

Καρδιοαναπνευστική ικανότητα άσκησης σε άτομα που έχουν γεννηθεί πρόωρα

Vasileios T. Stavrou, PhD

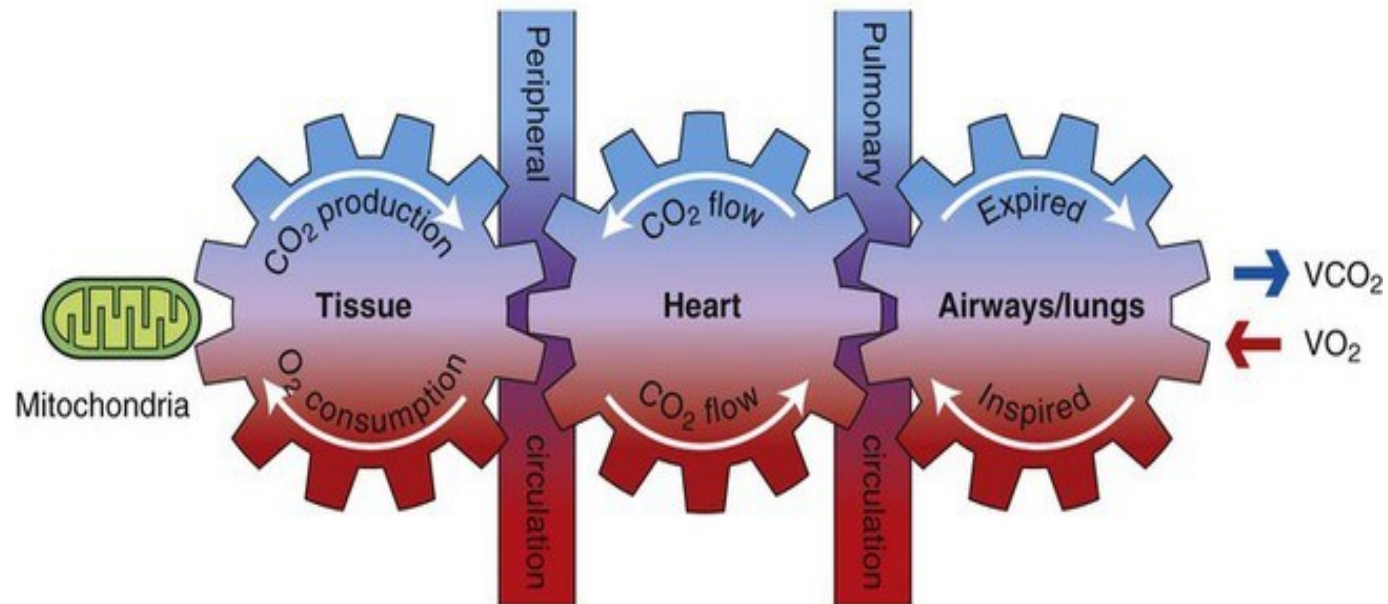
Clinical Exercise Physiologist

- Research Associate at Laboratory of Cardio-Pulmonary Testing and Pulmonary Rehabilitation, Department of Respiratory Medicine, Faculty of Medicine, University of Thessaly, Greece
- Postdoctoral Researcher, Department of Respiratory Medicine, Medical School, University of Thessaly, Greece
- Postdoctoral Researcher, Department of Neurology, Medical School, University of Cyprus, Cyprus
- Founder and Owner at Unique Safe Tele-Exercise Project, Greece <https://ustep.gr/>

Δεν υπάρχει σύγκρουση συμφερόντων

Καρδιοαναπνευστική ικανότητα άσκησης

... είναι μία εξέταση μέσα από την οποία συλλέγουμε πληροφορίες για τη λειτουργία



κατά την ηρεμία, μέγιστη προσπάθεια και αποθεραπεία κατά την άσκηση
.....με τα στοιχεία που παρέχει χρησιμεύει σαν οδηγός για τη συνταγογράφηση προγραμμάτων προπόνησης / άσκησης

Παράμετροι ελέγχου

- Αντοχή στην άσκηση και αναερόβια ικανότητα

W_{max} $\dot{V}O_{2max}$ AT $\Delta \dot{V}O_2/\Delta WR$

- Εκτίμηση απόκρισης αναπνευστικού συστήματος

VE_{max}/MVV

BR (Breathing Reserve) $MVV - VE_{max}$

VT/VC VT/IC BF (breathing frequency)

- Εκτίμηση ανταλλαγής αερίων

VE/VCO_2 $VE/\dot{V}O_2$

$PETCO_2$ $PETO_2$

SpO_2 ΔSpO_2

- Εκτίμηση απόκρισης καρδιαγγειακού συστήματος

HR_{max} HRR (Heart Rate Reserve)

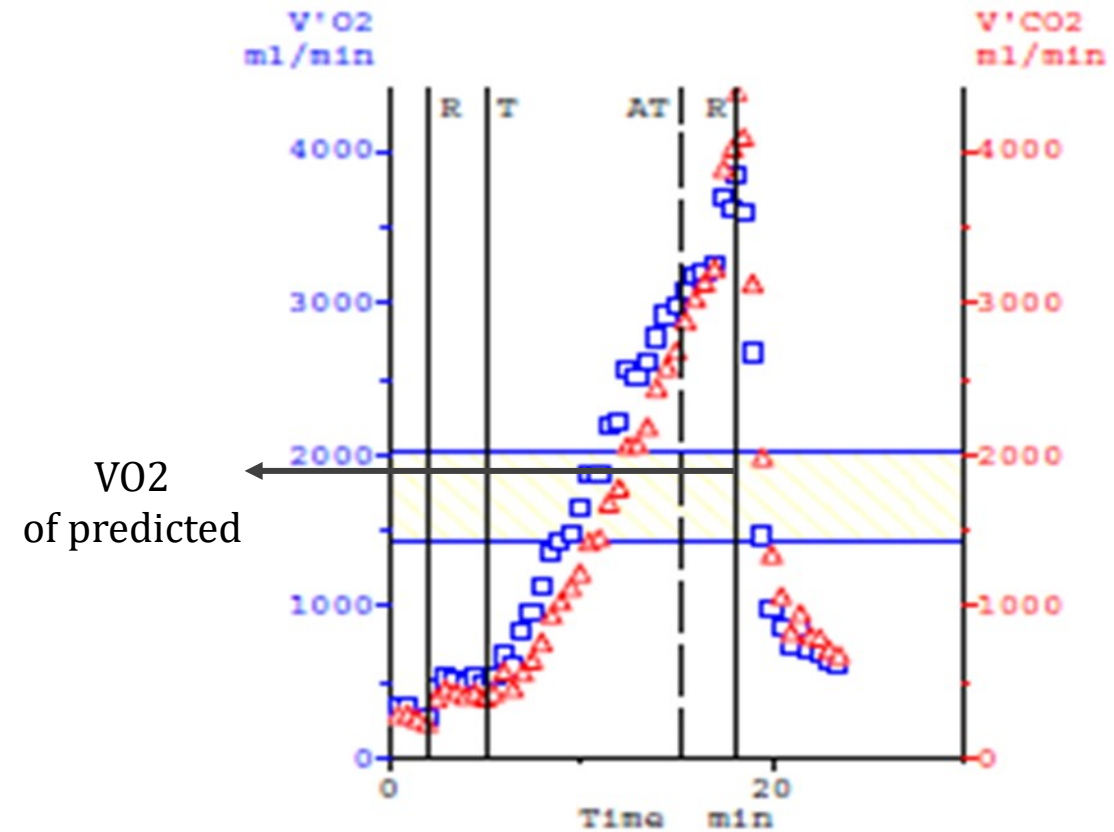
$\dot{V}O_2/HR$ (O_2 pulse) BP ECG



Exercise		Pred	Resting	AT	Max	Max l
Summary				Manual	Watts	%pred
Time averaging 20 Seconds						
O2 uptake/kg	ml/min/kg	27.5	4.3	48.2	60.8	221
O2 uptake	ml/min	1731	269	3040	3832	221
CO2 production	ml/min		233	2812	4389	
Load	W	118	0	252	316	268
Summary		Pred	AT	AT%pred		
Time averaging 20 Seconds			Manual			
V'O2/V'O2max	%		79			
V'O2/V'O2pred	%		176			
Cardiac						
Summary		Pred	Resting	AT	Max	Max l
Time averaging 20 Seconds				Manual	Watts	%pred
Heart rate	1/min	180	67	175	186	103
Heart rate reserve	1/min		113	5	-	
O2 pulse	ml	9.4	4.0	17.4	20.6	219
Blood press.-sys	mmHg		110	140	140	
Blood press.-dia	mmHg		70	80	80	
Respiratory						
Summary		Pred	Resting	AT	Max	Max l
Time averaging 20 Seconds				Manual	Watts	%pred
Ventilation	L/min	90	9	60	108	121
Tidal volume-ex	L		0.886	2.599	2.825	
Tidal volume-in	L		0.917	2.653	2.857	
Breathing freq	1/min	42	10	23	38	92
Breathing reserve	%	28	92	45	1	2
PETCO2	mmHg		37.95	51.75	44.69	
PETO2	mmHg		104.51	91.36	106.95	
Breath. equiv. CO2			32.2	20.5	23.7	
VO2 slope	ml/min/Watt		0.00	10.99	11.27	

Μέγιστη πρόσληψη O₂

...αντανακλά την αναπνευστική, καρδιαγγειακή, μυϊκή και μεταβολική ικανότητα του οργανισμού να προσλαμβάνει, να μεταφέρει και να καταναλώνει οξυγόνο και είναι η συνισταμένη πολλαπλών βιολογικών διεργασιών ενώ εκφράζει τα ανώτερα όρια της προσαρμογής τους κατά την έντονη μυϊκή προσπάθεια και για το λόγο αυτό είναι δείκτης λειτουργικής προσαρμοστικότητας



➤ η ικανότητα άσκησης είναι γνωστός προγνωστικός παράγοντας νοσηρότητας και θνησιμότητας σε παιδιά και ενήλικες

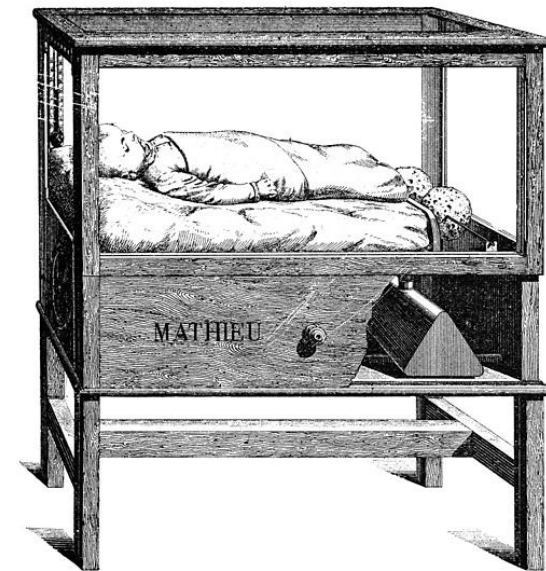
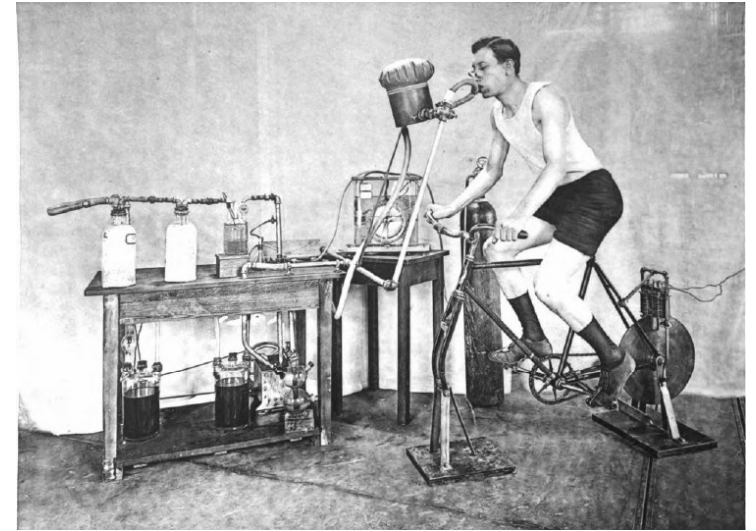
➤ 40 εβδομάδες περίοδος κύησης

➤ < 37 εβδομάδες πρόωρα

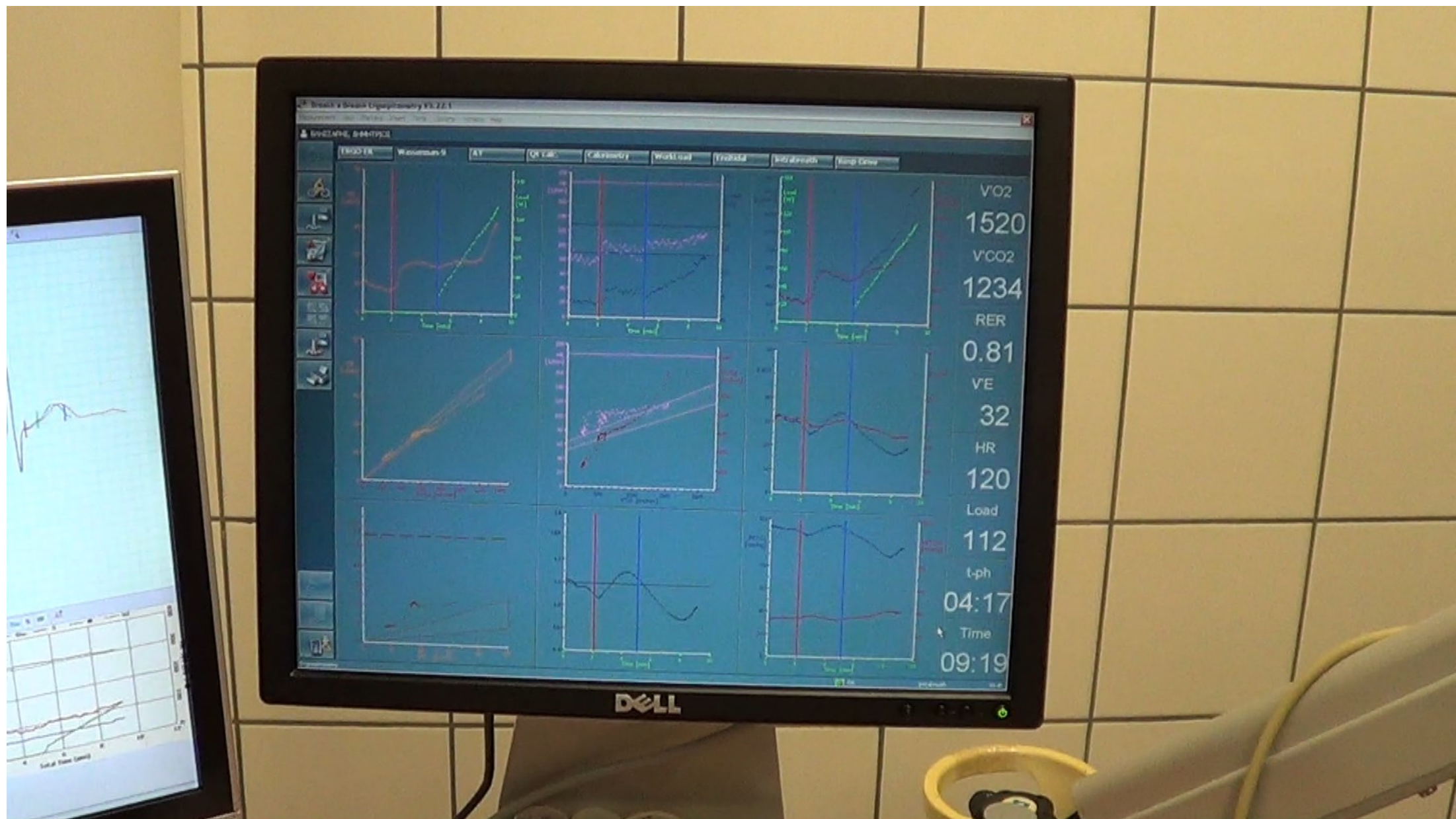
○ 32-37 εβδομάδες (μέτρια έως όψιμα πρόωρα)

○ 28-32 εβδομάδες (πολύ πρόωρα)

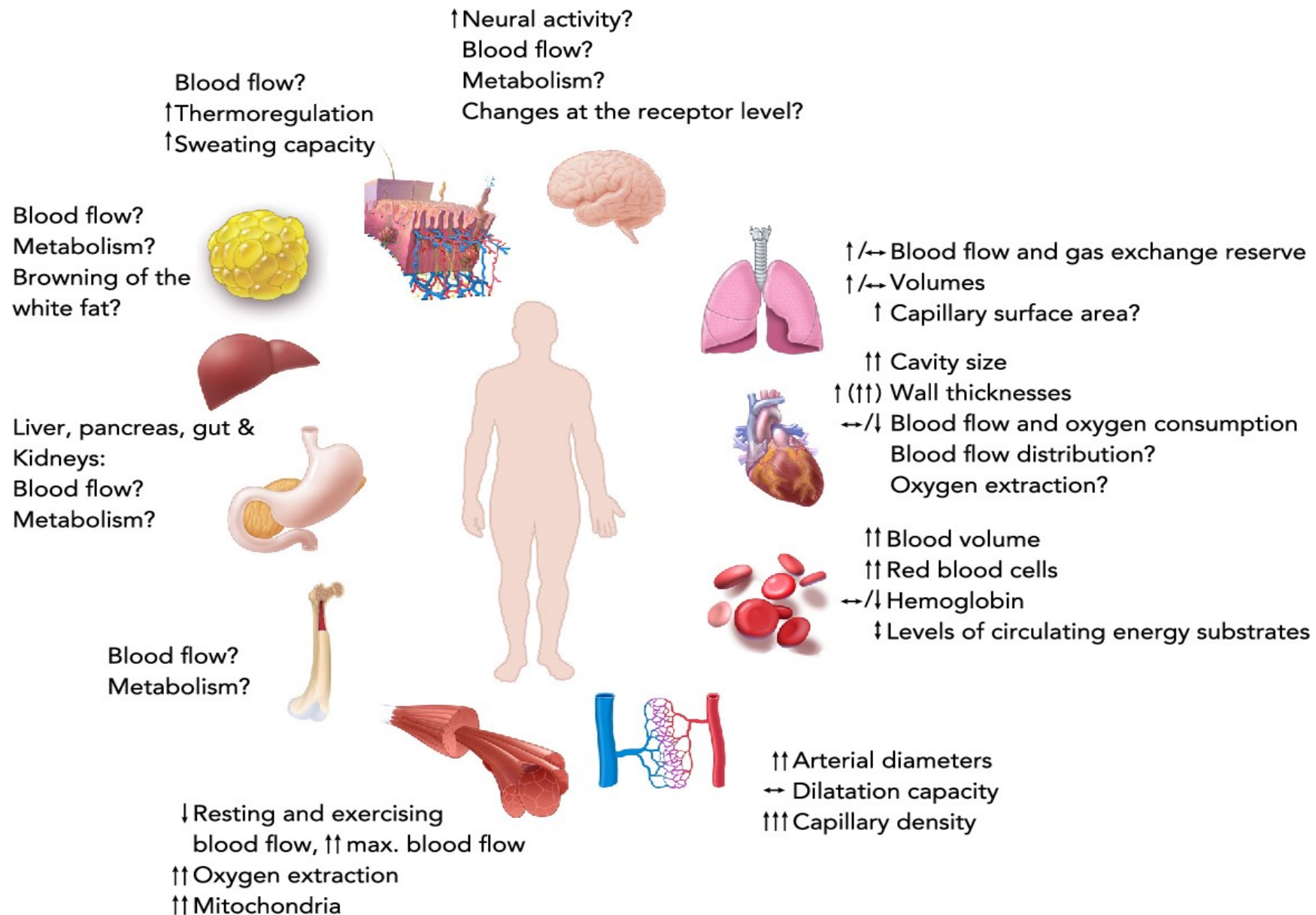
○ < 28 εβδομάδες κύησης (εξαιρετικά πρόωρα)

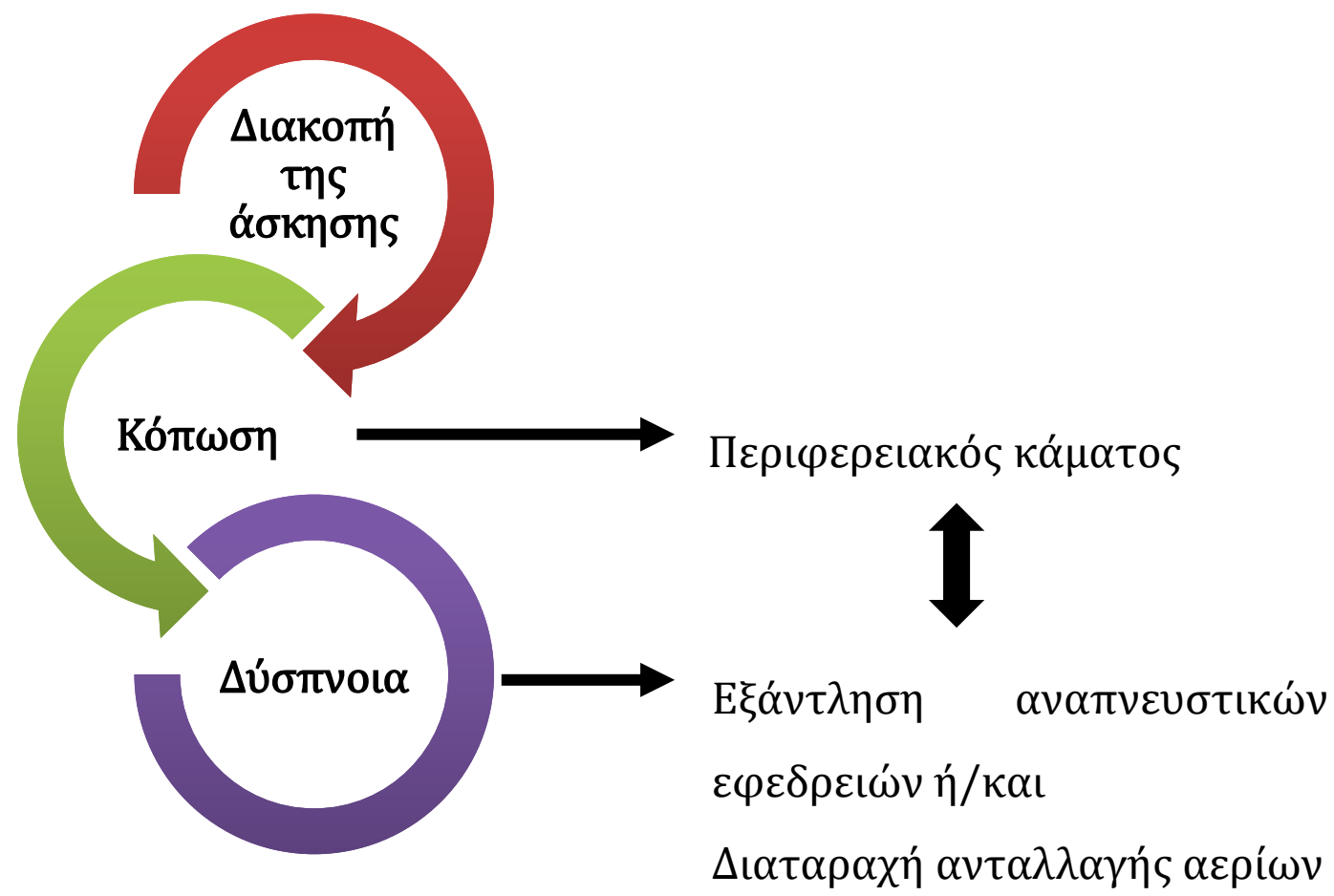


Martin Arthur Couney

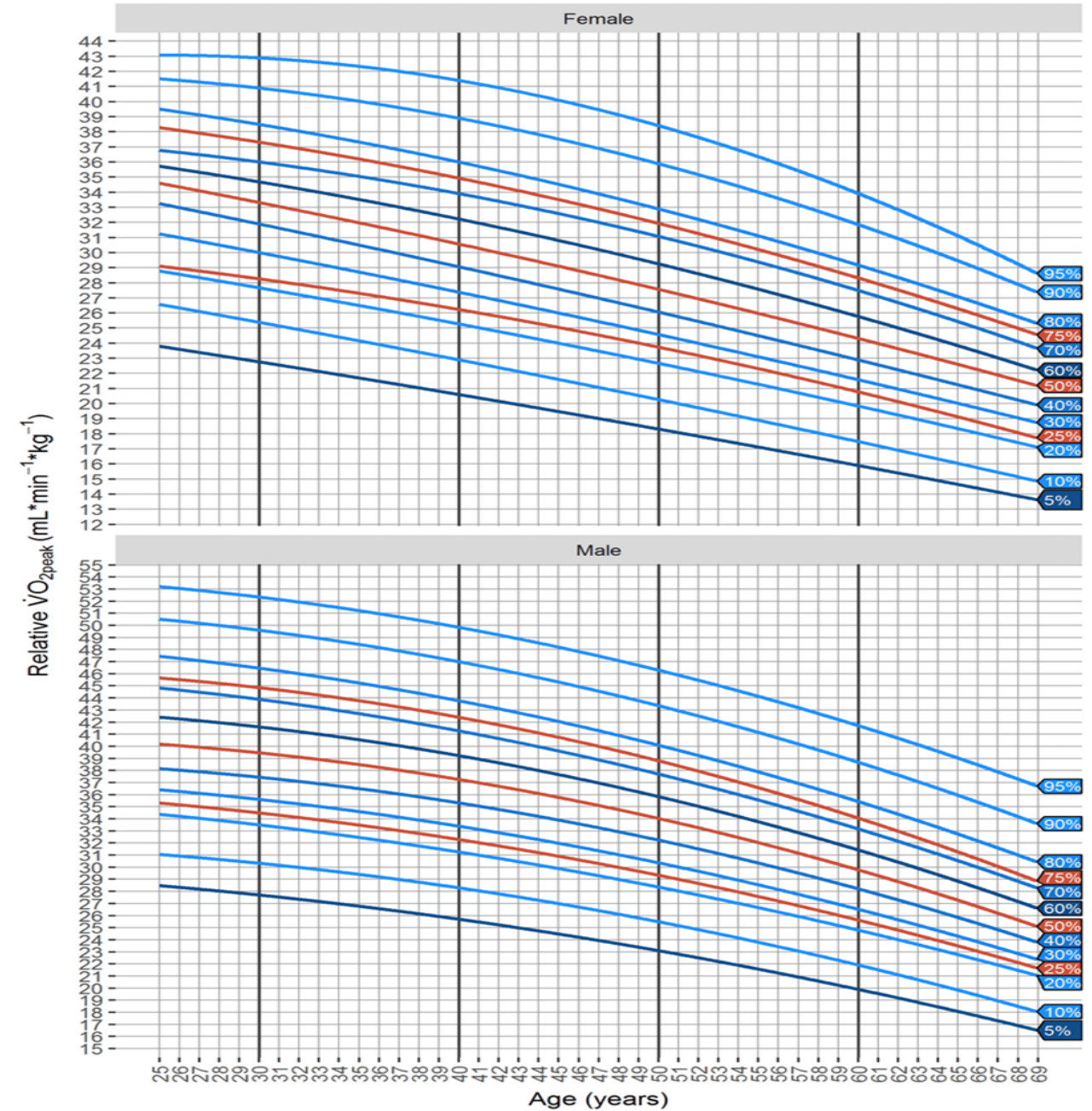
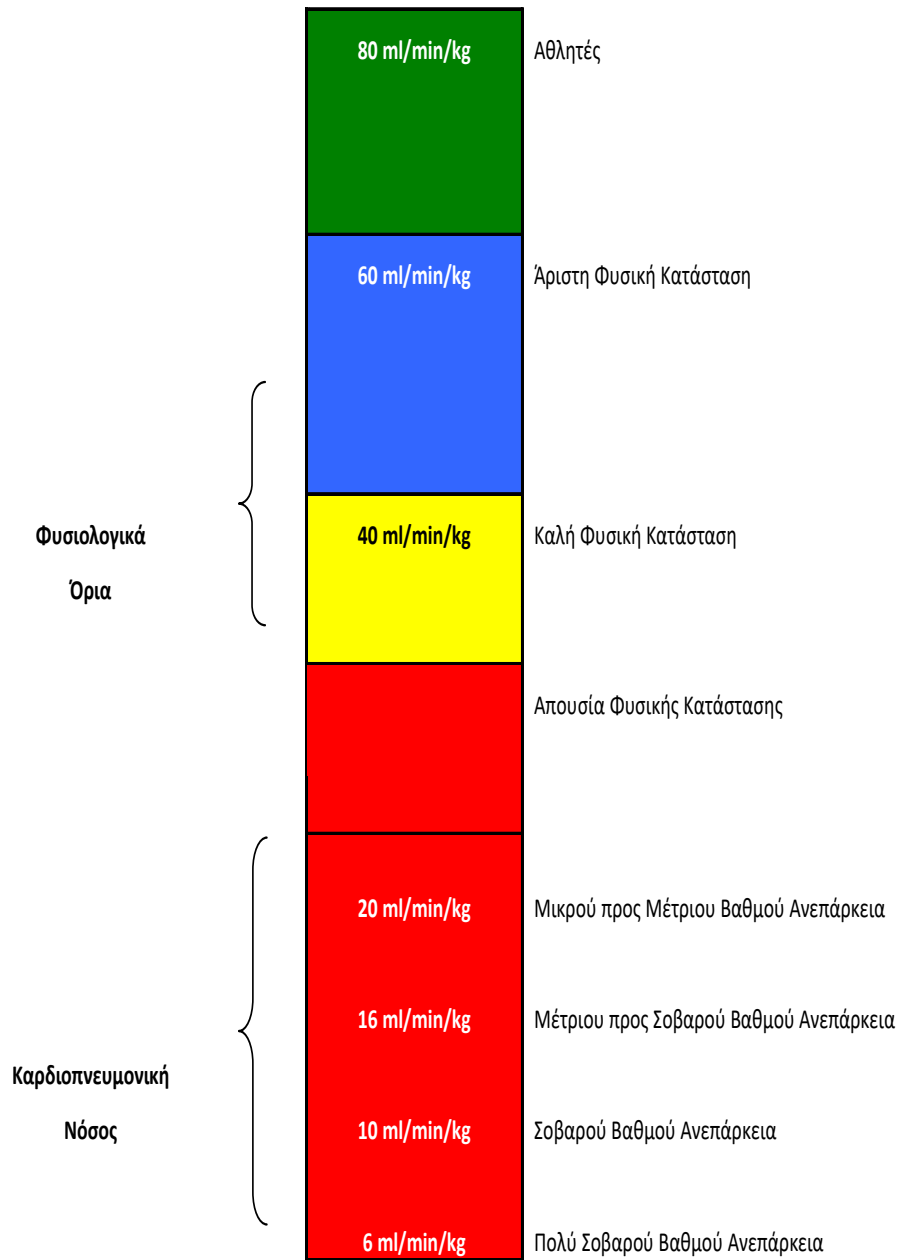


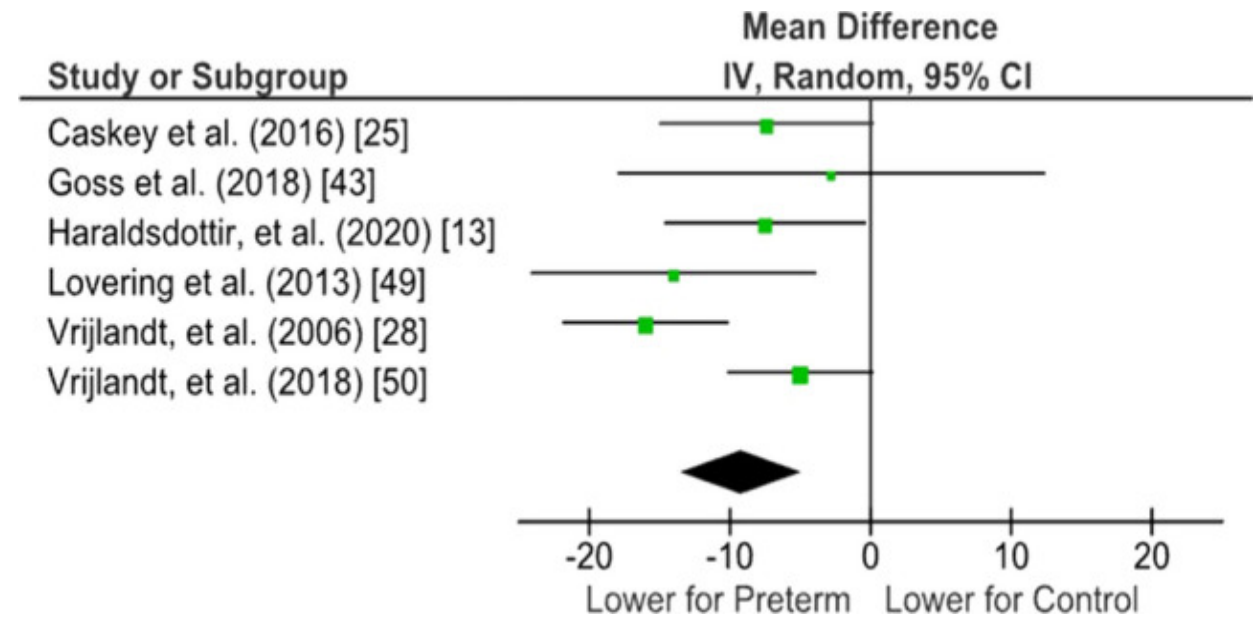
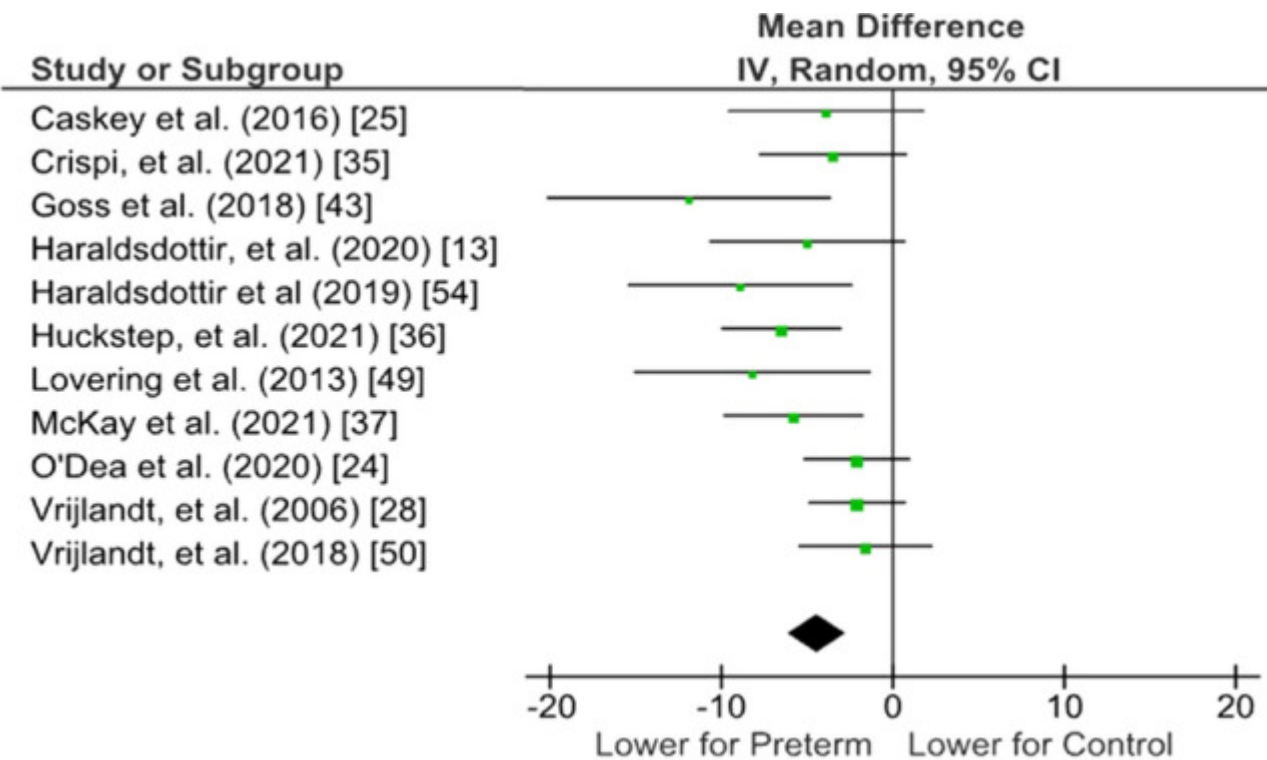
Προσαρμογές άσκησης





Ταξινόμηση λειτουργικής κατάστασης





- Μετά την αφαίρεση των αρχικών μελετών που δεν ανέφεραν επίπεδα ΣΔ στις ομάδες μελέτης, 6 από τις 11 μελέτες εξακολουθούσαν να έχουν μια μη σημαντική διαφορά.
- Ωστόσο, η συνολική επίδραση και των 11 μελετών αποκαλύπτει ότι οι ενήλικες που γεννήθηκαν πρόωρα είχαν σημαντικά χαμηλότερη VO2max.

- μειωμένη αερόβια ικανότητα σε ενήλικες που γεννήθηκαν πρόωρα θα μπορούσε να συνδεθεί με χαμηλότερη πρόσληψη O₂ στο επίπεδο των ιστών
- η μιτοχονδριακή πυκνότητα και λειτουργία μπορεί να διαδραματίσει ρόλο κατά τη διάρκεια της άσκησης
- η εξασθενημένη ανάπτυξη της κυψελιδικής και εγκεφαλικής λευκής ουσίας σε βρέφη που γεννήθηκαν πρόωρα πιθανόν να συνδέεται
- με μιτοχονδριακή δυσλειτουργία και αυξημένη μιτοχονδριακή κατανάλωση O₂

Table 1

Anthropometric variables in term and preterm-born adolescents and young adults.

Variable	Term (n = 40)	Preterm (n = 32)	p
Sex (male) ^a	18, 45%	12, 38%	0.69
Age group (adult) ^a	20, 50%	12, 38%	0.41
Age (years) ^b	19.7 ± 6.5	18.2 ± 6.9	0.37
Height (m) ^b	1.68 ± 0.09	1.64 ± 0.08	0.01
Weight (kg) ^b	60.9 ± 16	59.4 ± 16	0.40
Body surface area (m ²) ^b	1.68 ± 0.22	1.62 ± 0.21	0.26
Body mass index (kg/m ²) ^b	21.2 ± 5.2	21.8 ± 5.2	0.61

Data are presented as n, % or mean ± SD as appropriate.

^a Comparisons between groups using Chi-square tests.

^b Comparisons between groups using independent t-tests.

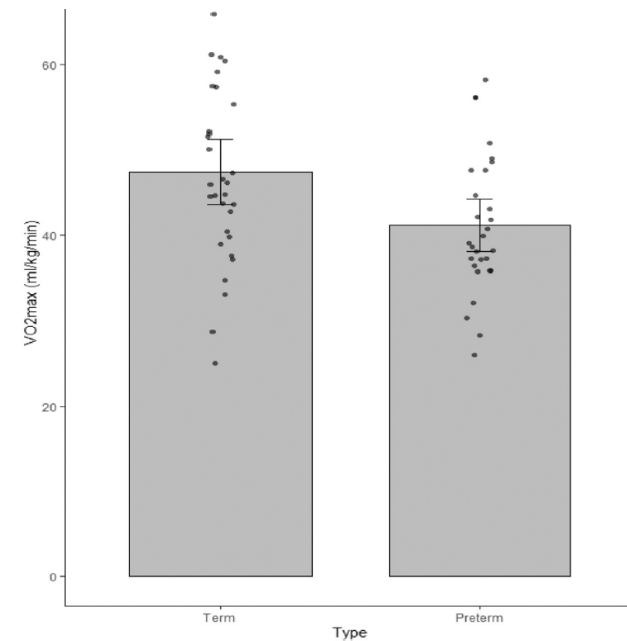
Table 3

The relationship between cardiovascular variables and maximal aerobic capacity among adolescent and adults previously born term and preterm.^a

Variable	Estimate	Standard error	p
LV end-diastolic volume index (ml/m ²) ^b	0.50	0.10	<0.001
LV stroke volume index (ml/m ²)	0.52	0.14	<0.001
RV end-diastolic volume index (ml/m ²)	0.36	0.08	<0.001
LV mass index (g/m ²)	0.46	0.14	0.0014
LV longitudinal global strain (%)	0.99	0.48	0.043
Mean pulmonary artery pressure (mm Hg)	-0.87	0.52	0.12
Mean arterial pressure (mm Hg)	-0.31	0.20	0.12
RV circumferential global strain (%)	-0.37	0.52	0.49
LV circumferential global strain (%)	-0.28	0.49	0.57
RV ejection fraction (%)	0.03	0.26	0.91

^a Estimates and standard errors for each cardiovascular variable from linear models to predict maximal aerobic capacity, including age and sex as covariates, listed in ascending order of statistical significance level.

^b Ventricular volumes and stroke volumes indexed by body surface area. LV = left ventricle; RV = right ventricle.



- οι γεννηθέντες από μέτρια έως εξαιρετικά πρόωρα έχουν χαμηλότερα επίπεδα CRF επαγόμενα χαμηλότερης LVEDVi, RVEDVi και LVMi
- παρά την ανάλογη ΣΔ μεταξύ των ομάδων καταγράφηκε χαμηλότερη CRF
- πιθανόν να οδηγήσει αυξημένο κίνδυνο για καρδιακή δυσλειτουργία και χρόνιες παθήσεις μακροπρόθεσμα

Table 2. CPET parameters (term, early preterm, late preterm).

	GA = 34–36.6 Weeks (Late Preterm) <i>n</i> = 21 1	GA ≤ 30 Weeks (Early Preterm) <i>n</i> = 38 2	Healthy Control Born at Term <i>n</i> = 25 3	<i>p</i> -Value *
Peak $\dot{V}O_2$ Absolute (mL/min)	1206 ± 248	1146 ± 348	1380 ± 260	$p^2 = 0.02$ $p^3 = 0.014$
Peak $\dot{V}O_2$ Specific (mL/kg/min)	37.6 ± 6.8	36.4 ± 11.4	45.2 ± 7.4	$p^2 = 0.038$ $p^3 = 0.002$
Peak $\dot{V}O_2$ (%Pred)	90.2 ± 15.1	90.08 ± 23.19	112.4 ± 16.9	$p^{2,3} < 0.001$
Peak HR (bpm)	193.4 ± 7	190.08 ± 10.65	191.8 ± 9.8	$p = 0.46$
Peak HR (%pred)	96.1 ± 3.9	94.4 ± 5.39	95.0 ± 5.0	$p = 0.44$
$\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ Slope	34.4 ± 5.6	35.91 ± 6.36	34.4 ± 4.3	$p = 0.52$
Peak O_2 pulse (%pred)	94.1 ± 15.4	95.5 ± 23.01	118.8 ± 19.1	$p^{2,3} < 0.001$
Peak O_2 pulse ($\dot{V}O_2$ /HR)	6.2 ± 1.1	6.0 ± 1.71	7.2 ± 1.4	$p^2 = 0.031$ $p^3 = 0.008$
Sat. O_2 Pre	98.7 ± 1.05	99.03 ± 0.91	99.1 ± 1.0	$p = 0.40$
Sat. O_2 Post	98.5 ± 1.4	98.71 ± 1.31	99.1 ± 1.1	$p = 0.27$
Peak $\dot{V}E$ (L/min)	48.8 ± 12.4	42.4 ± 11.78	47.5 ± 9.3	$p = 0.076$
BR (L)	20.4 ± 11.0	19.77 ± 13.38	20.6 ± 12.0	$p = 0.97$
BR (%)	28.7 ± 13.5	30.18 ± 17.61	29.3 ± 12.9	$p = 0.94$
Breathing limitation				
Low	9 (43%)	11 (29%)	3 (12%)	$p^2 = 0.02$
Normal	12 (57%)	27 (71%)	21 (88%)	

* $p^2 = 1$ vs. 3; $p^3 = 2$ vs. 3. GA—Gestational Age; W—weeks; BPD—bronchopulmonary dysplasia; Peak $\dot{V}O_2$ —oxygen uptake at the peak of exercise; HR—heart rate; $\dot{V}E$ —minute ventilation; $\dot{V}CO_2$ —carbon dioxide production; Sat—Saturation; BR—breathing reserve.

- η χαμηλότερη ικανότητα άσκησης (αν και εντός φυσιολογικών ορίων) πιθανόν να οφείλεται σε:
 - μειωμένη σωματική δραστηριότητα
 - χαμηλή αναπνευστική εφεδρεία
 - χαμηλό μυϊκό μεταβολισμό
 - αλλοιωμένη δομή και λειτουργία της καρδιάς

Table 1. Demographic, anthropometric and lung function data (term, early preterm, late preterm).

	GA = 34–36.6 Weeks (Late Preterm) <i>n</i> = 21 1	GA ≤ 30 Weeks (Early Preterm) <i>n</i> = 38 2	Healthy Control Born at Term <i>n</i> = 25 3	<i>p</i> -Value *
Age (years)	9.94 ± 0.87	9.63 ± 1.20	8.84 ± 0.93	$p^2 < 0.001$ $p^3 = 0.014$
Male (%)	12 (57%)	19 (50%)	13 (52%)	$p = 0.87$
Gestational Age (weeks)	34.9 ± 1.05	28.44 ± 1.5	39.5 ± 1.4	$p^{1,2,3} < 0.0001$
Birth Weight (gr)	2373 ± 473	1105 ± 280	3315 ± 469	$p^{1,2,3} < 0.0001$
Oxygen Supplementation (days) median 25–75	0 [0–1]	38 [8.5–67.50]	0 [0–0]	$p^{1,3} < 0.001$
Ventilation (days) median (25–75 quartile)	0 [0–0]	6 [3–30]	0 [0–0]	$p^{1,3} < 0.001$
Height (cm)	137.4 ± 7.7	134.6 ± 9.7	133.3 ± 6.5	$p = 0.25$
Weight (kg)	32.6 ± 6.4	33.2 ± 12.9	30.9 ± 7.6	$p = 0.66$
BMI	17.1 ± 2.2	17.9 ± 4.5	17.2 ± 2.8	$p = 0.62$
BMI percentiles	49.5 ± 29.3	53.7 ± 32.7	55.5 ± 31.5	$p = 0.81$
BMI z score median (25–75)	0.12 [(-0.84)–(0.73)]	0.11 [(-0.81)–(0.93)]	0.28 [(-0.55)–(1.09)]	$p = 0.75$
FEV ₁ (L/s)	1.73 ± 0.38	1.57 ± 0.38	1.65 ± 0.32	$p = 0.28$
FEV ₁ (% predicted)	87.5 ± 16.9	82.9 ± 14.6	91.04 ± 11.7	$p = 0.095$
FVC (L)	2.02 ± 0.4	1.87 ± 0.42	1.89 ± 0.37	$p = 0.17$
FVC (% predicted)	94.09 ± 13.6	88.9 ± 13.04	95.5 ± 11.6	$p = 0.11$

* $p^1 = 1$ vs. 2; $p^2 = 1$ vs. 3; $p^3 = 2$ vs. 3. GA—Gestational Age; W—weeks; BPD—bronchopulmonary dysplasia; BMI = body mass index; FEV1 = Forced expiratory volume in one second.

Aerobic fitness, metabolic and heart rate variables

	Normoxia (F _I O ₂ = 0.21)				Hypoxia (F _I O ₂ = 0.12)			
	Control (n=16)	Preterm (n=12)	p-value	Cohen's d	Control (n=16)	Preterm (n=8)	p-value	Cohen's d
VO _{2max} (L/min)*	3.46 ± 0.62	2.43 ± 0.70	<0.001	1.63	2.58 ± 0.50	1.79 ± 0.70	0.002	1.79
VO _{2max} (mL/kg/min)*	45.79 ± 8.71	34.88 ± 9.26	0.003	2.15	34.47 ± 7.52	26.49 ± 10.52	0.029	1.25
P _{max} (watts)*	231 ± 40	175 ± 45	0.002	1.42	186 ± 28	154 ± 39	0.020	1.53
T _{max} (minutes)*	13.48 ± 4.16	9.79 ± 3.36	0.021	0.99	9.06 ± 1.75	6.98 ± 2.45	0.016	0.94
HR _{rest} (bpm)	70 ± 11	80 ± 16	0.115	0.74	97 ± 12	113 ± 11	0.008	1.39
HR _{max} (bpm)	182 ± 12	182 ± 8	0.953	0.10	179 ± 10	180 ± 6	0.851	0.15
HRR _{1min} (bpm)	31 ± 10	20 ± 4	0.001	2.55	26 ± 8	19 ± 5	0.039	1.47
HRR _{2min} (bpm)	54 ± 11	41 ± 7	0.001	1.88	49 ± 13	39 ± 7	0.028	1.47
VT _{VO2} (ml/kg/min)*	37.86 ± 5.82	28.50 ± 6.60	<0.001	0.274	28.23 ± 6.51	21.88 ± 9.11	0.043	0.081

- 2 x CPET (FIO₂: 0.21 vs. 0.12)
- 45 min rest
- 8 min υποξικού αερίου προ 2nd CPET

Data are expressed as mean ± standard deviation (SD). Variables defined: VO_{2max}, maximal aerobic capacity expressed absolutely (L/min) and relative to body weight (mL/kg/min); P_{max}, maximal wattage attained for more than one half of final stage of incremental maximal exercise test; T_{max}, time to exhaustion during maximal exercise test; HR_{max}, maximal HR attained during maximal exercise testing; HRR_{1min}, HRR at one minute of resting recovery; HRR_{2min}, HRR at two minutes of resting recovery; VT_{VO2} (ml/kg/min), oxygen consumption per kg of body weight at ventilatory threshold.

* Sex-adjusted estimates.

Physical Characteristics

	Control (n=16)	Preterm (n=12)	p-value	Cohen's d
Sex (n, % female)	6, 38%	6, 50%	0.379	
Age (years)	25.6 ± 0.7	26.9 ± 1.1	<0.001	1.86
Height (cm)	176.1 ± 8.6	171.1 ± 9.8	0.109	0.50
Weight (kg)	77.6 ± 14.9	70.0 ± 13.3	0.123	0.57
BMI (kg/m ²)	24.9 ± 3.0	23.8 ± 3.3	0.340	0.32
Gestational age (weeks)	39.5 ± 0.6	28.5 ± 2.7	<0.001	20.6
G-PAQ (MET-min/week)	3515 ± 2707	3282 ± 1953	0.875	0.10

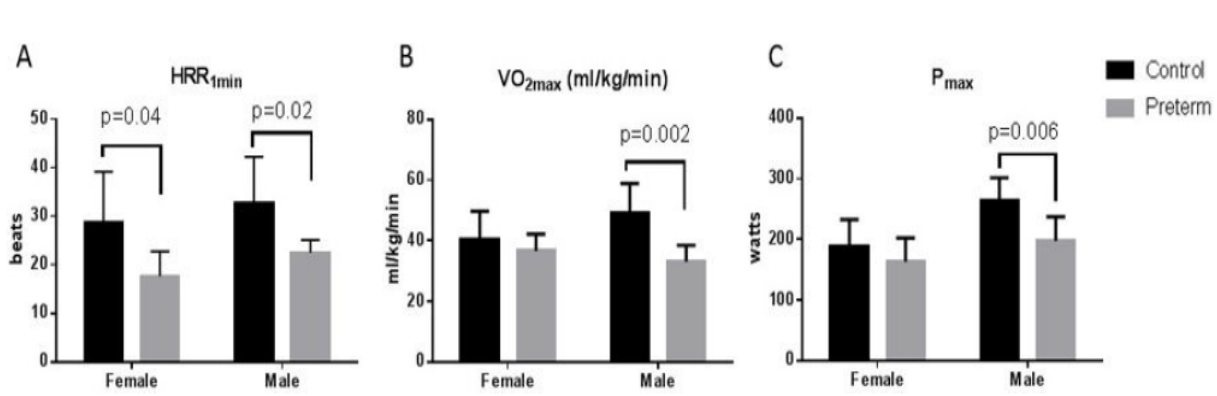


Figure 4:

Sex effects on HRR, VO₂max and P_{max}

A. HRR_{1min} (bpm; absolute drop in HR from max after 1 minute of recovery) sex-birth status interaction, p=0.91; B. VO₂max sex-birth status interaction, p=0.06; C. P_{max} sex-birth status interaction, p=0.21. Data are expressed as mean ± SD. HRR_{1min}, heart rate recovery after one minute of recovery; VO₂max, maximal aerobic capacity (ml/kg/min); P_{max}, maximal power attained during maximal exercise test.

- δυσλειτουργία του αυτόνομου συστήματος που αντανακλάται από πιο αργό HRR μετά από μέγιστη άσκηση
- αυξημένα ποσοστά καρδιαγγειακών παθήσεων και θνησιμότητας.

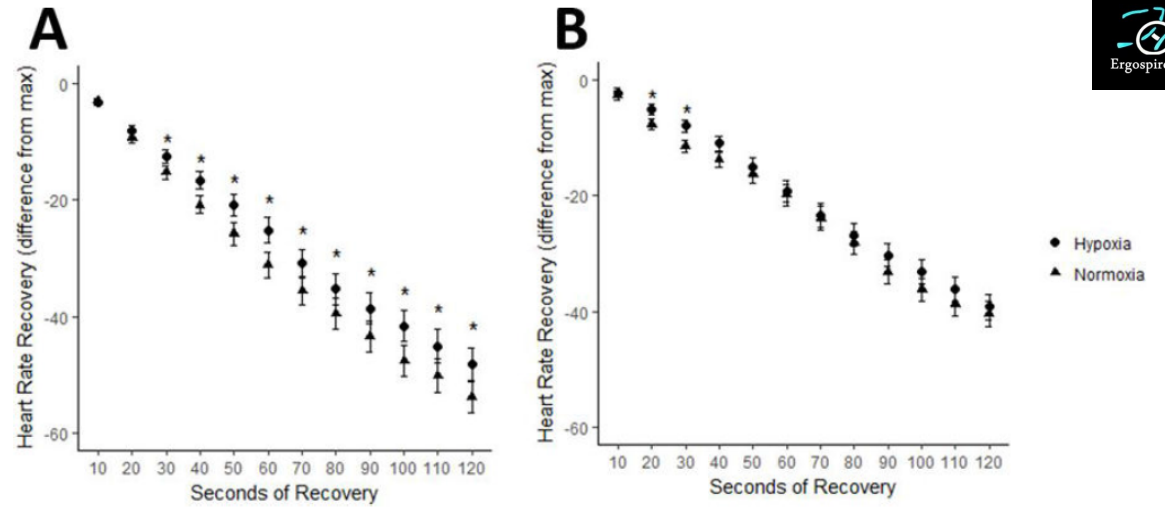


Figure 3:

Heart rate recovery response between normoxia and hypoxia in control and preterm subjects. A. HRR (bpm; absolute drop in HR from max) in normoxia (triangles) and hypoxia (circles) in control subjects. B. HRR in normoxia (triangles) and hypoxia (circles) in preterm subjects. Data are expressed as mean ± SEM. *p<0.05 adjusted for pairwise comparison between hypoxia and normoxia conditions at each time point.

- ✓ Norwegian national cohort: αυξημένο κίνδυνο καρδιομεταβολικής νόσου

- ✓ Παιδιά γεννιούνται πρόωρα, η άσκηση μπορεί να έχει χαμηλότερο όφελος σε σχέση με τελειόμηνα παιδιά
 - εξατομίκευση άσκησης
 - διαφοροποίηση έντασης και όγκου άσκησης

- ✓ Οι γονείς όλων των πρόωρων βρεφών θα πρέπει να ενθαρρύνουν τα παιδιά τους να συμμετέχουν σε τακτική φυσική δραστηριότητα και αθλήματα

- ✓ Danish National Birth Cohort: δεν υπάρχει επίδραση της άσκησης για πρόωρο τοκετό

Wilma Glodean Rudolph

B: 1940 D: 1994 (Brain tumor)

- ~2 kg
- πνευμονία
- οστρακιά
- παιδική παράλυση ΔΚΑ (πολιομυελίτιδα)
- Ο.Α. Μελβούρνη 1956 (3^η στα 4x100m)
- Ο.Α. Ρώμη 1960 (1^η στα 100m, 200m, 4x100m)



Wayde van Niekerk

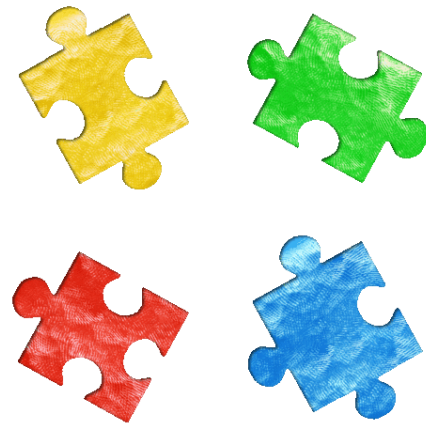
B: 1992 D: -

- 29 εβδ. ~1 kg
- μετάγγιση αίματος
- Ο.Α. Ρίο ντε Τζανέιρο 2016

1^η στα 400m WR 43.03 (Michael Johnson –1999)



Καρδιοαναπνευστική ικανότητα άσκησης σε άτομα που έχουν γεννηθεί πρόωρα



Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας !!!

Vasileios T. Stavrou, PhD

Clinical Exercise Physiologist

- Research Associate at Laboratory of Cardio-Pulmonary Testing and Pulmonary Rehabilitation, Department of Respiratory Medicine, Faculty of Medicine, University of Thessaly, Greece
- Postdoctoral Researcher, Department of Respiratory Medicine, Medical School, University of Thessaly, Greece
- Postdoctoral Researcher, Department of Neurology, Medical School, University of Cyprus, Cyprus
- Founder and Owner at Unique Safe Tele-Exercise Project, Greece <https://ustep.gr/>