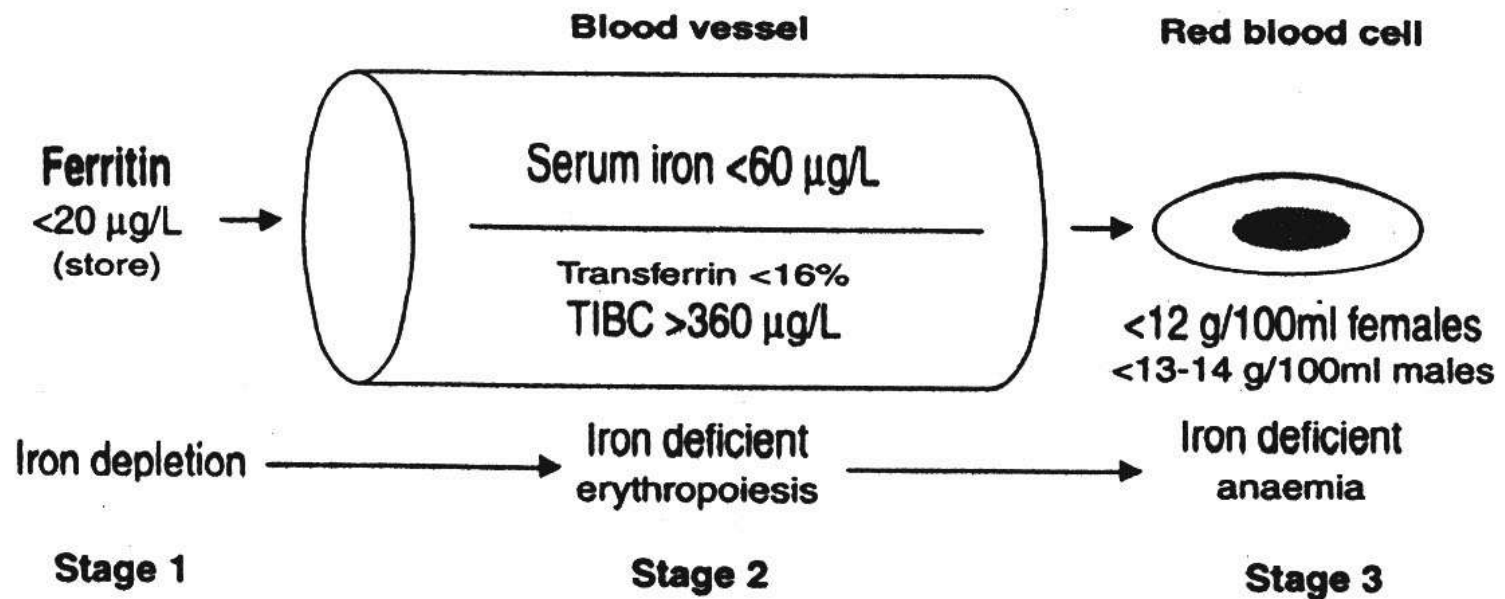
\* 0.013 mg•kg-1

° Εκτίμηση από την αρμόδια επιτροπή για την έλλειψη σιδήρου

§ Εκτιμώντας 10% απορρόφηση. Οι αριθμοί δίνονται στην παρούσα στήλη με την παραδοχή ότι οι ημερήσιες απαιτήσεις σιδήρου σε ένα υγιές άτομο εξαρτώνται από την ηλικία, το μέγεθος του σώματος, την φύση των διατροφικών πηγών σιδήρου και άλλους παράγοντες. Επομένως, διαφέρουν από τις ημερήσιες προτεινόμενες δόσεις οι οποίες έχουν επιλεγεί αυθαίρετα, με βάση τον μέσο όρο των αναγκών.



# Έλλειψη σιδήρου --> Σιδηροπενική αναιμία (3 στάδια\*)



\* Bothweel et al. (1979). *Iron Metabolism in Man*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1-576.

ΠΗΓΗ: Chatard et al. (1999). Anaemia and Iron deficiency in Athletes, Practical Recommendations for Treatment. *Sports Med.* 27(4): 229-40.



# Συμβουλές για πρόσληψη σιδήρου με τη διατροφή

- ◆ τροφές πλούσιες σε σίδηρο είναι:

κόκκινο κρέας, συκώτι, αυγά, σπανάκι, πράσινα λαχανικά, όσπρια, ξηρά δαμάσκηνα και βερύκοκκα κ.ά.

- ◆ καταναλώστε περισσότερο κόκκινο κρέας

- ◆ διευκολύνετε την απορρόφηση του σιδήρου από το ψωμί και τα δημητριακά αποφεύγοντας να πίνετε τσάϊ ή καφέ κατά το φαγητό και αντικαθιστώντας το με μια πηγή βιταμίνης C (π.χ. χυμό πορτοκαλιού)

- ◆ συνδυάζετε την κατανάλωση πουλερικών ή θαλασσινών με ξηρά φασόλια ή μπιζέλια. Η ζωϊκή πρωτεΐνη αυξάνει την απορρόφηση του σιδήρου των λαχανικών





# Πώς «διορθώνεται» η αναιμία

- **Αύξηση της ερυθροποιητίνης (της ορμόνης που ενεργοποιεί την παραγωγή ερυθροκυττάρων από τον μυελό των οστών)**
  - ◆ Διαμονή σε υψόμετρο
  - ◆ Λήψη σκευασμάτων ερυθροποιητίνης
- **Αύξηση της πρόσληψης σιδήρου με τη διατροφή ή με χορήγηση συμπληρωμάτων σιδήρου**
  - ◆ Η συνιστώμενη μέση ημερήσια πρόσληψη σιδήρου είναι 8-10 mg για τους άνδρες και 15-18 mg για γυναίκες πριν την εμμηνόπαυση
  - ◆ Η χορήγηση συμπληρωμάτων εξαρτάται από τη σοβαρότητα της έλλειψης



## Πώς «διορθώνεται» η αναιμία (συν.)

- Αποφυγή της αιμόλυσης από ποδοκρουσία φροντίζοντας οι δρομείς
  - ◆ να μην είναι υπέρβαροι,
  - ◆ να τρέχουν σε μαλακές επιφάνειες, όπως γρασίδι, χώμα, ταρτάν και
  - ◆ να φορούν αθλητικά παπούτσια με ειδική σόλα που απορροφά τους κραδασμούς





# Κίνδυνοι υπερβολικής πρόσληψης σιδήρου

- Υπερβολική ποσότητα φερριτίνης συνδέεται με αυξημένο κίνδυνο για νόσο της στεφανιαίας αρτηρίας (*Neimark et al. 1996*).
- Υπερβολική ποσότητα σιδήρου αποθηκευμένη στους ιστούς είναι τοξική και προκαλεί καταστροφές στο μυοκάρδιο, στο πάγκρεας και ιδιαίτερα στο συκώτι.



# Ευεργετικές επιδράσεις της άσκησης στα άτομα με αναιμία

- Αυξάνεται η καρδιακή παροχή, ο όγκος παλμού, η αιματική ροή και μειώνεται η συμπαθητική δραστηριότητα και οι περιφερικές αντιστάσεις
- Βελτιώνεται η κυκλοφορία του αίματος
- Αυξάνεται η αιμάτωση των ιστών
- Αυξάνεται η παραγωγή ερυθροκυττάρων
- Βελτιώνεται η αντοχή και η αντίσταση στην κόπωση
- Αυξάνεται η μυϊκή δύναμη
- Αυξάνονται τα επίπεδα ενέργειας στο σώμα
- **Βελτιώνεται η ποιότητα ζωής!**

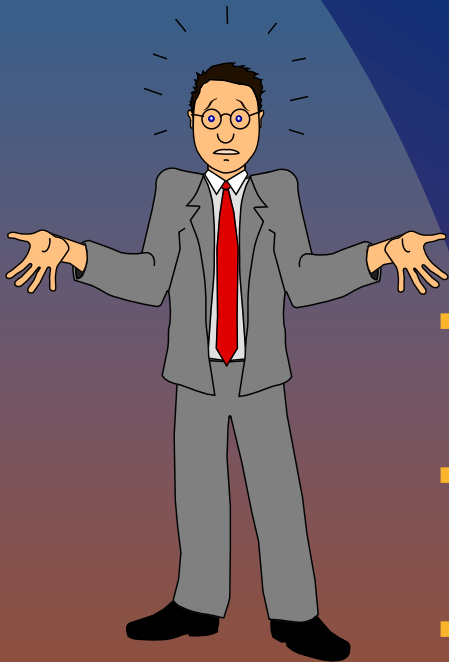


# Οδηγίες άσκησης για άτομα με αναιμία

- Ο κύριος στόχος είναι η βελτίωση της αντοχής
- Επιλέξτε δραστηριότητες που σας αρέσουν, κατά προτίμηση μέτριας έντασης, όπως ζωηρό περπάτημα, τζόκινγκ, κολύμπι, ποδήλατο
- Αποφύγετε υψηλής έντασης αεροβική γυμναστική, kick-boxing κ.ά. που θα σας κουράσουν υπερβολικά και θα σας κάνουν να νιώσετε υπερβολική αδυναμία και έλλειψη συντονισμού
- Αποφύγετε τις υψηλές τιμές καρδιακής συχνότητας και την έντονη εφίδρωση
- Συμπεριλάβετε στην προθέρμανση αναπνευστικές ασκήσεις
- Εάν είστε αγύμναστος, ξεκινήστε με συνεδρίες 10-15 λεπτών και προοδευτικά προσθέστε 5 λεπτά κάθε 2-4 εβδομάδες, έως ότου φτάσετε να γυμνάζεστε 30-60 λεπτά, 3-4 μέρες την εβδομάδα
- Δύο φορές την εβδομάδα κάνετε πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης (1-3 σετ ασκήσεων για τις κύριες μυϊκές ομάδες, 10-15 επαναλήψεις ανά σετ)
- Κάνετε συχνά διαλείμματα εάν νιώθετε ότι το χρειάζεστε
- Πάντοτε εναλλάσσετε τις ημέρες της άσκησης με ημέρες ξεκούρασης
- Λόγω της πιθανότητας εμφάνισης δυσάρεστων συμπτωμάτων κατά την άσκηση (όπως πονοκέφαλος, πόνος στο στήθος, ναυτία, δύσπνοια, ταχυκαρδία), φροντίστε να μη να ασκείστε μόνος σας αλλά με παρέα



# Συμπεράσματα



- Η αναιμία σχετίζεται άμεσα με την ικανότητα για φυσική δραστηριότητα
- Κατά την άσκηση επιστρατεύονται μηχανισμοί που αντισταθμίζουν την μειωμένη μεταφορά  $O_2$  λόγω έλλειψης αιμοσφαιρίνης. Οι μηχανισμοί αυτοί είναι αποτελεσματικοί κατά την υπομέγιστη αλλά όχι κατά τη μέγιστη προσπάθεια
- Τα αναιμικά άτομα “έχουν δικαίωμα στην άσκηση” (ενδεικνύεται άσκηση υπομέγιστης έντασης)
- Τα αναιμικά άτομα που έχουν καλή φυσική κατάσταση αντιμετωπίζουν πιο εύκολα την κατάστασή τους
- Οι αθλητές/τριες που έχουν πρόβλημα αναιμίας πρέπει να το παρακολουθούν και να το αντιμετωπίζουν συστηματικά. Καλή σωματική απόδοση δεν νοείται όταν υπάρχει πρόβλημα αναιμίας

