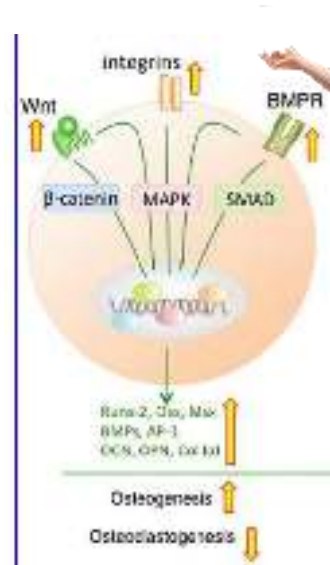
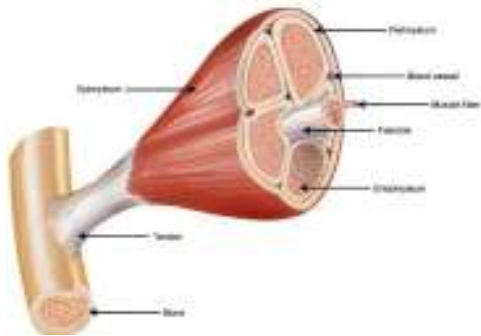


Μεταβολές της **αντοχής**, της μυϊκής **δύναμης** και της **ισχύος** ως αποτέλεσμα **απότομης μείωσης του όγκου** ή/και της **έντασης της προπόνησης**: απόδοση και φυσιολογικοί μηχανισμοί



Γρηγόρης Μπογδάνης, PhD, Καθηγητής Σ.Ε.Φ.Α.Α
Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Μείωση της
προπόνησης

```
graph TD; A[Μείωση της προπόνησης] --> B[Καρδιοαναπνευστική αντοχή]; A --> C[Μυϊκή δύναμη και ισχύς]; A --> D[Οστική πυκνότητα και αρχιτεκτονική & τένοντες]; B --> E[↓ Απόδοσης]; B --> F[Υγεία]; C --> E; C --> F; D --> F;
```

Καρδιοαναπνευστική
αντοχή

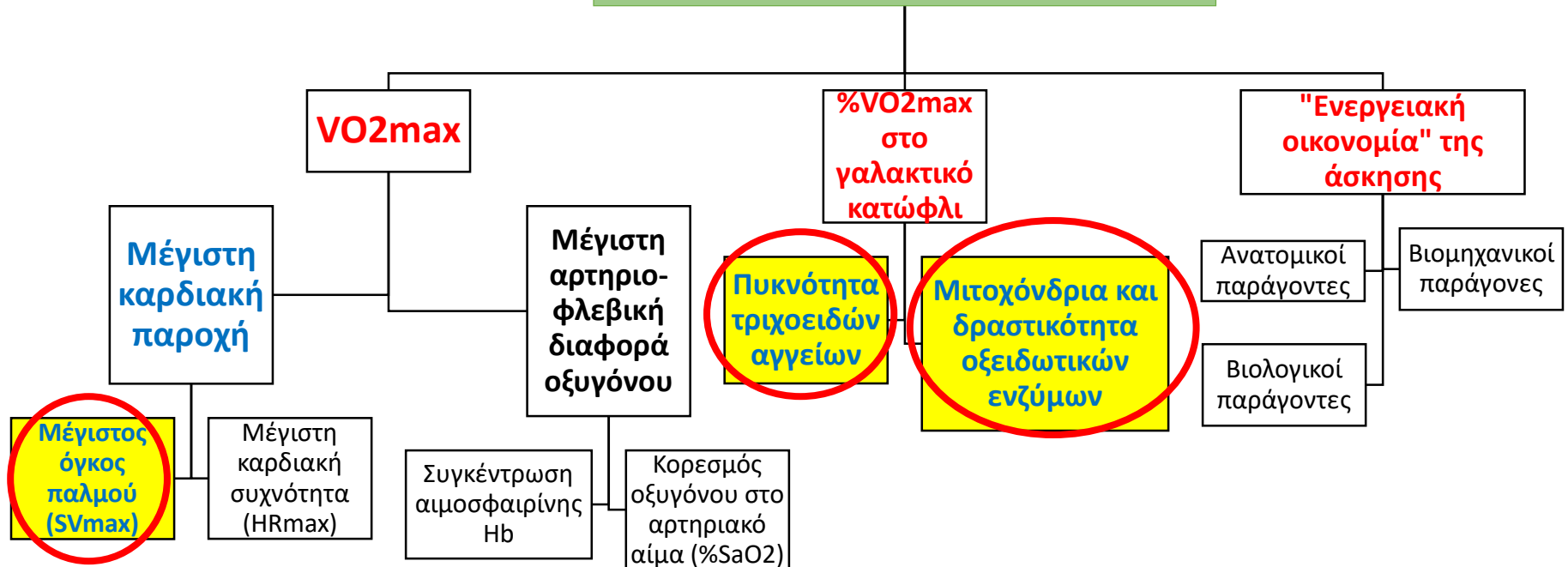
Μυϊκή δύναμη
και ισχύς

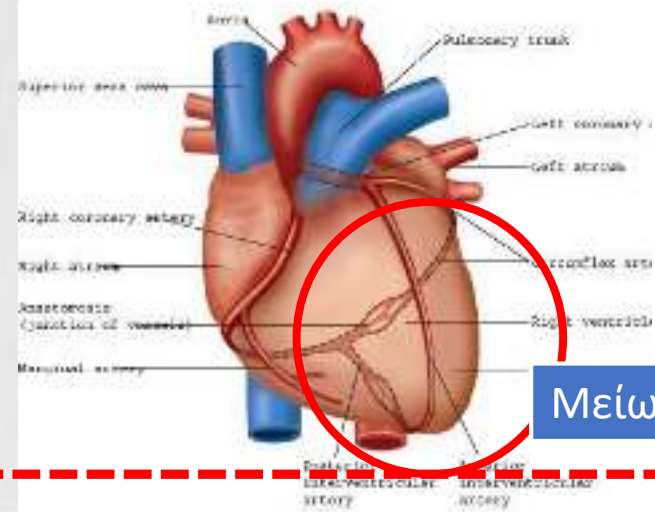
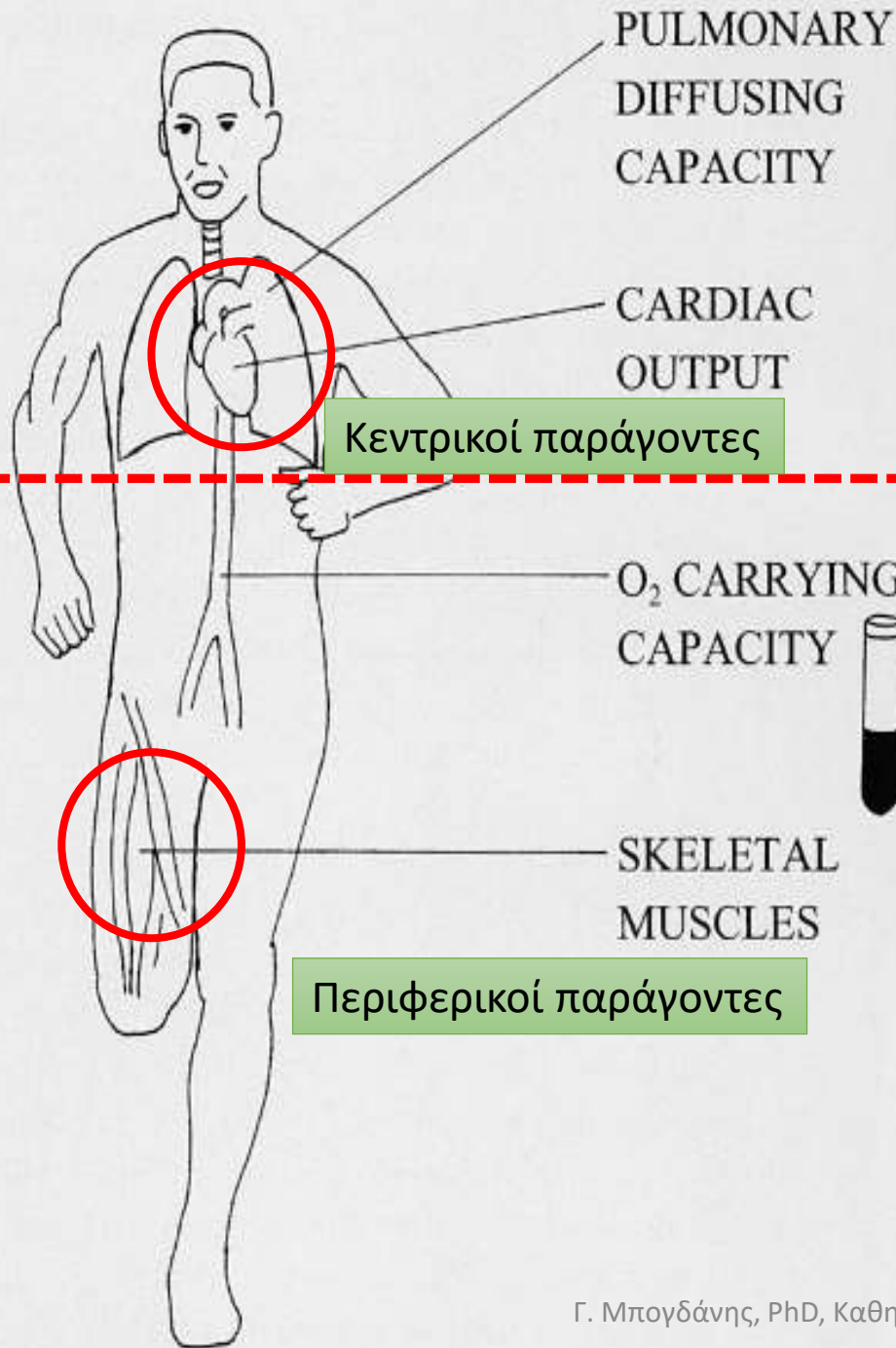
Οστική πυκνότητα
και αρχιτεκτονική
& τένοντες

↓ Απόδοσης

Υγεία

Καρδιοαναπνευστική αντοχή





Μείωση VO₂max



Μείωση γαλακτικού κατωφλίου

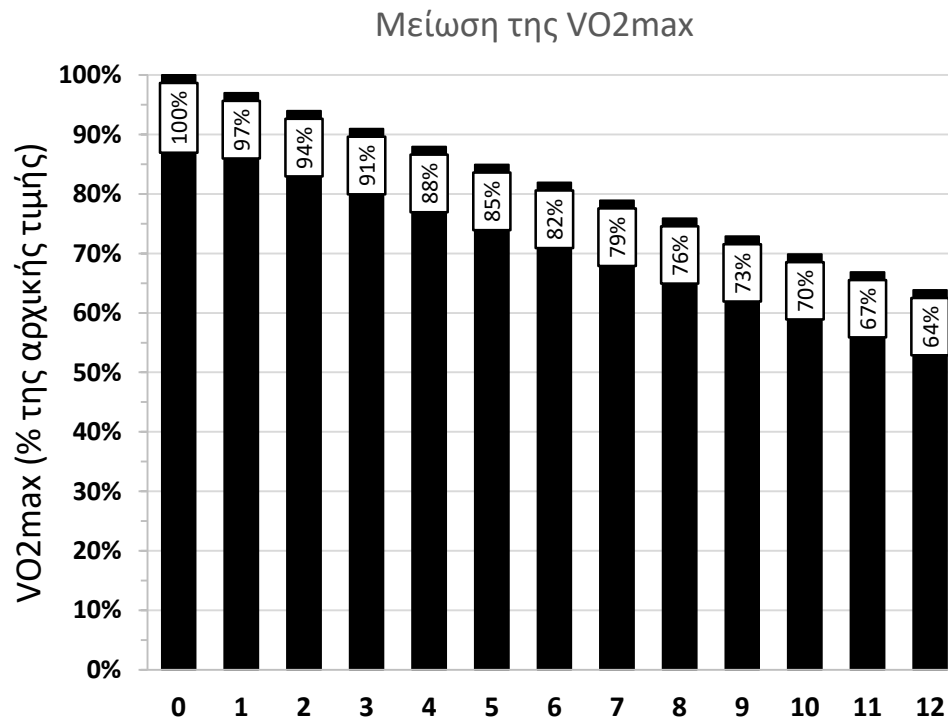


Bed rest and spaceflight studies

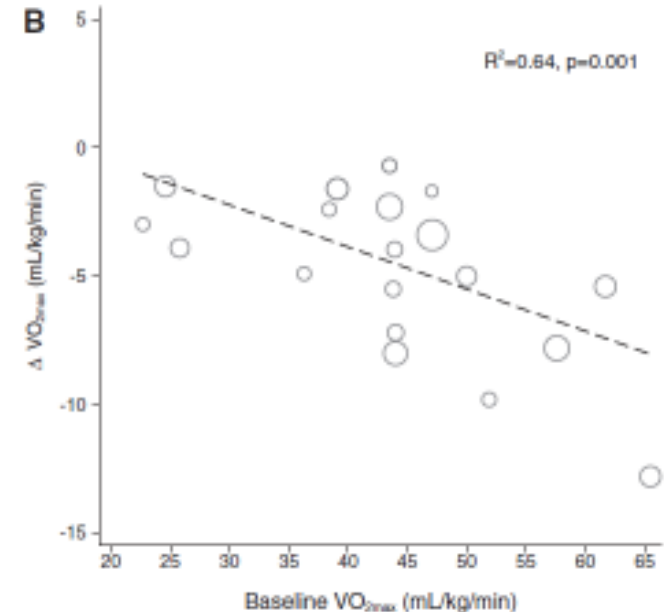
Μελέτες κυρίως σε νέους (22-34 ετών)

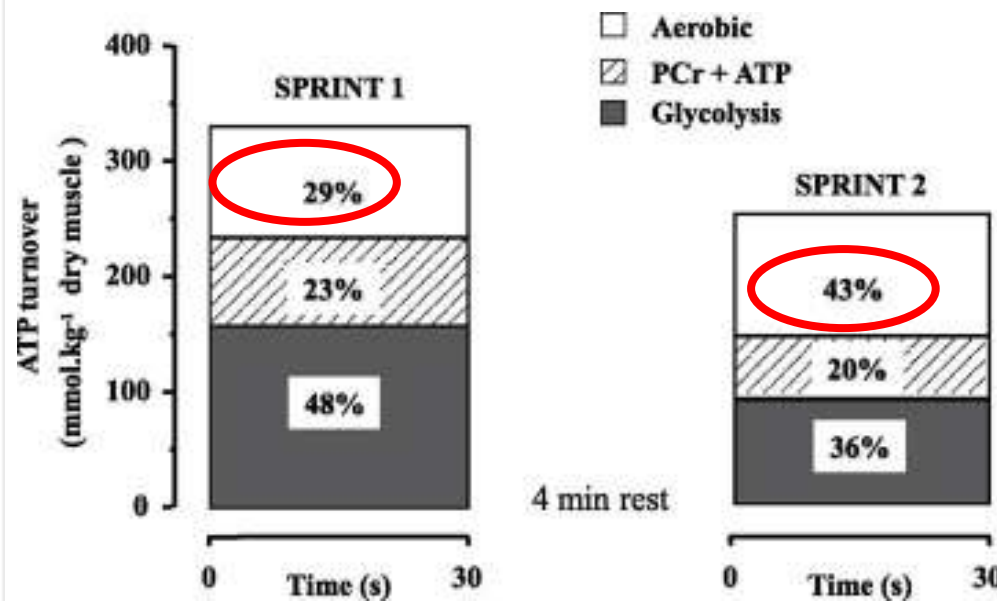
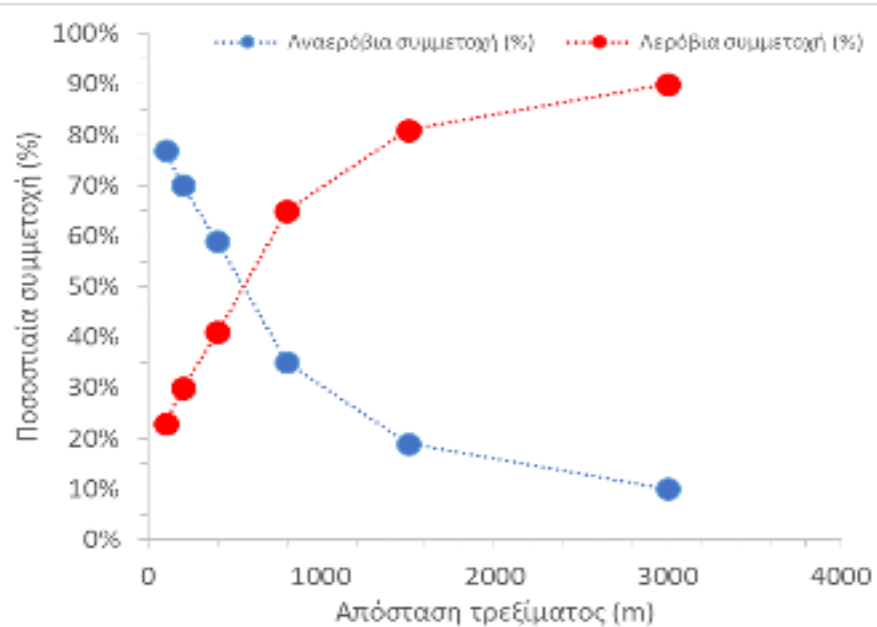
Όσο υψηλότερη είναι η VO2max, τόσο πιο μεγάλος είναι ο ρυθμός της μείωσής της

VO2max μειώνεται γραμμικά (2.1-3.0% την εβδομάδα)
Σε αθλητές φαίνεται ότι ο ρυθμός πτώσης είναι μικρότερος



- Μείωση **όγκου παλμού 10-17%** (ατροφία του καρδιακού μυός και
- Απώλεια **όγκου πλάσματος (5-12%)**
- Μείωση **όγκου μιτοχονδρίων, οξειδωτικών ενζύμων και τριχοειδών αγγείων (6% σε 10-15 μέρες)**
- Αύξηση δραστηριότητας του **συμπαθητικού** συστήματος (αύξηση HR σε υπομέγιστη άσκηση 5-10%)

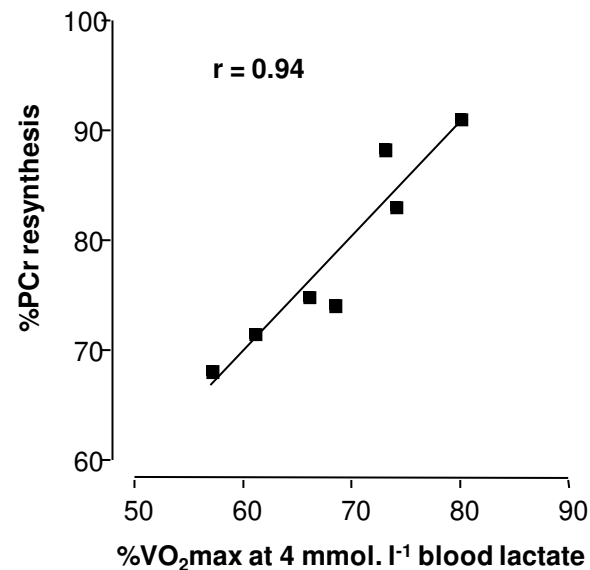
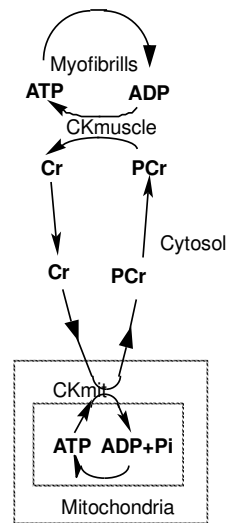




Μείωση της απόδοσης σε αγωνίσματα που συνεισφέρει σημαντικά ο αερόβιος μεταβολισμός

Σημαντική συνεισφορά του αερόβιου μεταβολισμού στην «ειδική αντοχή»

Γαλακτικό κατώφλι και ρυθμός ανασύνθεσης της φωσφοκρεατίνης

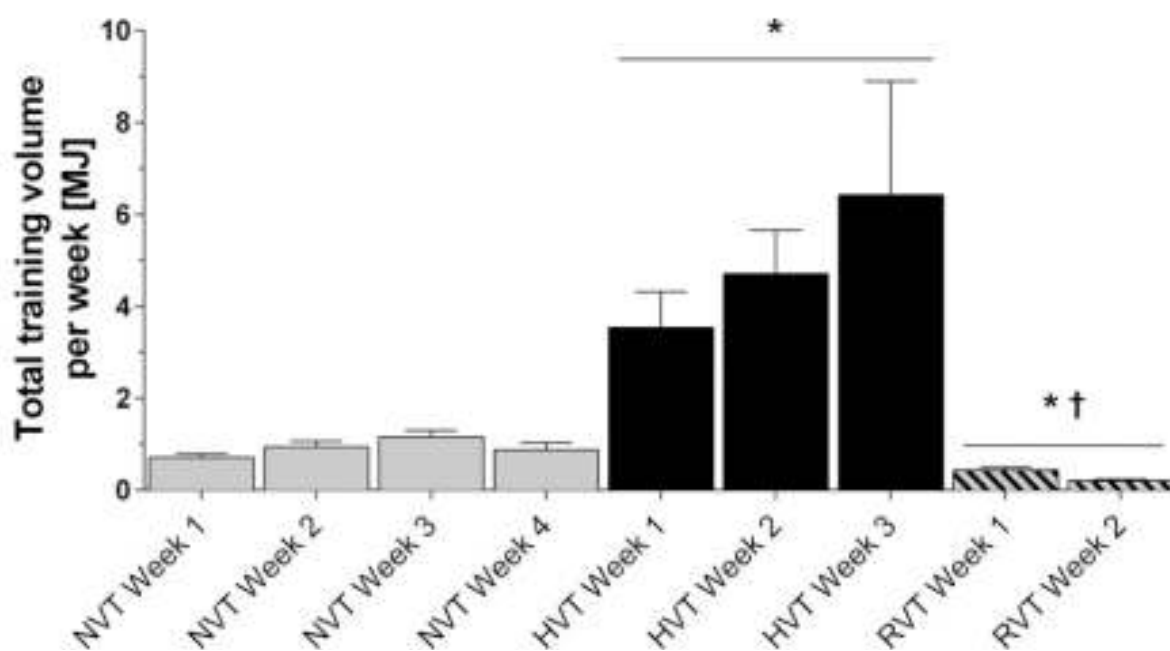


- Το γαλακτικό κατώφλι σχετίζεται με την ανασύνθεση της φωσφοκρεατίνης και συνεπώς με την αποκατάσταση της απόδοσης κατά τη διάρκεια έντονης επαναλαμβανόμενης άσκησης



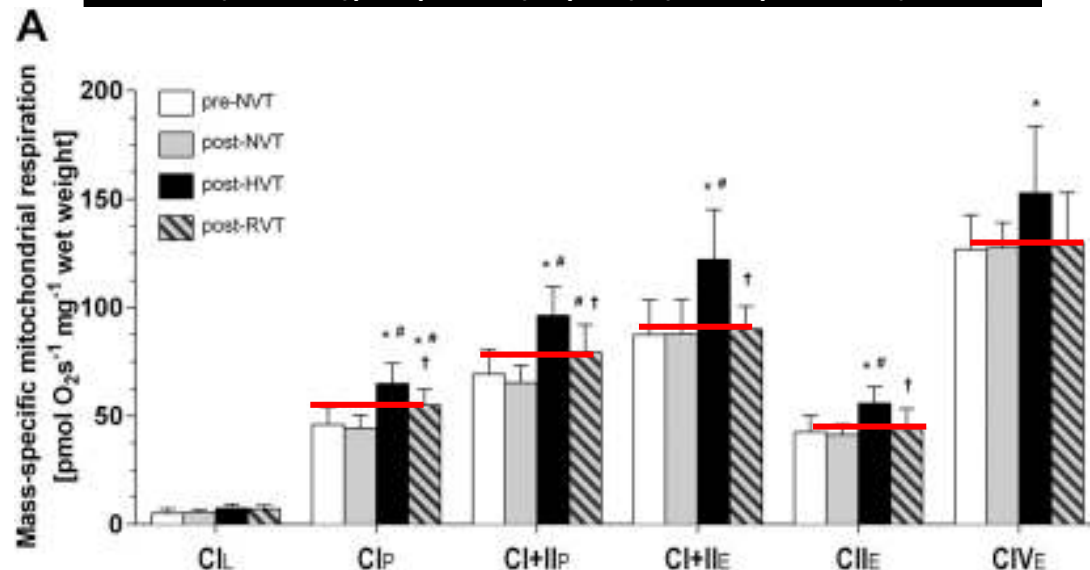
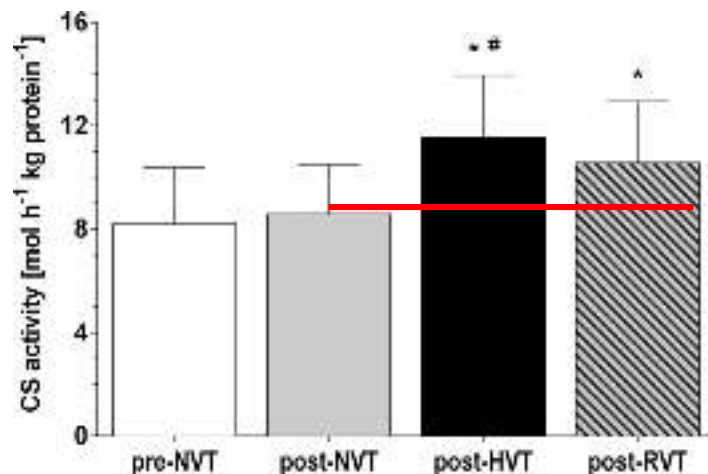
Holloszy and Coyle, 1984; Bogdanis et al., 1996, Bogdanis 2012

Γ. Μπογδάνης, PhD, Καθηγητής ΣΕΦΑΑ ΕΚΠΑ

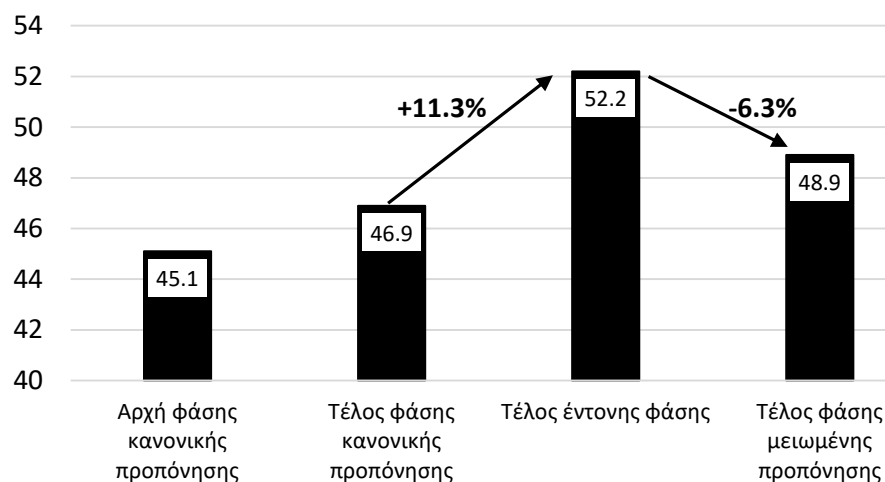


Φάση	Ένταση	Συχνότητα	Διάρκεια
«Κανονικής προπόνησης»	4 – 7 x 4 min (Δ: 2 min)	35%, 50%, 65%, 75% [Δ(peak-LT) + LT]	3 φορές/εβδ. 4 εβδομάδες
«Έντονης προπόνησης»	4 – 7 x 4 min (Δ: 2 min) ή 8-22 x 2 min (Δ: 1 min)	30% - 80% [Δ(peak-LT) + LT] 30% - 80% [Δ(peak-LT) + LT]	Διπλές προπονήσ εις 3 φορές/εβδ. 4 εβδομάδες
«Μείωσης της προπόνησης»	4 x 4 min (Δ: 2 min) ή 1-5 x 2 min (Δ: 1 min)	70% [Δ(peak-LT) + LT] 80-90% [Δ(peak-LT) + LT]	2-3 φορές/εβδ. 2 εβδομάδες

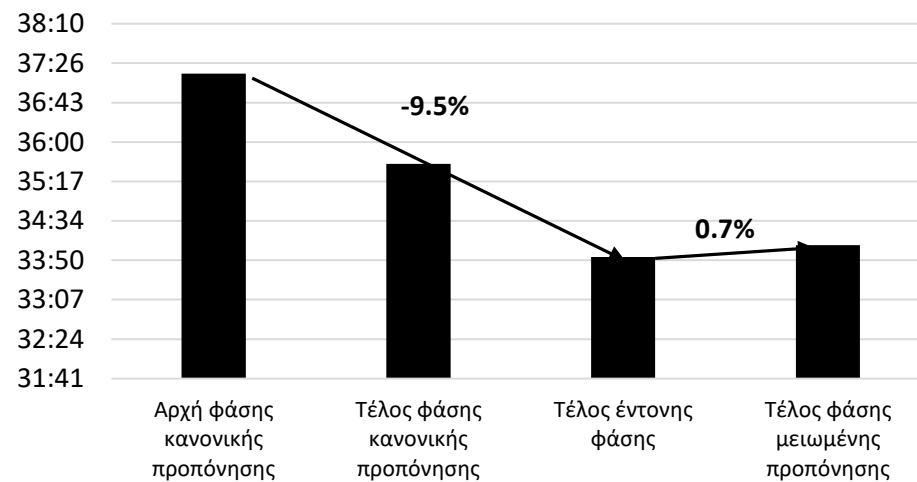
Δείκτες οξειδωτικής φωσφορυλίωσης (σύστημα μεταφοράς ηλεκτρονίων)



VO₂max (ml/kg/min)



Χρόνος 20 km (ποδήλατο)

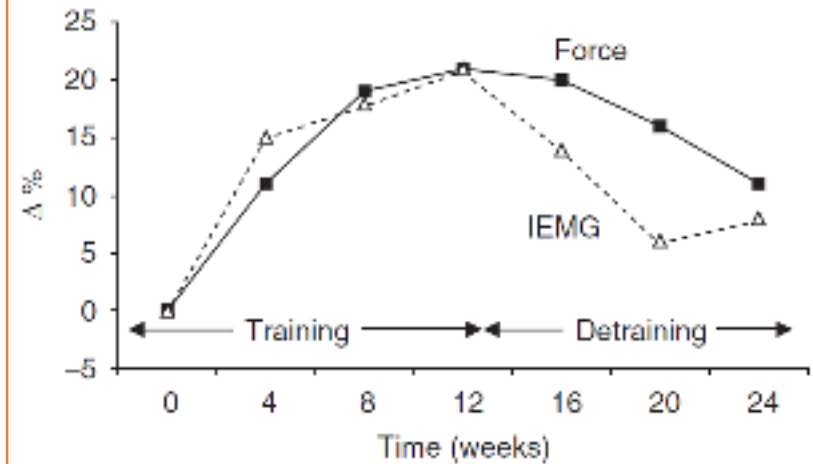


Granata et al., 2016

Μυϊκή δύναμη και ισχύς

Μεταβολές στους μυς

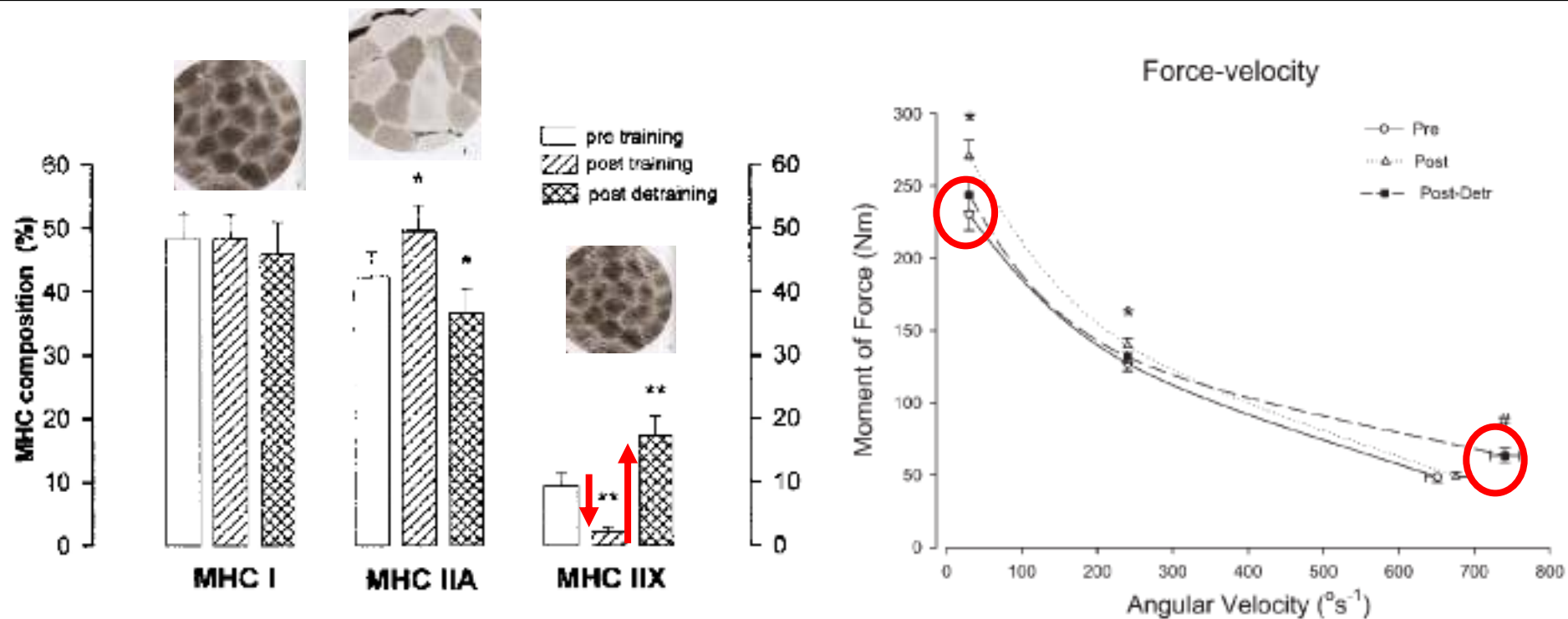
- Μικρές αλλαγές στην μυϊκή σύσταση στις πρώτες 15 μέρες
- Μείωση της **εγκάρσιας επιφάνειας των μυϊκών ινών** (ιδίως των ινών ταχείας σύσπασης)
- Μείωση της **νευρομυϊκής ενεργοποίησης**



Μεταβολές στη δύναμη και ισχύ

- Μικρές αλλαγές στην μέγιστη ισομετρική και «σύγκεντρη» δύναμη στις πρώτες 15 μέρες
- Μεγαλύτερη μείωση στην **«έκκεντρη» δύναμη, στην ισχύ και στο ρυθμό ανάπτυξης δύναμης (RFD)**
- **2-3.5% ανά εβδομάδα**, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις φτάνει και το 7% (όταν η δύναμη έχει αυξηθεί πρόσφατα)

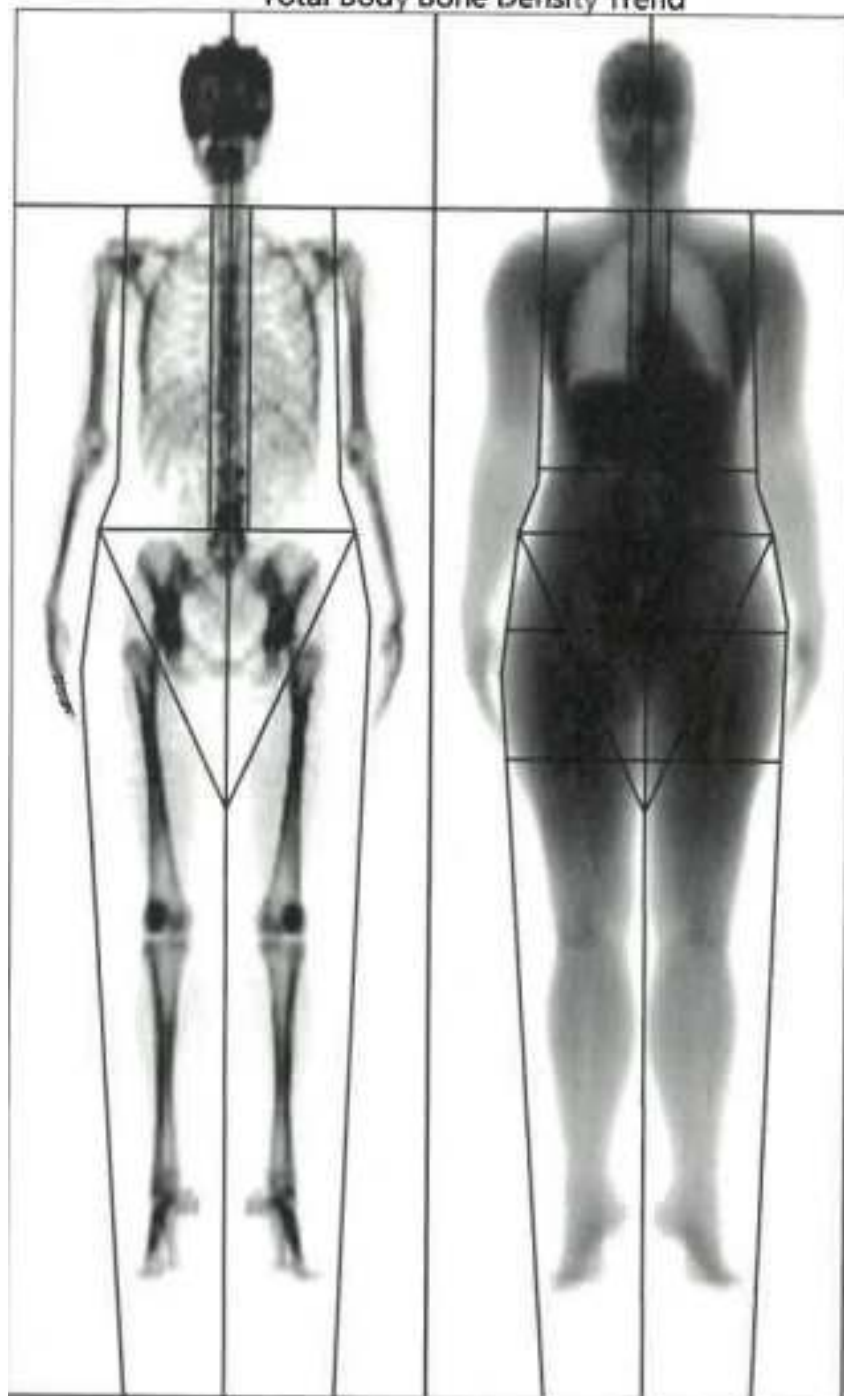
Προπόνηση μυϊκής υπερτροφίας για 3 μήνες και στη συνέχεια 3 μήνες διακοπή της προπόνησης



Μυϊκή μάζα: αύξηση (προπόνηση) και μετά μείωση στο αρχικό επίπεδο (διακοπή της προπόνησης)



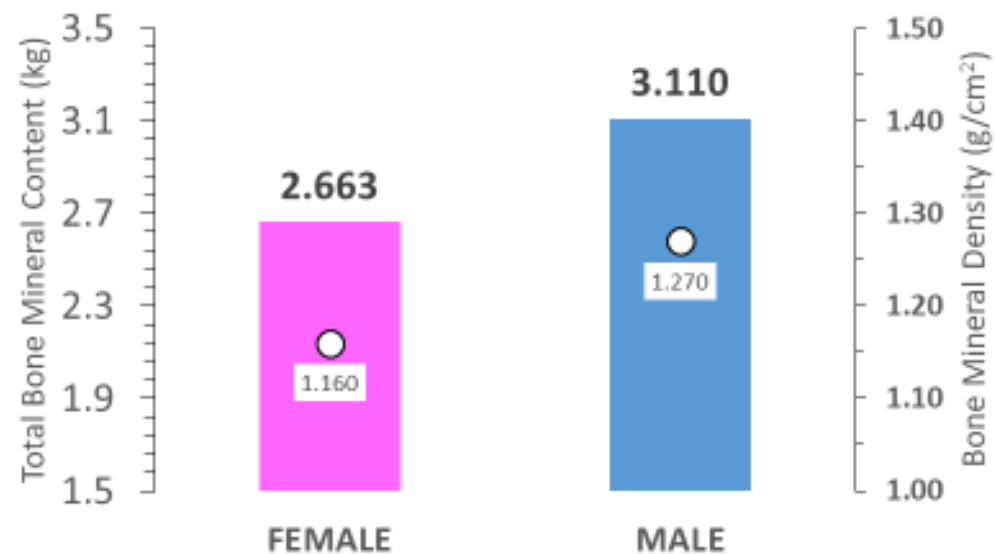
Total Body Bone Density Trend

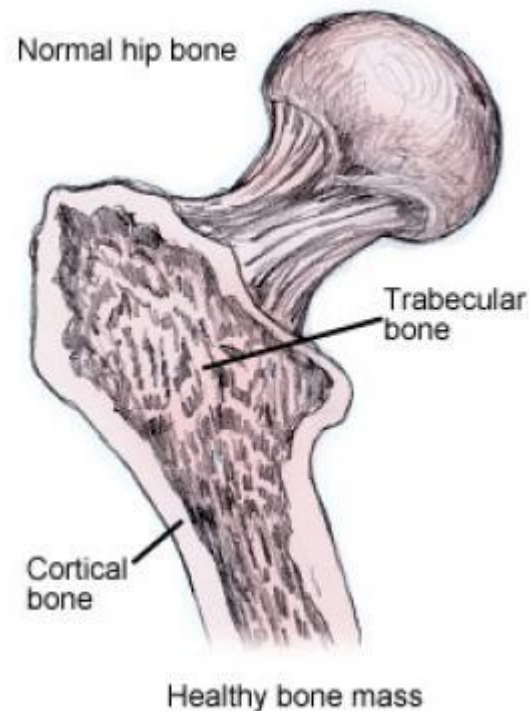
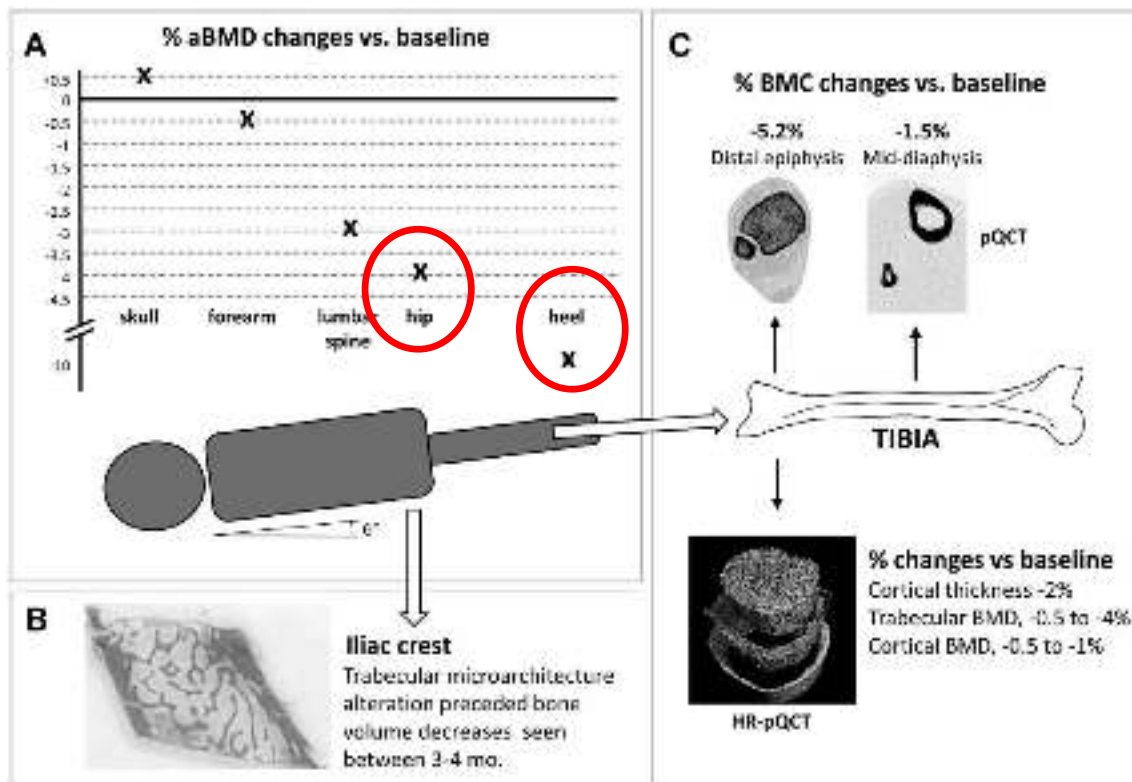


Οστική πυκνότητα και αρχιτεκτονική

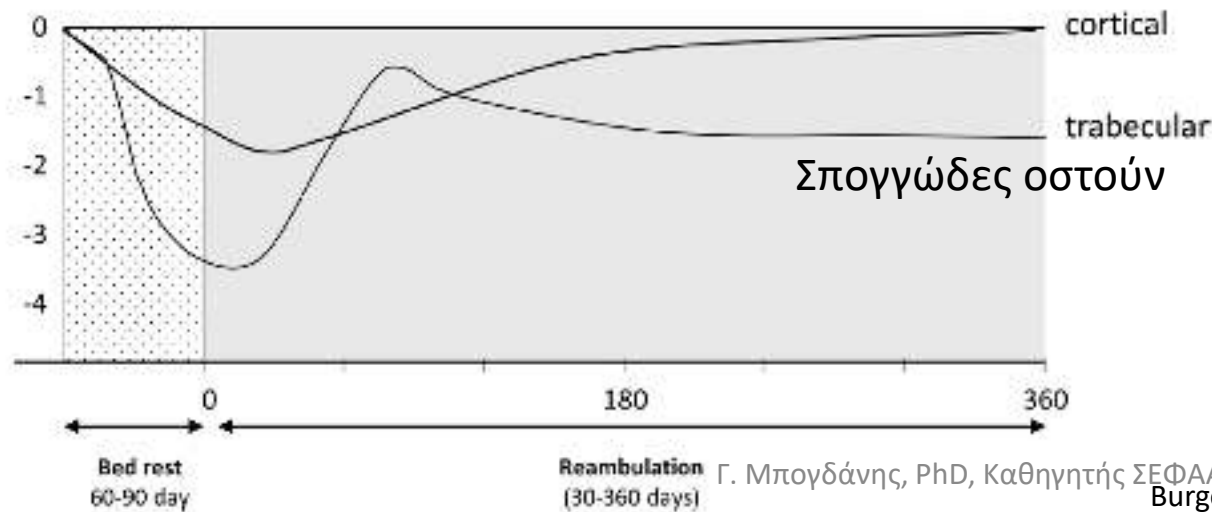


Total bone mineral content and density (minus head)





% difference from baseline



Φλοιώδες οστούν

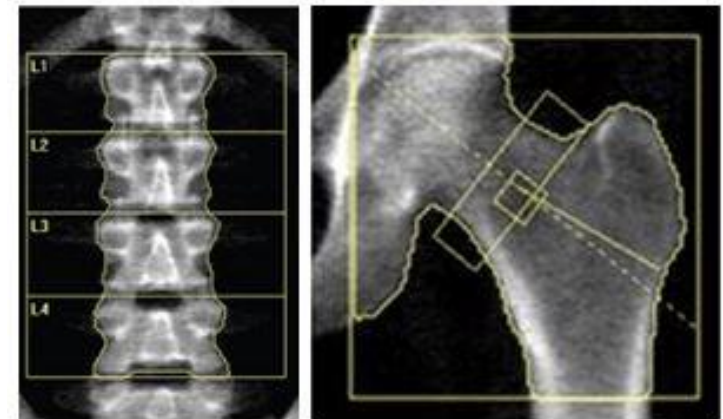
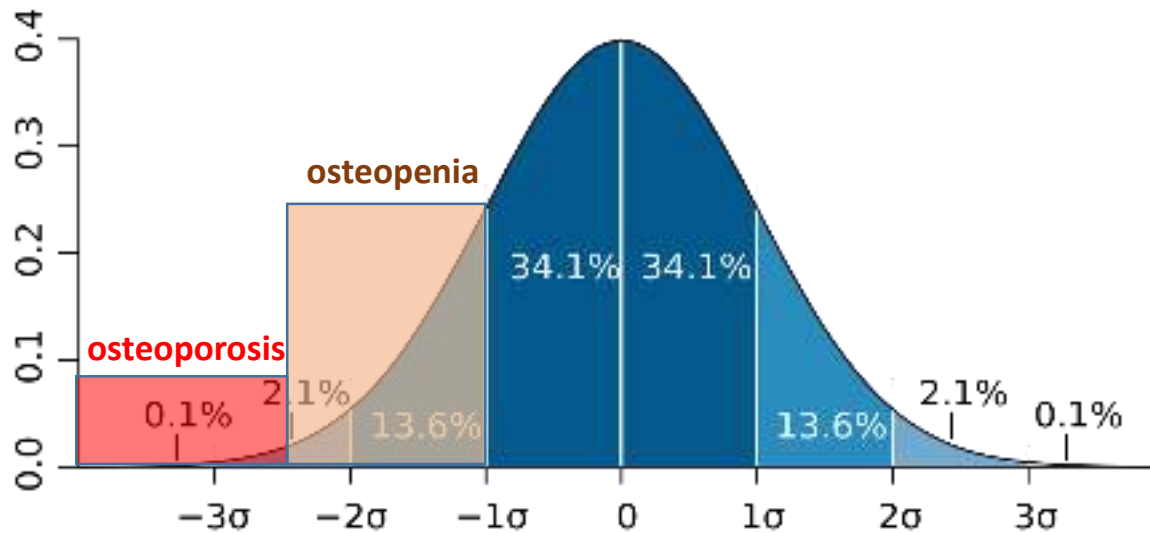
Σπογγώδες οστούν



Γ. Μπογδάνης, PhD, Καθηγητής ΣΕΦΑΑ ΕΚΠΑ

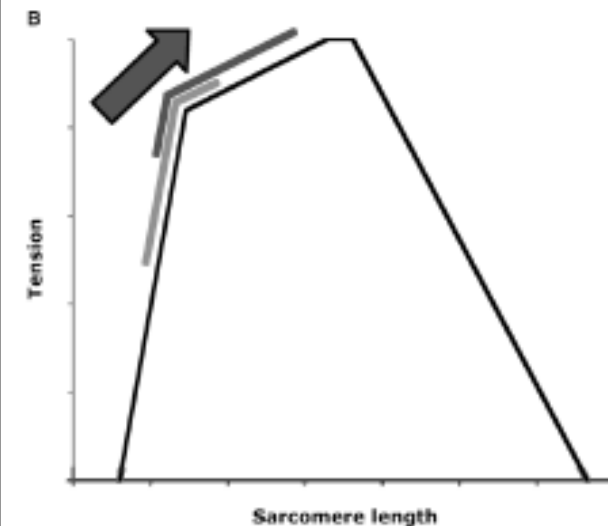
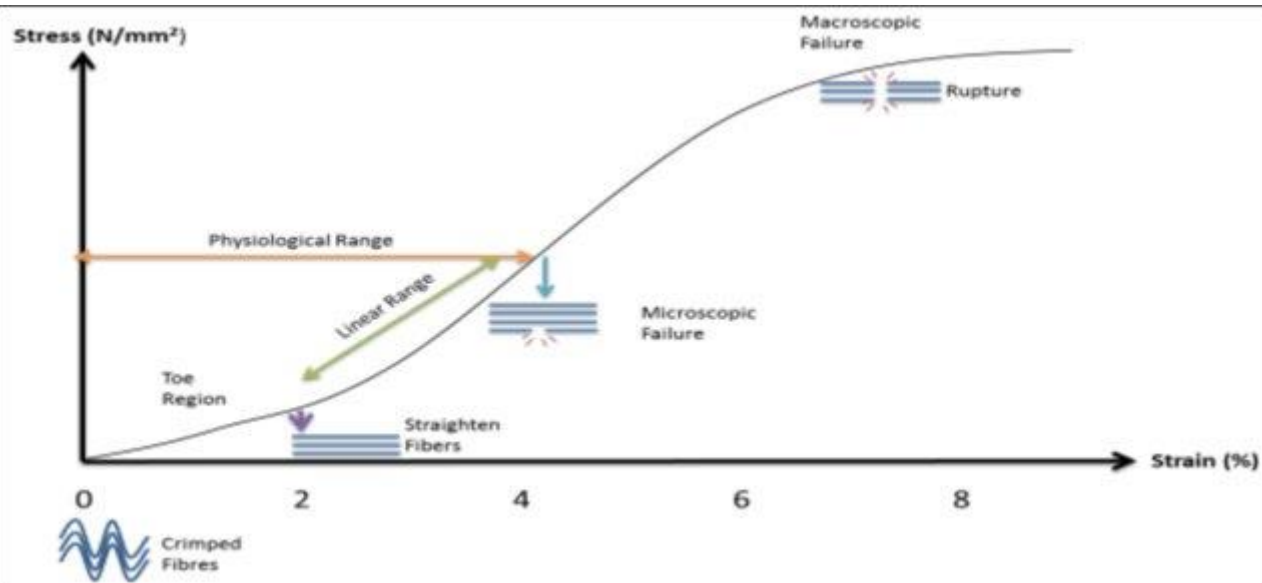
Burge et al. 2007, Weaver et al., 2016, Booth, 2016

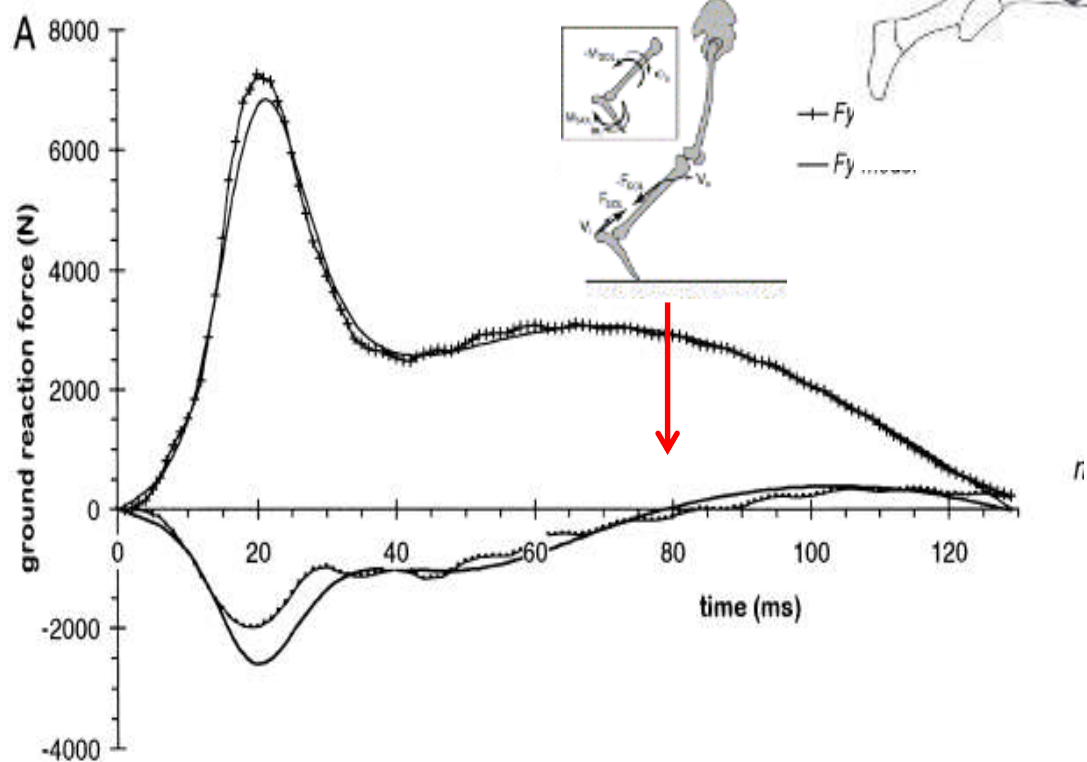
World Health Organization standards



Επίδραση μειωμένης επιβάρυνσης στη μυοτενόντια μονάδα (μυς και τένοντας) Φορτία στους τένοντες

Μείωση της σκληρότητας του τένοντα με «μεταφορά»
προς τα αριστερά της μικο-δυναμικής σχέσης του
σαρκομερίου (προς την πιο «αδύναμη» περιοχή)





Μείωση της
προπόνησης

```
graph TD; A[Μείωση της προπόνησης] --> B[Καρδιοαναπνευστική αντοχή]; A --> C[Μυϊκή δύναμη και ισχύς]; A --> D[Οστική πυκνότητα και αρχιτεκτονική & τένοντες]; B --> E[↓ Απόδοσης]; B --> F[Υγεία]; C --> E; C --> F; D --> F;
```

Καρδιοαναπνευστική
αντοχή

Μυϊκή δύναμη
και ισχύς

Οστική πυκνότητα
και αρχιτεκτονική
& τένοντες

↓ Απόδοσης

Υγεία



Πως μπορούμε να διατηρήσουμε την:

- Καρδιοαναπνευστική αντοχή
- Μυϊκή δύναμη και ισχύ
- Οστική πυκνότητα και σκληρότητα των τενόντων;



Καρδιοαναπνευστική αντοχή Πως διατηρείται;

Low volume exercise training:
Το «κλειδί» είναι η **ένταση** της άσκησης



Αποτελεσματικότητα vs. οικονομία χρόνου

Bishop et al., 2019, Granata et al., 2018, MacInnis et al. 2019

Γ. Μπογδάνης, PhD, Καθηγητής ΣΕΦΑΑ ΕΚΠΑ

8 weeks

Training:

10-12 x 1 min at 85-90% HR_{max}

30 min at 60% HR_{max}

1 ή 2 φορές την εβδομάδα διατηρούν τη VO₂max

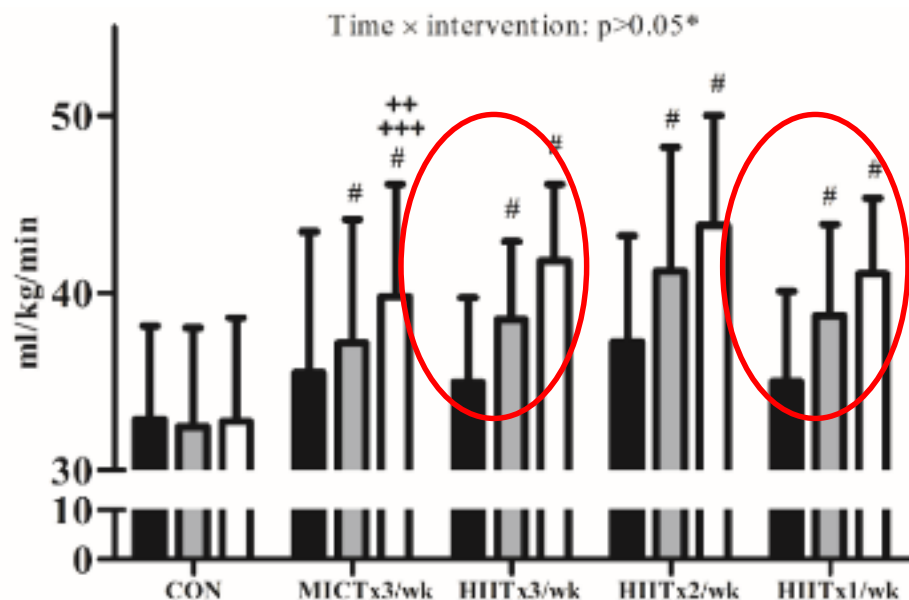
Όχι όμως την επίδοση σε δρόμο αντοχής

5 x 4 min at 87-97% HR_{max} με 3 min διάλειμμα

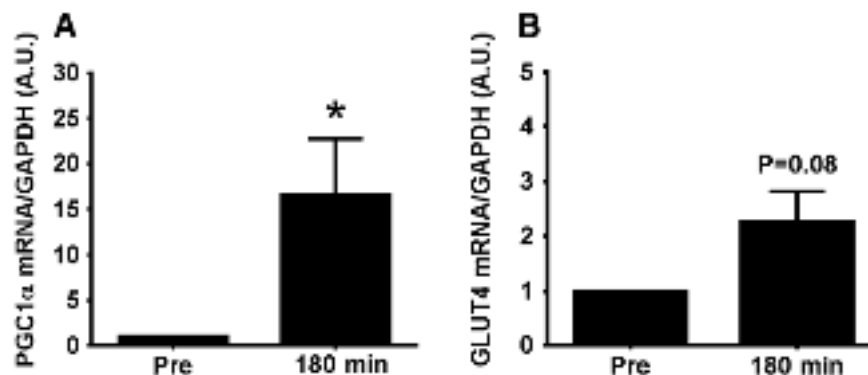
1 φορά την εβδομάδα ή 1 φορά στις 2 εβδομάδες (για 6 εβδ)

- Διατήρηση της VO₂max σε ποδοσφαιριστές υψηλού επιπέδου (VO₂max 64 ml/kg/min,
- **όμως:** μείωση απόστασης τρεξίματος

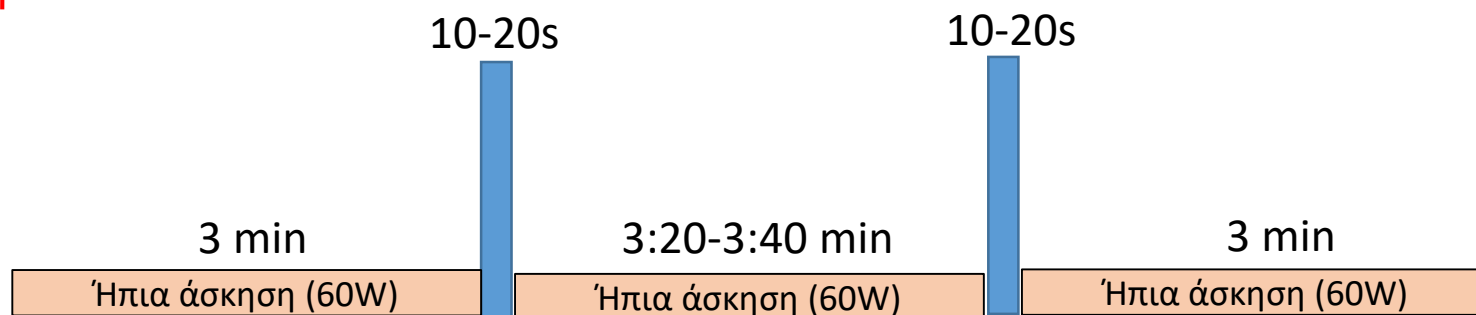
Slettaløkken & Rønnestad, 2014.



Reduced Exertion High Intensity Interval Training (REHIT)



10 λεπτά συνολικός χρόνος (άσκηση + διαλείμματα)



20-40 δευτερόλεπτα καθαρή άσκηση

Sprint “snacks”: 3 x 20 s μέγιστα sprint σε ποδήλατο, με διάλειμμα 3 min ή **1-4 ώρες**, 3 φορές/εβδ.



VO₂max: 4 - 6% αύξηση σε 6 εβδομάδες



**Συγκέντρωση
γαλακτικού στο αίμα
8.7- 11.7 mM
HR: 80-90% HR_{max}
Επιβαρύνεται και ο
αερόβιος και ο
αναερόβιος
μεταβολισμός**

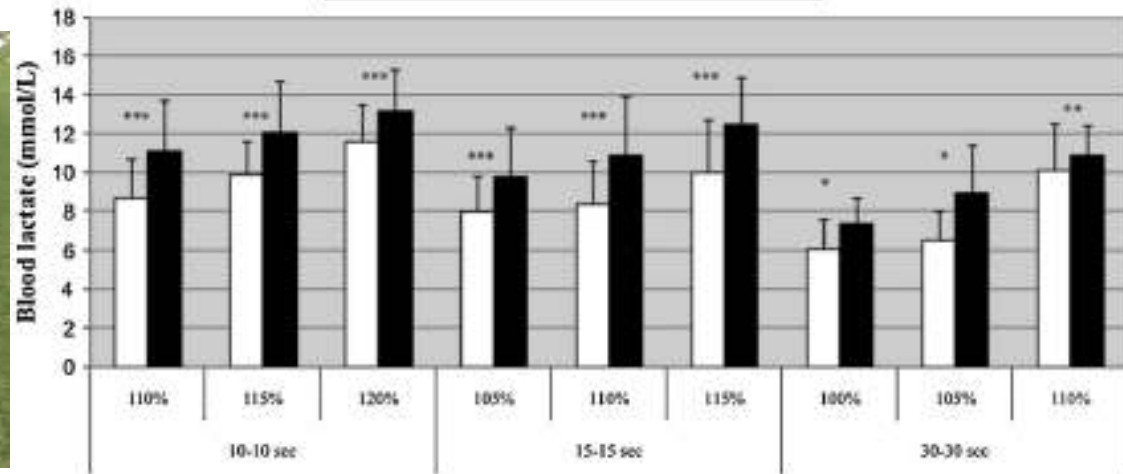
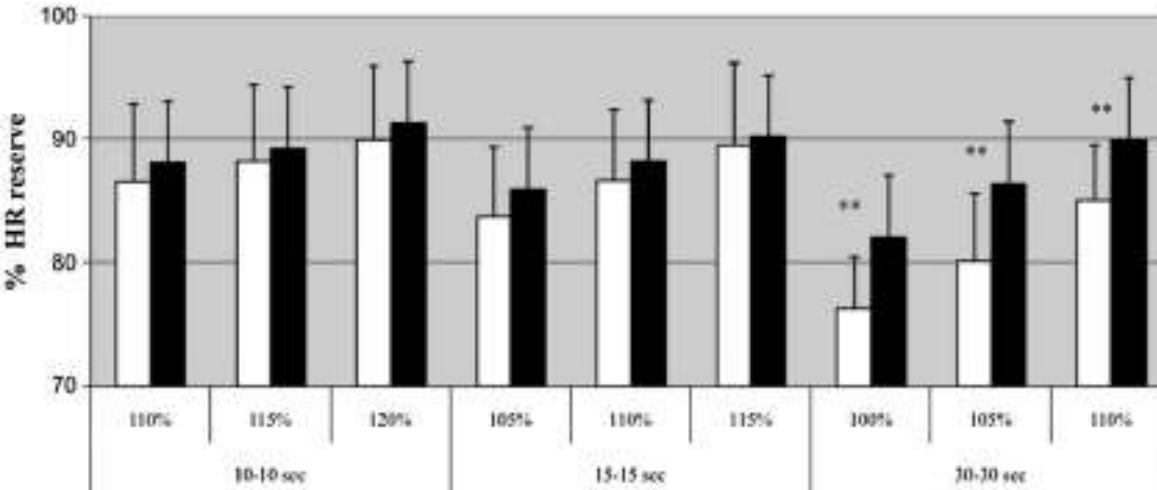
Stair climbing “snacks”: 3 x 60 σκαλιά (≈3 όροφοι) σε 20 s, με διάλειμμα 2 min ή **1-4 ώρες**

VO₂max: 5% vs. 12% αύξηση σε 6 εβδομάδες

HIIT με αλλαγές κατεύθυνσης

Σύγκριση HIIT με και χωρίς αλλαγές κατεύθυνσης

- Ίδια καρδιακή συχνότητα (εξάιρεση το 30-30s), αλλά υψηλότερη συγκέντρωση γαλακτικού και αντιλαμβανόμενη κόπωση όταν γίνονταν πολλές αλλαγές κατεύθυνσης
- Περισσότερη έκκεντρη και σύγκεντρη μυϊκή προσπάθεια (επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις) → Γρήγορες μυϊκές ίνες, αναερόβια γλυκόλυση, πιθανότατα χαμηλότερη PCr



Μυϊκή δύναμη & ισχύς

Οστική μάζα και σκληρότητα των τενόντων

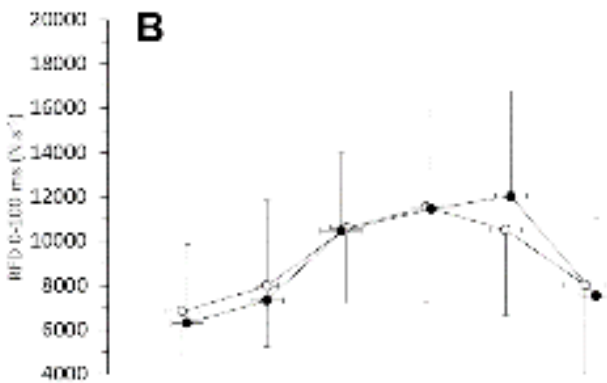
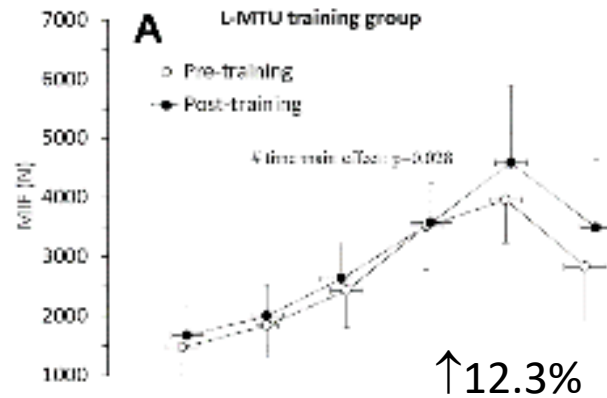
Πως διατηρούνται;



- **Μέγιστες ισομετρικές συσπάσεις** διάρκειας από 3 s έως και 10 s
- **Έκκεντρες/πλειομετρικές ασκήσεις** με δύο πόδια και **μονοποδικά**
- **Ειδικές προσαρμογές (δύσκολο να διατηρηθούν)**
 - ενεργοποίηση και συγχρονισμός κινητικών μονάδων
 - Γωνίες «δράσης» των μυών

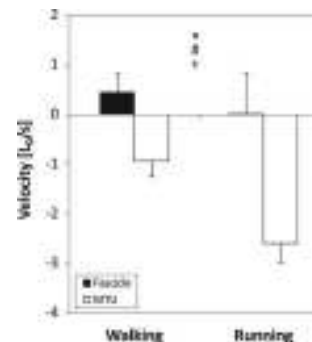
Δύναμη που ασκείται:

5.3 to 7.2 x βάρος σώματος (75 kg)



8-10% Βελτίωση ισχύος

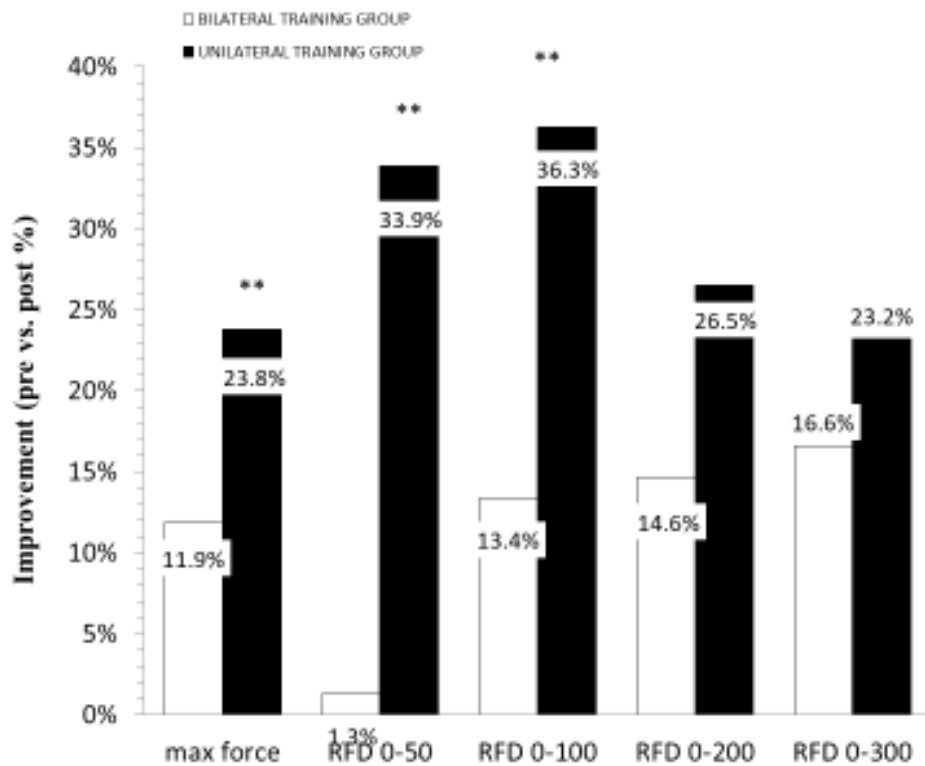
Bohm et al., 2018



Bogdanis et al. 2018

European Journal of Sport Science

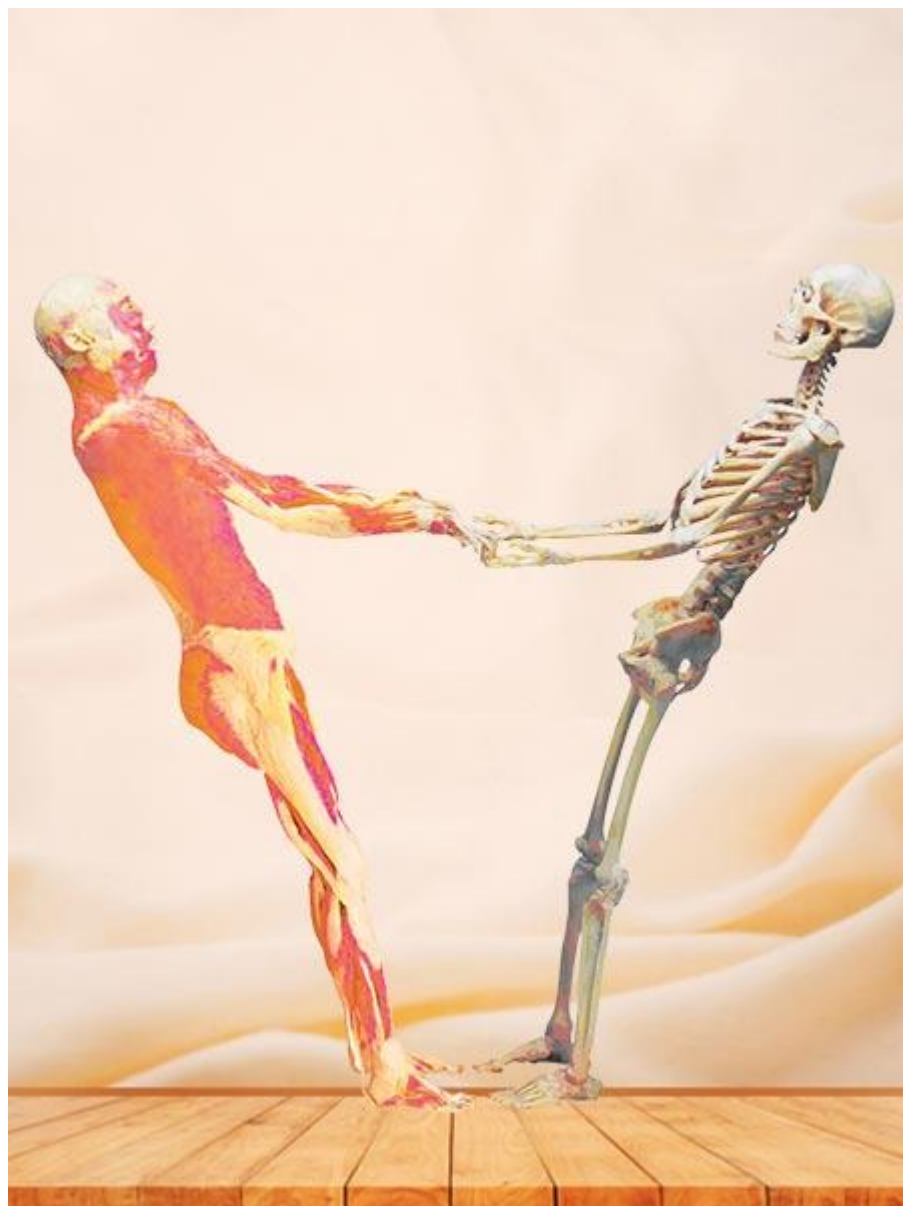
Μονοποδικές αλματικές ασκήσεις



8 ασκήσεις x 2 σετ x 5-10 επαναλήψεις
(80-160 άλματα) με διάλειμμα 1.5 min



Μεγάλη αύξηση της δύναμης και του ρυθμού εφαρμογής δύναμης (εκρηκτικότητα) με την μονοποδική προπόνηση



Μονοποδικές αλματικές ασκήσεις

Πολύ αποτελεσματικές για τη διατήρηση της οστικής πυκνότητας και της σκληρότητας των τενόντων

ACSM guidelines

3 days/week, 10-20 min, impact activities (plyometrics, , resistance training, high impact sports)

Επιβάρυνση: 3.5 έως 4.2 g

Συχνότητα: >3 φορές/εβδ., 3-5 x10 loadings/session

* bone loses its mechanosensitivity after 40 cycles

Loads Vary by Activity

Levels of Load by Body Weight

4+



Jump, strength train

3



Run, jog

1-2



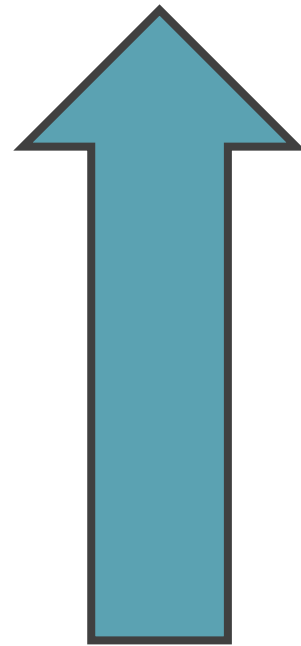
Brisk walk

Swim, cycle



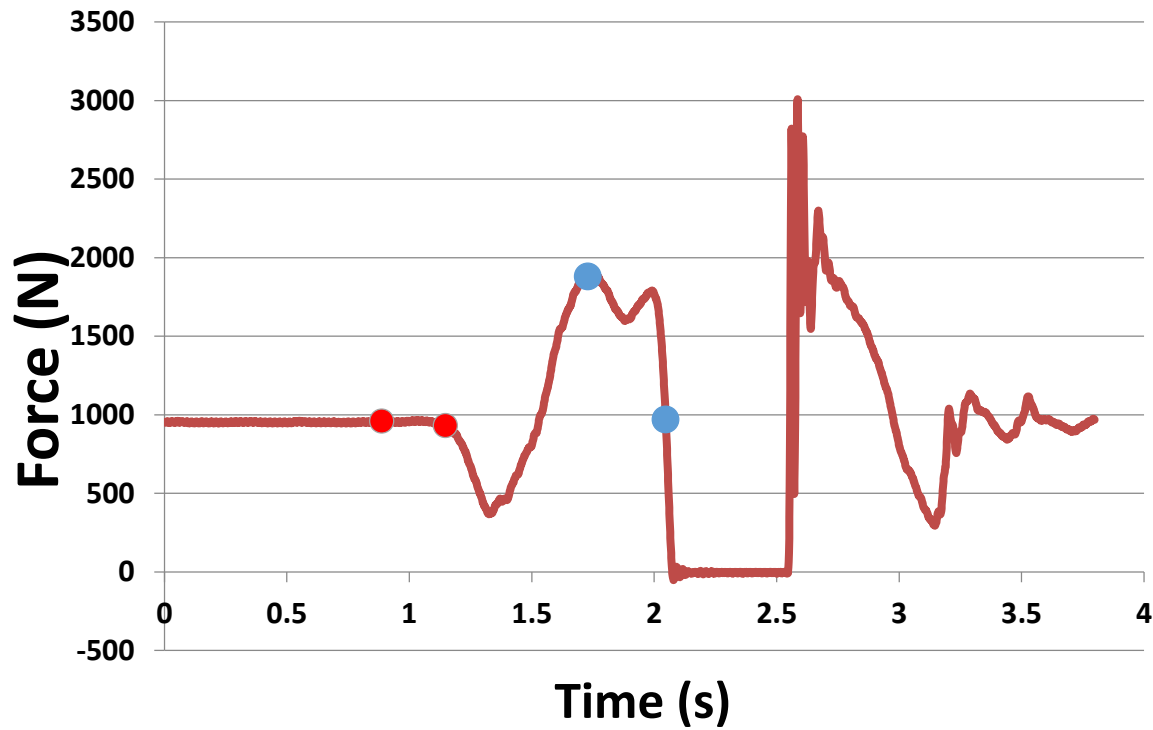
<0

Increasing effect on
bone density



ΡΥΘΜΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΚΕΦΑΛΗ ΤΟΥ ΜΗΡΙΑΙΟΥ



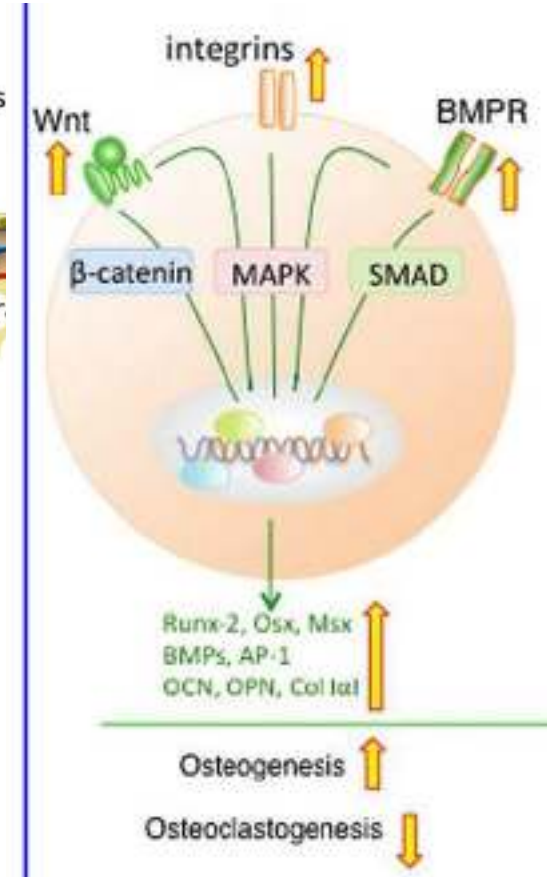
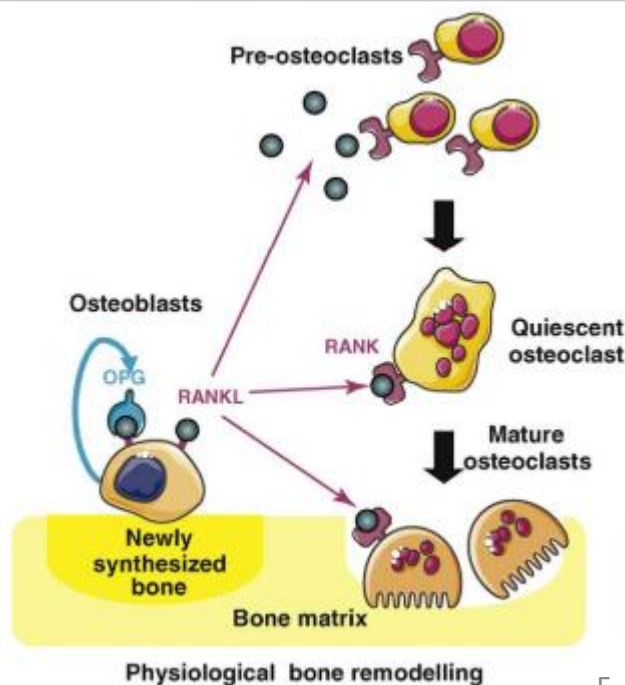
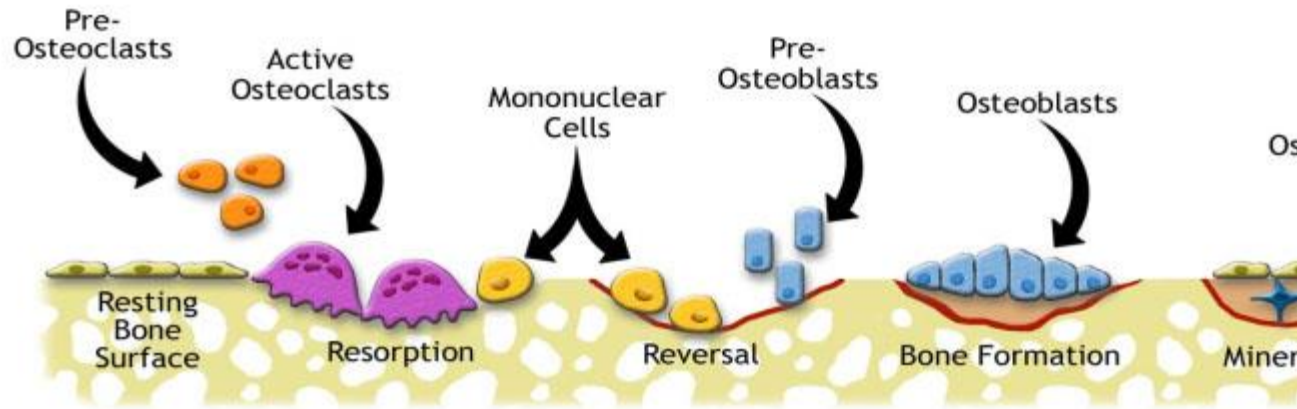


High impact activities
Drop jumps from 38 cm
running >10 km/h



Bone Remodeling Cycle

συστήματα κυτταρικής σηματοδότησης που «αισθάνονται» το μηχανικό φορτίο.



Μείωση της
προπόνησης

Καρδιοαναπνευστική
«φυσική κατάσταση»

Μεταβολική
«φυσική
κατάσταση»

Μυοσκελετική
«φυσική
κατάσταση»
(μύες, τένοντες, οστά)

~~«Ειδική
φυσική
κατάσταση»~~

?

Είναι απαραίτητη η
ΑΜΕΣΗ οργάνωση
ατομικών
προγραμμάτων, ανάλογα
με το άθλημα, αφού η
αντιστροφή των
προσαρμογών ξεκινά
πολύ γρήγορα