



UNIVERSITY of THESSALY
SCHOOL OF PHYSICAL EDUCATION & SPORT SCIENCE
DEPARTMENT OF PHYSICAL EDUCATION & SPORT SCIENCE



Karies, 42100 Trikala, Greece

e-mail: g-pe@pe.uth.gr

HY-SPSS

Statistical Package for Social Sciences

10^ο ΜΑΘΗΜΑ

ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΘ. ΚΡΟΜΜΥΔΑΣ
Διδάσκων Τ.Ε.Φ.Α.Α., Π.Θ.

Περιεχόμενα 10^{ου} Μαθήματος

- Κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (**Paired Samples t- test**)
- Ανάλυση Διακύμανσης με Ένα Επαναλαμβανόμενο Παράγοντα (**One-way repeated measures ANOVA**)

Κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (Paired Samples t - test)

- **Παραμετρικό test**

Πότε χρησιμοποιείται;

- Όταν έχουμε **ΜΙΑ ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ** – ποσοτική μεταβλητή

π.χ. Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου

- **Που έχει ΜΟΝΟ ΔΥΟ βαθμίδες - μετρήσεις**

Π.χ. Αρχική – Τελική μέτρηση &

Θέλουμε να βρούμε αν υπάρχουν **ΔΙΑΦΟΡΕΣ** στην **ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ** μεταβλητή (π.χ. Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου) μεταξύ αρχικής (pre) και τελικής μέτρησης (post)

ΠΡΟΣΟΧΗ: Τα ίδια άτομα που συμμετέχουν στην αρχική μέτρηση, τα ίδια άτομα συμμετέχουν και στην τελική μέτρηση

Κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (Paired Samples t - test)

Μηδενική Υπόθεση (H_0)

- Δεν θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου (VO_{2max}) μεταξύ αρχικής (pre) και τελικής μέτρησης (post)

Εναλλακτική Υπόθεση (H_1)

- Θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου (VO_{2max}) μεταξύ αρχικής (pre) και τελικής μέτρησης (post)

Μηδενική Υπόθεση (H_0)

- Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο Δείκτη Μάζας Σώματος πριν και μετά την εφαρμογή ενός προγράμματος διατροφής

Εναλλακτική Υπόθεση (H_2)

- Θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο Δείκτη Μάζας Σώματος πριν και μετά την εφαρμογή ενός προγράμματος διατροφής

Μηδενική Υπόθεση (H_0)

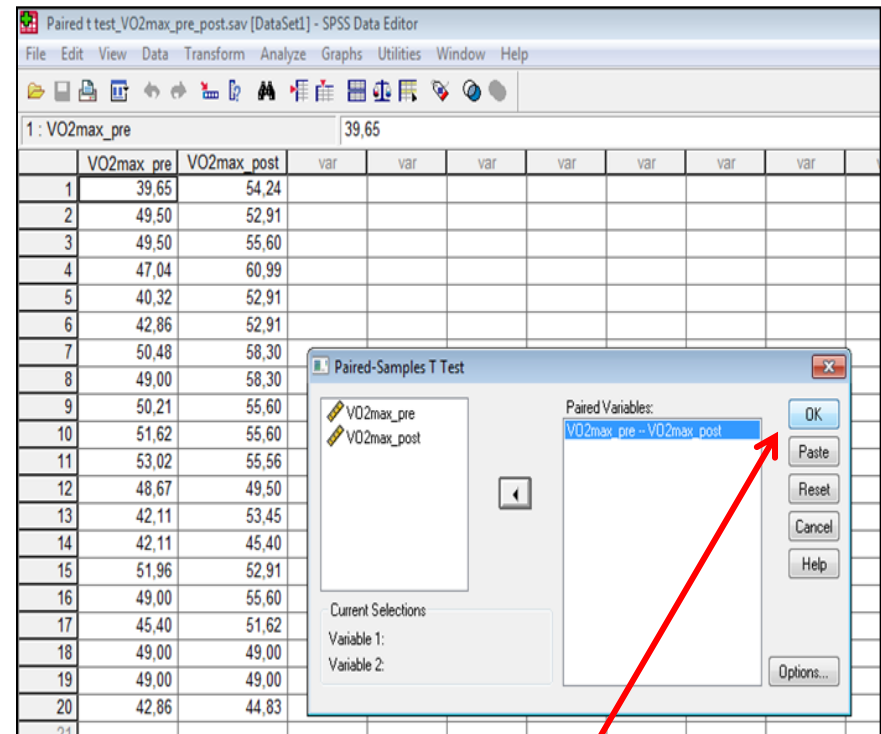
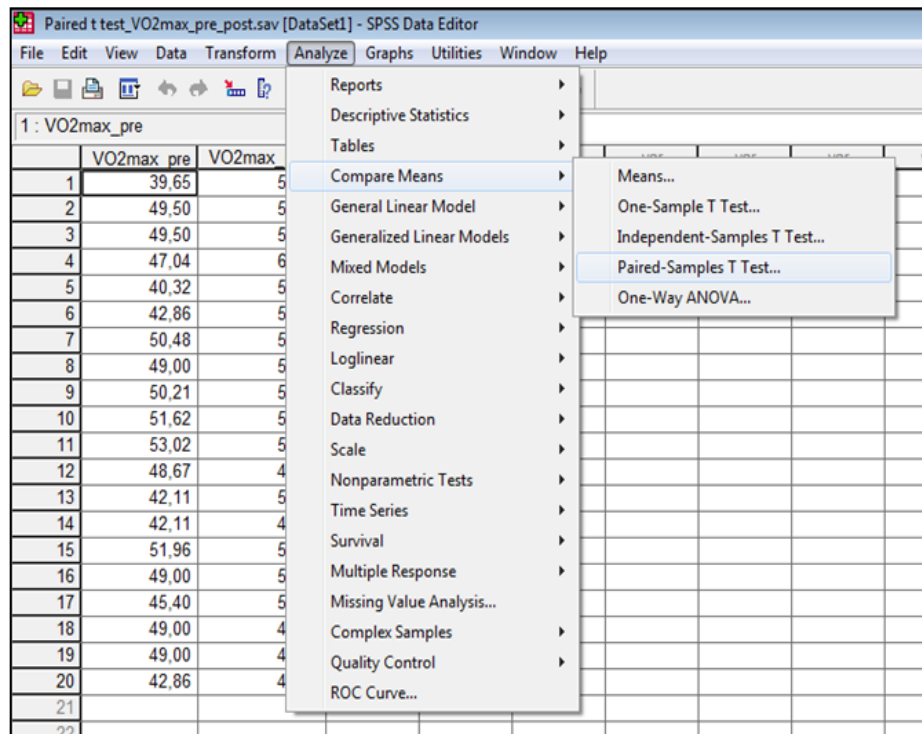
- Δεν θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη Ποιότητα Ζωής πριν και μετά την εφαρμογή ενός προγράμματος άσκησης

Εναλλακτική Υπόθεση (H_3)

- Θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη Ποιότητα Ζωής πριν και μετά την εφαρμογή ενός προγράμματος άσκησης

Κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (Paired Samples t - test)

Analyze → **Compare Means** → **Paired Samples T-test...** → Παίρνω ταυτόχρονα τις δύο βαθμίδες (VO2max_pre, VO2max_post) της εξαρτημένης μεταβλητής (VO2max) από αριστερά και τις τοποθετώ δεξιά στο κουτί **Paired Variables** & πατάω **OK**



Κλικ στο **OK**

Κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (Paired Samples t - test)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VO2max_pre	47,1655	20	4,09526	,91573
	VO2max_post	53,2115	20	4,13684	,92502

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 VO2max_pre & VO2max_post	20	,362	,117

Paired Samples Test

		Paired Differences							
				Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Mean	Std. Deviation			
Pair 1	VO2max_pre - VO2max_post	-6,04600	4,65021	1,03982	-8,22236	-3,86964	t	df	Sig. (2-tailed)
							-5,814	19	,000

Κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (Paired Samples t - test)

Εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές γράφουμε:
Εφαρμόστηκε κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (Paired Samples t - test) για να εξεταστεί εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου (VO_{2max}) μεταξύ αρχικής (pre) και τελικής μέτρησης (post). Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου (VO_{2max}) μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης ($t_{19} = -5.814, p < .001$). Οι συμμετέχοντες είχαν υψηλότερο σκορ στη τελική μέτρηση ($M = 53.21 \pm 4.14$) της Μέγιστης Πρόσληψης Οξυγόνου σε σχέση με την αρχική μέτρηση ($M = 47.17 \pm 4.10$).

Κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (Paired Samples t - test)

Εάν **ΔΕΝ** υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές θα γράφαμε: Εφαρμόστηκε κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (Paired Samples t - test) για να εξεταστεί εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου (VO_{2max}) μεταξύ αρχικής (pre) και τελικής μέτρησης (post). Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι **ΔΕΝ** υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου (VO_{2max}) μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης ($t_{19} = -1.686, p = .108$).

Paired Samples Test

		Paired Differences							
				Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Mean	Std. Deviation			
Pair 1	VO2max_pre - VO2max_post	-,11750	,31173	,06971	-,26340	,02840	-1,686	19	,108

Κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (Paired Samples t - test)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	BMI_pre	31,2100	30	3,01289	,55008
	BMI_post	27,9500	30	2,49603	,45571

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 BMI_pre & BMI_post	30	,922	,000

Paired Samples Test

		Paired Differences							
					95% Confidence Interval of the Difference				
					Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper
Pair 1	BMI_pre - BMI_post	3,26000	1,20190	,21944	2,81121	3,70879	14,856	29	,000

Κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (Paired Samples t - test)

Εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές γράφουμε:
Εφαρμόστηκε κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (Paired Samples t - test) για να εξεταστεί εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο Δείκτη Μάζας Σώματος (BMI) μεταξύ αρχικής (pre) και τελικής μέτρησης (post). Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο Δείκτη Μάζας Σώματος (BMI) μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης ($t_{29} = 14.856, p < .001$). Οι συμμετέχοντες είχαν υψηλότερο σκορ στην αρχική μέτρηση ($M = 31.21 \pm 3.01$) του Δείκτη Μάζας Σώματος (BMI) σε σχέση με την τελική μέτρηση ($M = 27.95 \pm 2.50$).

Ανάλυση Διακύμανσης με Ένα Επαναλαμβανόμενο Παράγοντα (One-way repeated measures ANOVA)

- **Παραμετρικό test**

Πότε χρησιμοποιείται;

- Όταν έχουμε **ΜΙΑ ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ** – ποσοτική μεταβλητή

π.χ. Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου

- **Που έχει ΠΑΝΩ από ΔΥΟ βαθμίδες - μετρήσεις**

Π.χ. 1^η Μέτρηση - 2^η Μέτρηση - 3^η Μέτρηση &

Θέλουμε να βρούμε αν υπάρχουν **ΔΙΑΦΟΡΕΣ** στην **ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ** μεταβλητή (π.χ. Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου) μεταξύ πρώτης, δεύτερης και τρίτης μέτρησης

ΠΡΟΣΟΧΗ: Τα ίδια άτομα που συμμετέχουν στη πρώτη μέτρηση, τα ίδια άτομα συμμετέχουν στη δεύτερη και στη τρίτη μέτρηση

Ανάλυση Διακύμανσης με Ένα Επαναλαμβανόμενο Παράγοντα (One-way repeated measures ANOVA)

Μηδενική Υπόθεση (H_0)

- Δεν θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου (VO_{2max}) μεταξύ μεταξύ πρώτης, δεύτερης και τρίτης μέτρησης

Εναλλακτική Υπόθεση (H_1)

- Θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου (VO_{2max}) μεταξύ μεταξύ πρώτης, δεύτερης και τρίτης μέτρησης

Μηδενική Υπόθεση (H_0)

- Δεν θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο $\Delta M\Sigma$ πριν (1^η Μέτρηση), κατά τη διάρκεια (2^η Μέτρηση) και μετά την εφαρμογή ενός προγράμματος άσκησης (3^η Μέτρηση)

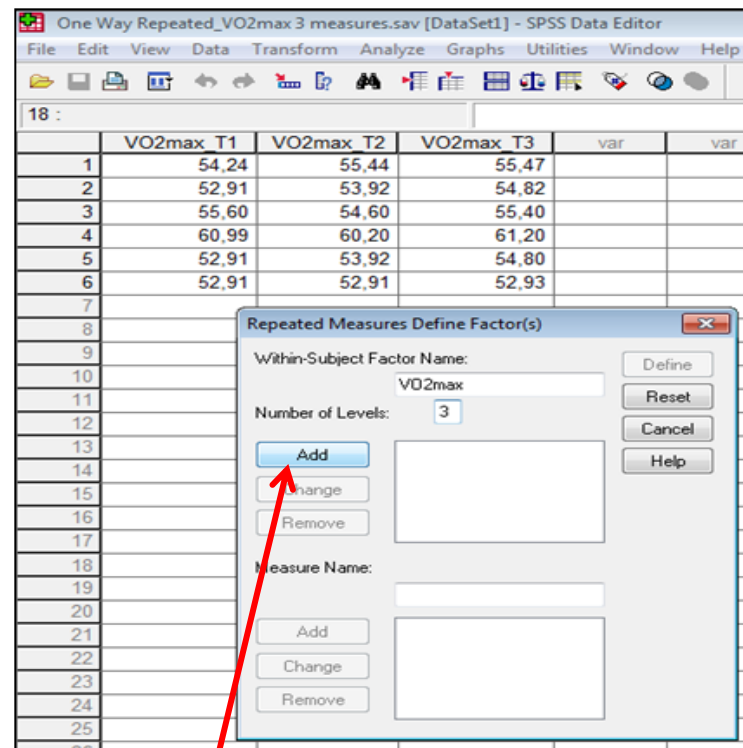
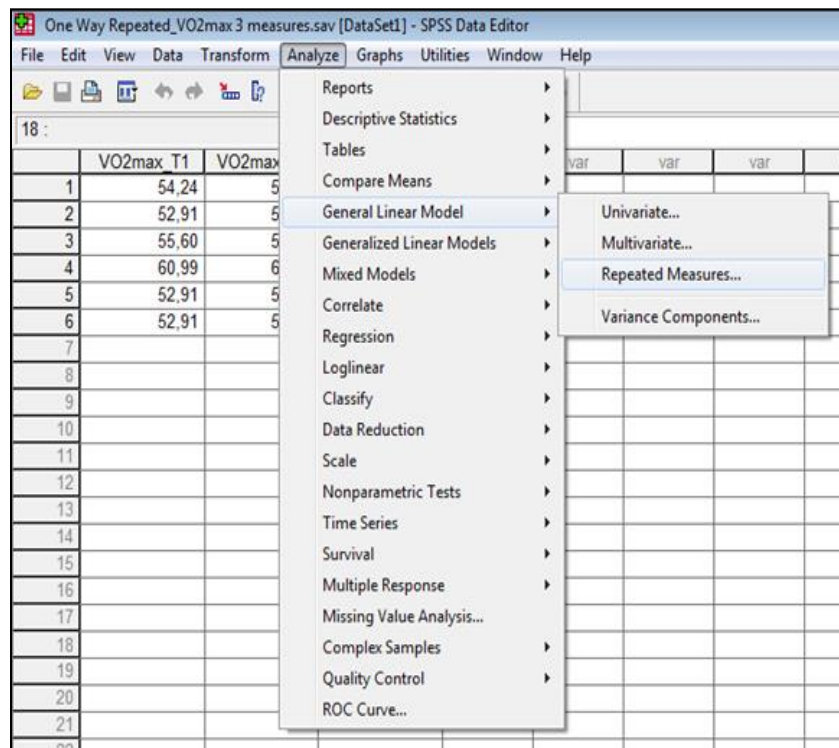
Εναλλακτική Υπόθεση (H_3)

- Θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο $\Delta M\Sigma$ πριν (1^η Μέτρηση), κατά τη διάρκεια (2^η Μέτρηση) και μετά την εφαρμογή ενός προγράμματος άσκησης (3^η Μέτρηση)

Ανάλυση Διακύμανσης με Ένα Επαναλαμβανόμενο Παράγοντα (One-way repeated measures ANOVA)

- Analyze → General Linear Model → **Repeated Measures...** → Στο **Within-Subject Factor Name** δίνω όνομα στη μεταβλητή (π.χ. VO2max) → Στο **Number of Levels** βάζω τον αριθμό των βαθμίδων – μετρήσεων της μεταβλητής (π.χ. 3) → Κλικ στο **Add** και μετά στο **Define** → Παίρνω ταυτόχρονα τις τρεις βαθμίδες - μετρήσεις (VO2max_T1, VO2max_T2, VO2max_T3) της εξαρτημένης μεταβλητής (VO2max) από αριστερά και τις τοποθετώ δεξιά στο κουτί **Within-Subject Variables** (VO2max) → Κλικ στο **Options** → Παίρνω την εξαρτημένη μεταβλητή (VO2max) από αριστερά και τις τοποθετώ δεξιά στο κουτί **Display Means for** → Κλικ στο **Compare main effects** → Επιλέγω **LSD & Descriptive statistics** → πατάω **Continue** → Κλικ στο **Plots** → Παίρνω την εξαρτημένη μεταβλητή (VO2max) αριστερά και την τοποθετώ δεξιά στο κουτί **Horizontal Axis** → Κλικ στο **Add** → **Continue & OK**

Ανάλυση Διακύμανσης με Ένα Επαναλαμβανόμενο Παράγοντα (One-way repeated measures ANOVA)



Κλικ στο Add

Ανάλυση Διακύμανσης με Ένα Επαναλαμβανόμενο Παράγοντα (One-way repeated measures ANOVA)

One Way Repeated_VO2max 3 measures.sav [DataSet1] - SPSS Data Editor

	VO2max_T1	VO2max_T2	VO2max_T3	var	var
1	54,24	55,44	55,47		
2	52,91	53,92	54,82		
3	55,60	54,60	55,40		
4	60,99	60,20	61,20		
5	52,91	53,92	54,80		
6	52,91	52,91	52,93		

Repeated Measures Define Factor(s)

Within-Subject Factor Name: Define

Number of Levels: Reset

Add Change Remove VO2max(3) Cancel Help

Measure Name:

Add Change Remove

Κλικ στο Add &
μετά στο Define

One Way Repeated_VO2max 3 measures.sav [DataSet1] - SPSS Data Editor

	VO2max_T1	VO2max_T2	VO2max_T3	var	var	var	var
1	54,24	55,44	55,47				
2	52,91	53,92	54,82				
3	55,60	54,60	55,40				
4	60,99	60,20	61,20				
5	52,91	53,92	54,80				
6	52,91	52,91	52,93				

Repeated Measures

Within-Subjects Variables
(VO2max):

VO2max_T1(1)
VO2max_T2(2)
VO2max_T3(3)

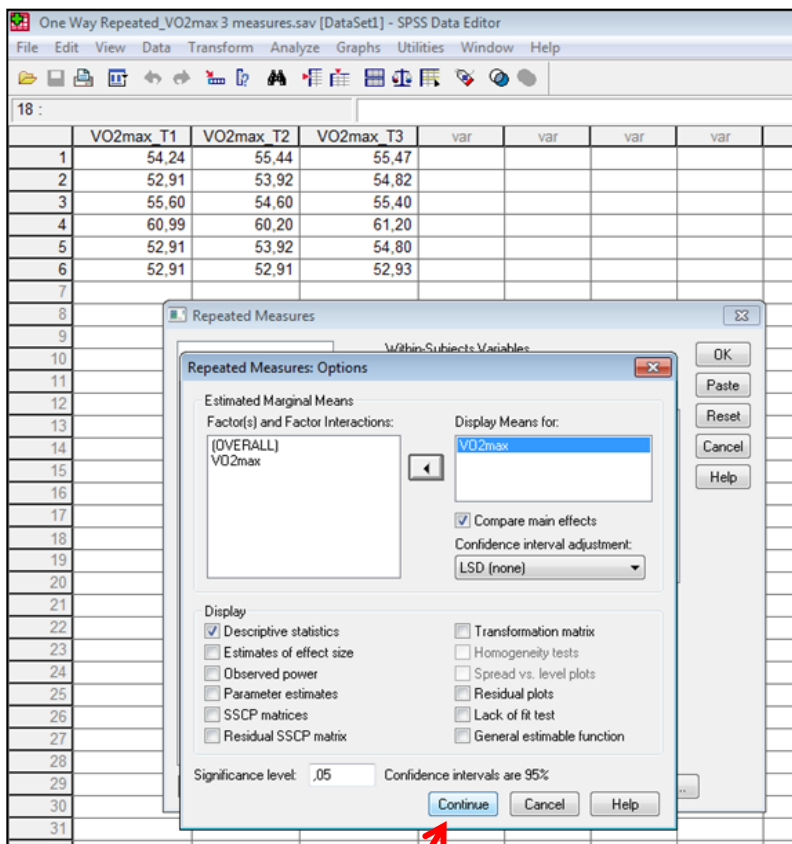
Between-Subjects Factor(s):

Covariates:

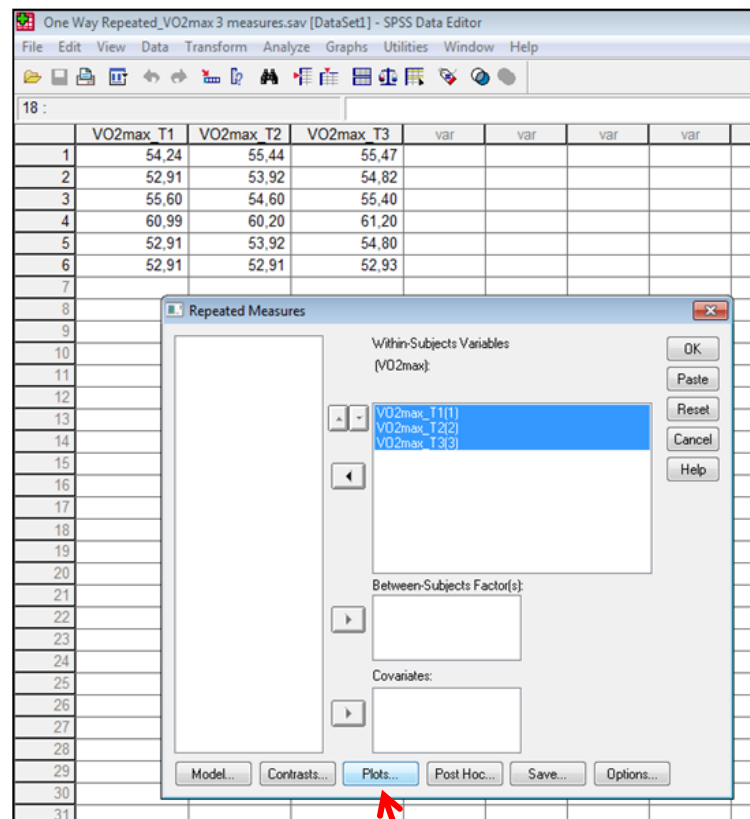
Model... Contrasts... Plots... Post Hoc... Save... Options...

Κλικ στο Options

Ανάλυση Διακύμανσης με Ένα Επαναλαμβανόμενο Παράγοντα (One-way repeated measures ANOVA)

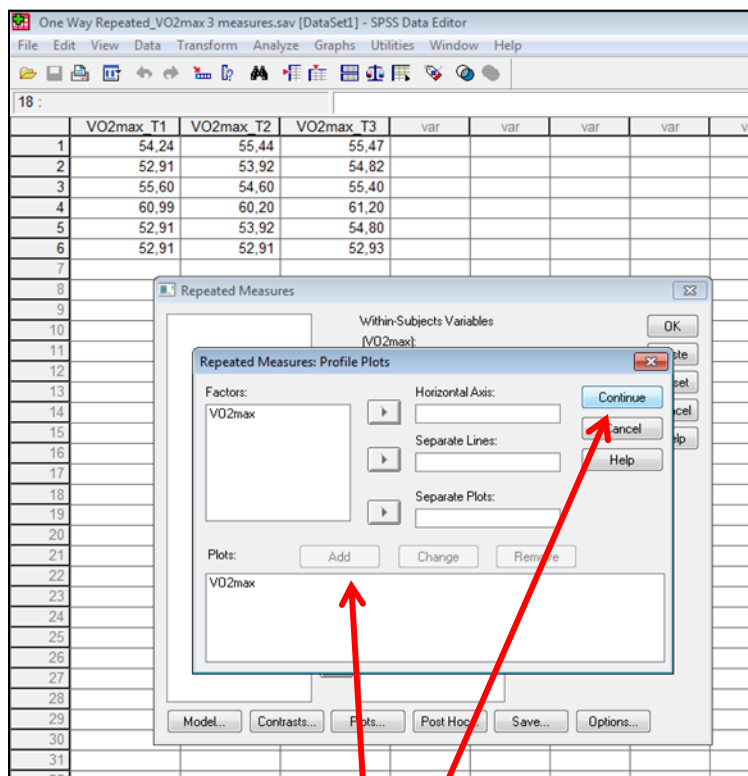


Κλικ στο Continue

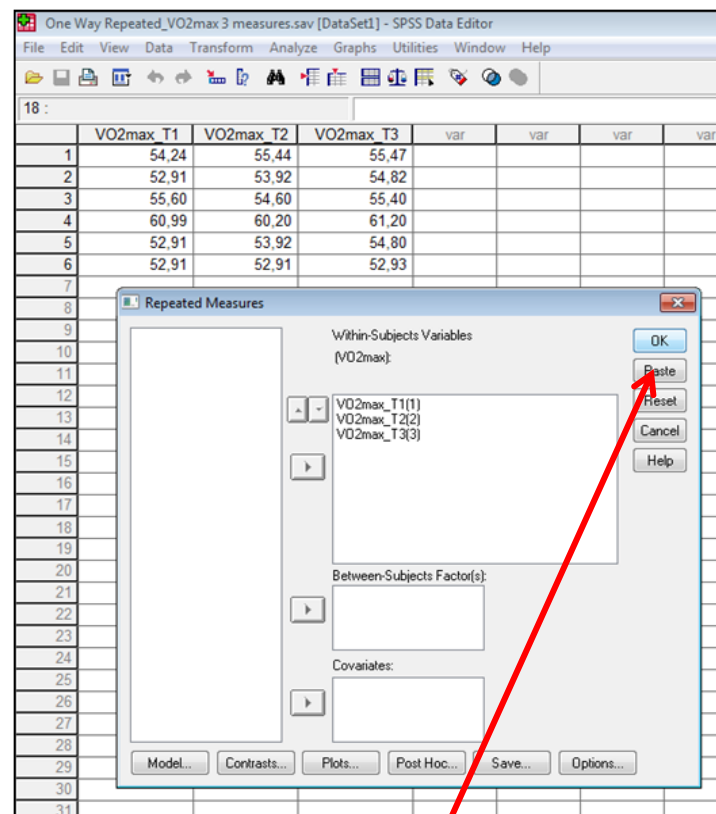


Κλικ στο Plots

Ανάλυση Διακύμανσης με Ένα Επαναλαμβανόμενο Παράγοντα (One-way repeated measures ANOVA)



Κλικ στο Add & Continue



Κλικ στο OK

Ανάλυση Διακύμανσης με Ένα Επαναλαμβανόμενο Παράγοντα (One-way repeated measures ANOVA)

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
VO2max_T1	54,9267	3,15879	6
VO2max_T2	55,1650	2,60504	6
VO2max_T3	55,7707	2,81490	6

- Στο **Mauchly's Test of Sphericity** θέλουμε το **Sig** να **MHN** είναι στατιστικά σημαντικό ($p > .05$)
- **Sphericity**: Ομοιογένεια της συνδιακύμανσης - Οι συσχετίσεις μεταξύ των συνδυασμών των προσπαθειών είναι ίσες

Mauchly's Test of Sphericity^b

Measure: MEASURE_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon ^a		
					Greenhous e-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
VO2max	,505	2,733	2	,255	,669	,823	,500

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

b.

Design: Intercept

Within Subjects Design: VO2max

Ανάλυση Διακύμανσης με Ένα Επαναλαμβανόμενο Παράγοντα (One-way repeated measures ANOVA)

- Στο **Mauchly's Test of Sphericity** θέλουμε το **Sig** να μην είναι στατιστικά σημαντικό ($p > .05$). Εάν είναι στατιστικά σημαντικό ($p < .05$) τότε χρησιμοποιούμε τις τιμές που παρουσιάζονται στη γραμμή του τεστ **Greenhouse-Geisser** ή στη γραμμή του τεστ **Huynh-Feldt**.

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
VO2max	Sphericity Assumed	2,272	2	1,136	3,295	,080
	Greenhouse-Geisser	2,272	1,338	1,698	3,295	,110
	Huynh-Feldt	2,272	1,646	1,381	3,295	,094
	Lower-bound	2,272	1,000	2,272	3,295	,129
Error(VO2max)	Sphericity Assumed	3,447	10	,345		
	Greenhouse-Geisser	3,447	6,689	,515		
	Huynh-Feldt	3,447	8,228	,419		
	Lower-bound	3,447	5,000	,689		

Ανάλυση Διακύμανσης με Ένα Επαναλαμβανόμενο Παράγοντα (One-way repeated measures ANOVA)

Εφαρμόστηκε Ανάλυση Διακύμανσης με Ένα Επαναλαμβανόμενο Παράγοντα (One-way repeated measures ANOVA) για να εξεταστεί εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου (VO_{2max}) μεταξύ πρώτης (VO_{2max_T1}), δεύτερης (VO_{2max_T2}) και τρίτης μέτρησης (VO_{2max_T3}). Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι **ΔΕΝ** υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου (VO_{2max}) μεταξύ πρώτης, δεύτερης και τρίτης μέτρησης ($F_{2,10} = 3.295, p = .080$).

Ανάλυση Διακύμανσης με Ένα Επαναλαμβανόμενο Παράγοντα (One-way repeated measures ANOVA)

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
BMI_T1	31,2100	3,12248	10
BMI_T2	28,5000	2,32140	10
BMI_T3	27,9500	2,58683	10

Mauchly's Test of Sphericity^b

Measure: MEASURE_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon ^a		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
BMI	,649	3,463	2	,177	,740	,851	,500

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

b. Design: Intercept
Within Subjects Design: BMI

Ανάλυση Διακύμανσης με Ένα Επαναλαμβανόμενο Παράγοντα (One-way repeated measures ANOVA)

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
BMI	Sphericity Assumed	60,914	2	30,457	56,444	,000
	Greenhouse-Geisser	60,914	1,480	41,158	56,444	,000
	Huynh-Feldt	60,914	1,702	35,787	56,444	,000
	Lower-bound	60,914	1,000	60,914	56,444	,000
Error(BMI)	Sphericity Assumed	9,713	18	,540		
	Greenhouse-Geisser	9,713	13,320	,729		
	Huynh-Feldt	9,713	15,319	,634		
	Lower-bound	9,713	9,000	1,079		

Ανάλυση Διακύμανσης με Ένα Επαναλαμβανόμενο Παράγοντα (One-way repeated measures ANOVA)

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

(I) BMI	(J) BMI	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	2,710 [*]	,349	,000	1,921	3,499
	3	3,260 [*]	,394	,000	2,369	4,151
2	1	-2,710 [*]	,349	,000	-3,499	-1,921
	3	,550 [*]	,217	,032	,060	1,040
3	1	-3,260 [*]	,394	,000	-4,151	-2,369
	2	-,550 [*]	,217	,032	-1,040	-,060

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
BMI_T1	31,2100	3,12248	10
BMI_T2	28,5000	2,32140	10
BMI_T3	27,9500	2,58683	10

Ανάλυση Διακύμανσης με Ένα Επαναλαμβανόμενο Παράγοντα (One-way repeated measures ANOVA)

Εφαρμόστηκε Ανάλυση Διακύμανσης με Ένα Επαναλαμβανόμενο Παράγοντα (One-way repeated measures ANOVA) για να εξεταστεί εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ΔΜΣ (BMI) μεταξύ πρώτης (BMI_T1), δεύτερης (BMI_T2) και τρίτης μέτρησης (BMI_T3). Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ΔΜΣ μεταξύ πρώτης, δεύτερης και τρίτης μέτρησης ($F_{2,18} = 56.444, p < .001$). Στη συνέχεια, εφαρμόστηκε το τεστ Πολλαπλών Συγκρίσεων *LSD* για να εξεταστεί μεταξύ ποιών βαθμίδων του επαναλαμβανόμενου παράγοντα ΔΜΣ (BMI) υπάρχουν οι στατιστικά σημαντικές διαφορές. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι οι συμμετέχοντες/ουσες είχαν χαμηλότερο σκορ στο ΔΜΣ στην τρίτη μέτρηση ($M = 27.95 \pm 2.59$) σε σχέση με την πρώτη ($M = 31.21 \pm 3.12$) και τη δεύτερη μέτρηση ($M = 28.5 \pm 2.32$).

Βιβλιογραφία 10^{ου} Μαθήματος

- Field, A. (2009). *Discovering Statistics using SPSS (3rd edition)*. London: Sage Publications.
- Ntoumanis, N. (2013). *A Step-by-Step Guide to SPSS for Sport and Exercise Studies*. London: Routledge.
- Παπαϊωάννου, Α., Ζουρμπάνος, Ν., & Μίνος, Γ. (2016). *Εφαρμογές της Στατιστικής στις Επιστήμες του Αθλητισμού και της Υγείας με την χρήση του SPSS*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Δίσιγμα.
- Ρούσσος, Π. Λ., & Τσαούσης, Γ. (2011). *Στατιστική στις επιστήμες της συμπεριφοράς με τη χρήση του SPSS*. Αθήνα: Εκδόσεις Τόπος.