

ΑΝΟΙΚΤΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΨΥΧΟΛΟΓΟΥΣ. Η R & ΤΟ JAMON

Φώτης Φωτιάδης
Τμήμα Ψυχολογίας
Πάντειο Πανεπιστήμιο Κοινωνικών & Πολιτικών Επιστημών

Διάλεξη 12

■ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Συντελεστής Συσχέτισης
2. T-test ανεξάρτητων δειγμάτων
3. T-test εξαρτημένων Δειγμάτων
4. One-way ANOVA
5. Repeated Measures ANOVA

1. Συντελεστής Συσχέτισης

Εισαγωγή - Υποθέσεις

Μια από τις βασικότερες αναλύσεις, είναι η ανάλυση συσχέτισης μεταξύ δύο ποσοτικών μεταβλητών X και Y .

Η ανάλυση αυτή μας αποκαλύπτει αν σχετίζονται οι μεταβλητές αυτές.

Πιο συγκεκριμένα, Ο συντελεστής συσχέτισης δηλώνεται ως r , και παίρνει τιμές από **-1 έως +1**.

Αν $r > 0$ τότε έχουμε θετική συσχέτιση

Αν $r < 0$ τότε έχουμε αρνητική συσχέτιση

Ο **στατιστικός έλεγχος** υποδεικνύει αν έχουμε λόγους να πιστεύουμε πως ισχύει στον πληθυσμό (και όχι μόνο στο δείγμα μας) η συσχέτιση αυτή.

Αν το p του στατιστικού ελέγχου είναι < 0.05 , τότε η συσχέτιση ισχύει στον πληθυσμό.

Συγκεκριμένα

$$H_0: r = 0$$

H_1 : οι δύο μεταβλητές σχετίζονται

Προϋποθέσεις

Οι προϋποθέσεις για την διεξαγωγή ανάλυσης συσχέτισης

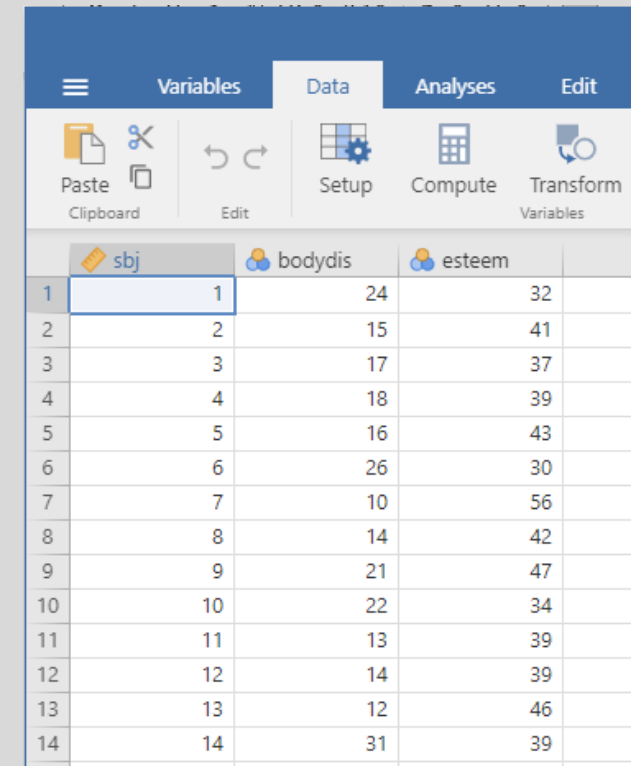
- Πρέπει να διαπιστώνεται η **γραμμική σχέση** μεταξύ των μεταβλητών (διαπιστώνεται από το διάγραμμα διασποράς)
- Πρέπει οι δύο μεταβλητές X και Y να είναι ακολουθούν την **κανονική κατανομή**
 - *Εκτός αν το δείγμα N είναι πάνω από 100 άτομα, οπότε δεν μας απασχολεί το εν λόγω θέμα.*
- Είναι πολύ σημαντικό να ελέγχουμε για την ύπαρξη **ακραίων τιμών** (διαπιστώνεται από το διάγραμμα διασποράς)

Τα δεδομένα

Ας υποθέσουμε πως θέλουμε να μελετήσουμε αν η **δυσαρέσκεια ενός ατόμου για το σώμα του/της** σχετίζεται με τη **γενικότερη αυτοεκτίμησή του/της**.

Για να μελετήσουμε αν οι δύο αυτές μεταβλητές συσχετίζονται, επιλέξαμε 228 άτομα και τους ζητήσαμε να συμπληρώσουν δύο κλίμακες: μία που μετά τη δυσαρέσκεια για τη σωματική εικόνα (μεταβλητή *bodydis*) και μία που μετρά την αυτοεκτίμηση (μεταβλητή **esteem**).

- Κατεβάζουμε από το e-class (Εγγραφα > Διάλεξη 12) το αρχείο **bodyesteem.csv**
- Ανοίγουμε το αρχείο (File > Open) με το jamovi



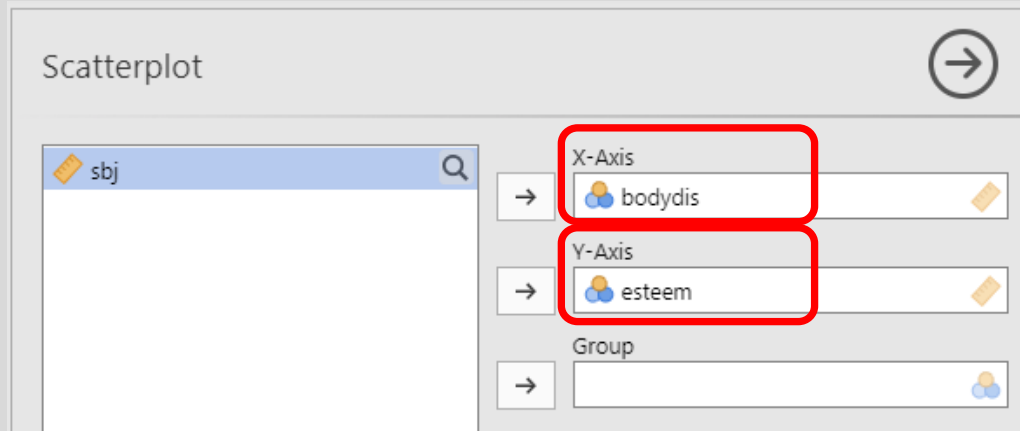
The screenshot shows the Jamovi software interface. The top menu bar includes 'Variables', 'Data', 'Analyses', and 'Edit'. Below the menu, there are icons for 'Paste' (Clipboard), 'Edit' (Undo/Redo), 'Setup' (Data grid), 'Compute' (Calculator), and 'Transform' (Variables). The main data table is visible, with columns labeled 'sbj', 'bodydis', and 'esteem'. The first 15 rows of data are shown, with the first row highlighted.

	sbj	bodydis	esteem
1	1	24	32
2	2	15	41
3	3	17	37
4	4	18	39
5	5	16	43
6	6	26	30
7	7	10	56
8	8	14	42
9	9	21	47
10	10	22	34
11	11	13	39
12	12	14	39
13	13	12	46
14	14	31	39
15	15	23	31

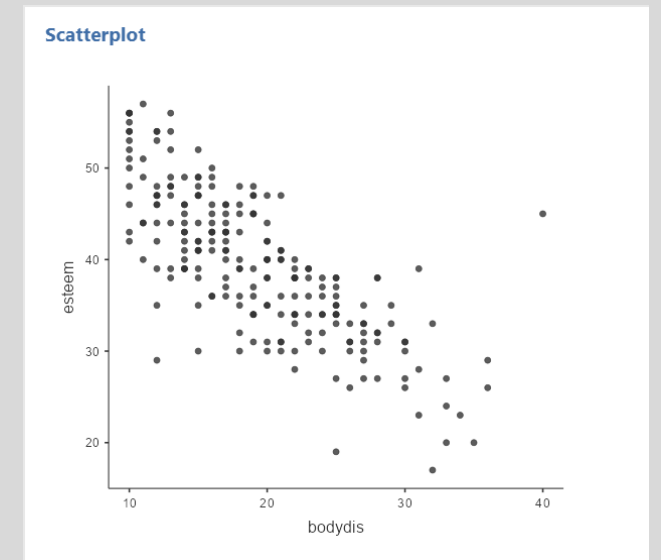
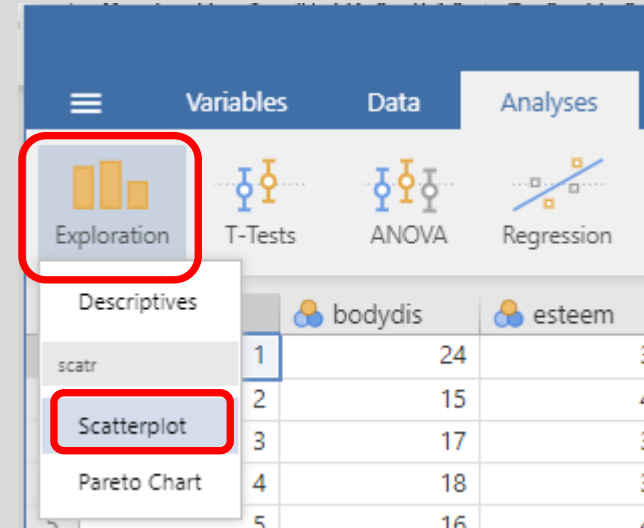
Διάγραμμα Σκεδασμού

Αρχικά, πρέπει να σχεδιάσουμε το διάγραμμα σκεδασμού, για να δούμε αν μπορούμε να υποθέσουμε γραμμική σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών.

- Κάνουμε κλικ στο μενού Exploration
- Κάνουμε κλικ στην επιλογή Scatterplot
- Στο παράθυρο που εμφανίζεται τοποθετούμε τις μεταβλητές στους άξονες X και Y

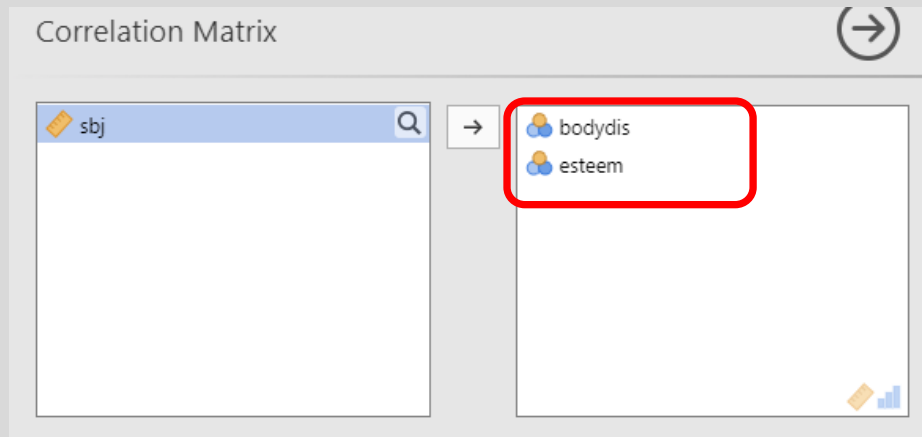


Παρατηρούμε πως σχεδιάζεται το διάγραμμα στο αριστερό πλαίσιο (δεν θα ασχοληθούμε με την κανονικότητα, αφού $N = 228$)

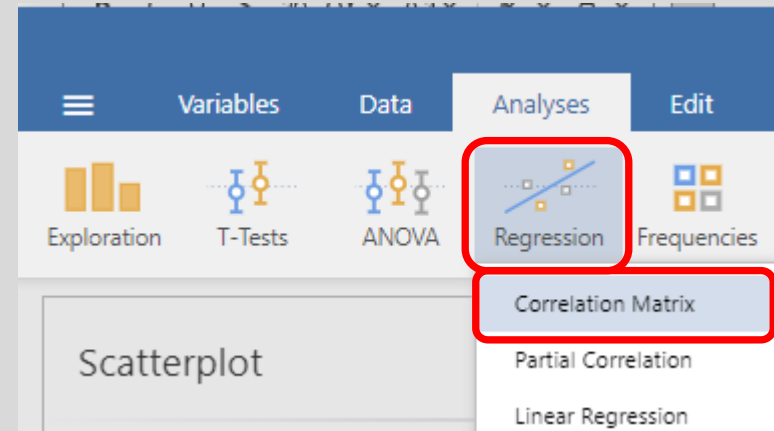


ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΣ ΈΛΕΓΧΟΣ

Για να εκτελέσουμε τον έλεγχο,
κάνουμε κλικ στο Resgression
κάνουμε κλικ στο Correlation Matrix
στο πλαίσιο που εμφανίζεται
τοποθετούμε τις μεταβλητές στο δεξί πεδίο



Παρατηρούμε πως εμφανίζονται δεξιά τα αποτελέσματα του στατιστικού ελέγχου, τα οποία είναι ίδια με της R



Correlation Matrix			
		bodydis	esteem
bodydis	Pearson's r	—	
	df	—	
	p-value	—	
esteem	Pearson's r	-0.759	—
	df	224	—
	p-value	< .001	—

```
Pearson's product-moment correlation

data: data$bodydis and data$esteem
t = -17.464, df = 224, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.8095882 -0.6979720
sample estimates:
 cor
-0.7593101
```

Αναφορά κατά A.P.A.

Correlation Matrix			
		bodydis	esteem
bodydis	Pearson's r	—	
	df	—	
	p-value	—	
esteem	Pearson's r	-0.759	—
	df	224	—
	p-value	< .001	—

«Βρέθηκε πως υπάρχει μια υψηλή αρνητική συσχέτισης μεταξύ αυτοπεποίθησης και της δυσαρέσκειας για την σωματική εικόνα, $r(224) = - .759, p < .001$ »

Σημείωση 1: Όταν αναφέρουμε το r , κάποιοι αναφέρουν βαθμούς ελευθερίας, κάποιοι όχι. Στο πρότυπο APA δεν υπάρχει δυστυχώς συγκεκριμένη οδηγία.

Σημείωση 2: Όταν αναφέρουμε το r , παραλείπουμε το 0 πριν την υποδιαστολή, επειδή το r έχει πάντα μια τέτοια τιμή : 0.xxx. Επομένως, το 0 είναι περιττό.

2. T-test Ανεξάρτητων Δειγμάτων

Εισαγωγή - Υποθέσεις

Στον στατιστικό έλεγχο t-test ανεξάρτητων δειγμάτων αυτό που κάνουμε είναι να ελέγχουμε την υπόθεση (μηδενική υπόθεση, H_0) ότι η μέση τιμή μ_1 ενός χαρακτηριστικού κάποιου πληθυσμού με κανονική κατανομή είναι ίση με τη μέση τιμή μ_2 ενός άλλου πληθυσμού με κανονική κατανομή, σε επίπεδο σημαντικότητας α .

Ο έλεγχος αυτός γίνεται έναντι της εναλλακτικής υπόθεσης (H_1) πως οι δυο μέσοι όροι είναι διαφορετικοί.

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

Προϋποθέσεις

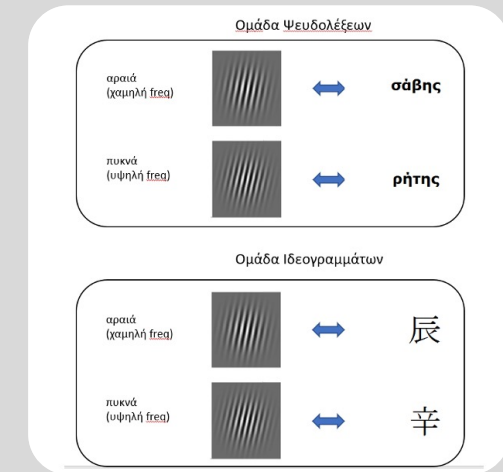
Οι προϋποθέσεις για την διεξαγωγή ελέγχου t-test είναι οι ακόλουθες:

1. Για να εκτελέσουμε ένα t-test ανεξάρτητων δειγμάτων, πρέπει τα δεδομένα κάθε ομάδας να ακολουθούν την **κανονική κατανομή**.
2. Πρέπει τα δεδομένα κάθε ομάδας να χαρακτηρίζονται **από ίση διακύμανση**. Αν δεν ισχύει η προϋπόθεση της ίσης διακύμανσης, αναφέρουμε διορθωμένες τιμές του t και των βαθμών ελευθερίας.

Σημείωση:

Τα Δεδομένα

Θα χρησιμοποιήσουμε τα δεδομένα από το γνωστό πείραμα, όπου συμμετέχοντες μαθαίνουν δύο κατηγορίες. Στη μία ομάδα, οι ετικέτες των κατηγοριών είναι ψευδολέξεις, ενώ στην άλλη ομάδα οι ετικέτες είναι ιδεογράμματα.



- Κατεβάζουμε από το e-class (Εγγραφα > Διάλεξη 12) το αρχείο `independent_samples.csv`
- Ανοίγουμε το αρχείο με το jamovi.

	sbj	group	acc
1	1	ideo	0.575
2	4	ideo	0.625
3	6	ideo	0.863
4	8	ideo	0.850
5	10	ideo	0.588
6	12	ideo	0.887
7	14	ideo	0.887
8	15	ideo	0.738
9	16	ideo	0.637
10	18	ideo	0.863
11	19	ideo	0.713
12	24	ideo	0.400
13	2	pseudo	0.500
14	3	pseudo	0.738
15	5	pseudo	0.738
16	7	pseudo	0.863
17	9	pseudo	0.900
18	11	pseudo	0.750

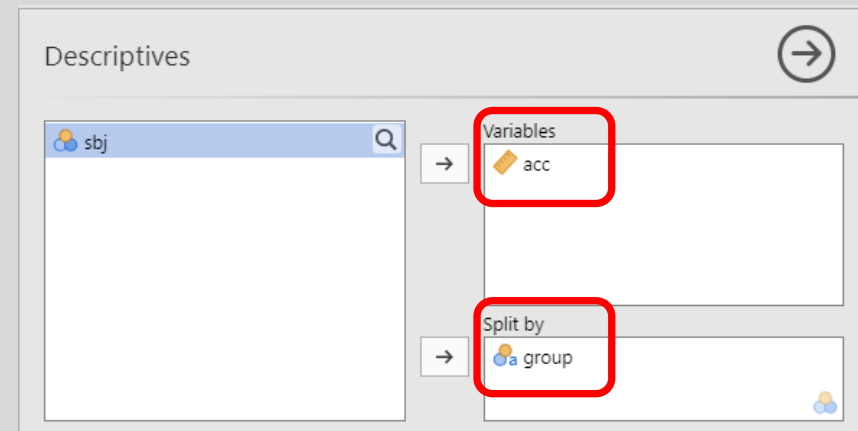
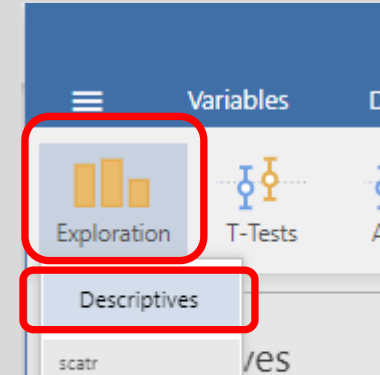
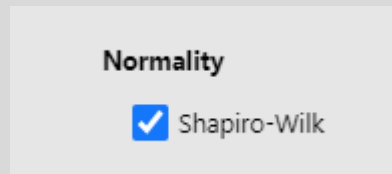
Κανονικότητα

Για να ελέγξουμε την κανονικότητα των δεδομένων κάθε μίας ομάδας:

- κάνουμε κλικ στο μενού **Exploration**
- κάνουμε κλικ στο **Descriptives**

Στο πλαίσιο που εμφανίζεται,

- τοποθετούμε στο πεδίο **Variables** την εξαρτημένη μεταβλητή, δηλαδή το **acc**
- τοποθετούμε στο πεδίο **Split by** την ανεξάρτητη μεταβλητή, δηλαδή το **group**
- κάνουμε κλικ στο **Statistics**
- επιλέγουμε **Shapiro-Wilk**



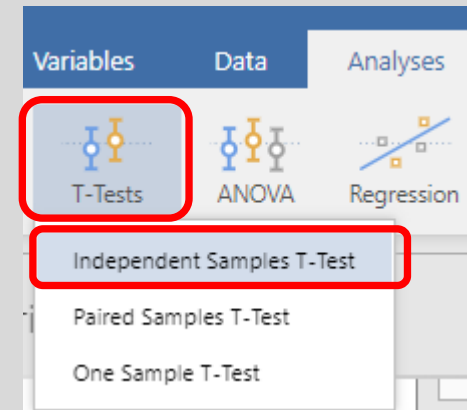
Shapiro-Wilk W	ideo	0.899
	pseudo	0.893
Shapiro-Wilk p	ideo	0.155
	pseudo	0.128

Παρατηρούμε πως πληρούνται οι προϋποθέσεις της κανονικότητας

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΣ Έλεγχος

Για να εκτελέσουμε το στατιστικό έλεγχο:

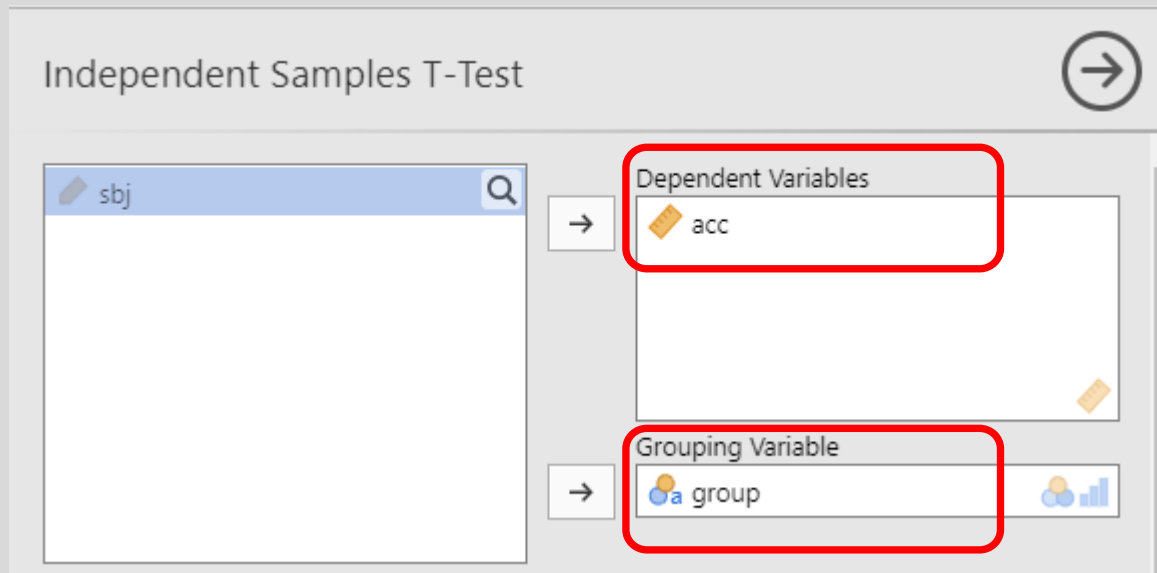
- κάνουμε κλικ στο **T-Tests**
- κάνουμε κλικ στο **Independent Samples T-Test**



Στο πλαίσιο που εμφανίζεται,

τοποθετούμε στο πλαίσιο **Dependent Variables** τη μεταβλητή **acc**

τοποθετούμε στο πλαίσιο **Grouping Variable** τη μεταβλητή **group**



ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΣ Έλεγχος II

Στη συνέχεια, για να υπολογίσουμε το μέγεθος επίδρασης Cohen's d,

- κάνουμε κλικ στο **Effect Size**
- μπορούμε να κάνουμε κλικ και στο **Descriptives**, που είναι χρήσιμη επιλογή.

Παρατηρούμε πως στα δεξιά εμφανίζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου:

Independent Samples T-Test						
Independent Samples T-Test						
		Statistic	df	p	Effect Size	
acc	Student's t	-0.243	22.0	0.810	Cohen's d	-0.0991
Note. $H_0: \mu_{ideo} = \mu_{pseudo}$						
Group Descriptives						
	Group	N	Mean	Median	SD	SE
acc	ideo	12	0.719	0.725	0.157	0.0453
	pseudo	12	0.733	0.744	0.137	0.0394

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΣ Έλεγχος III

Για να εξετάσουμε αν πληρείται η προϋπόθεση της ομοιογένειας της διακύμανσης κάνουμε κλικ στο **Homogeneity test**

Assumption Checks

☒ Homogeneity test

☐ Normality test

☐ Q-Q plot

Παρατηρούμε πως στα δεξιά εμφανίζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου:

Επειδή το p είναι > 0.05 , μπορούμε να είμαστε ήσυχοι (πληρείται η προϋπόθεση)

Assumptions

Homogeneity of Variances Test (Levene's)				
	F	df	df2	p
acc	0.720	1	22	0.405

Note. A low p-value suggests a violation of the assumption of equal variances

Αναφορά κατά A.P.A.

Independent Samples T-Test

Independent Samples T-Test

		Statistic	df	p		Effect Size
acc	Student's t	-0.243	22.0	0.810	Cohen's d	-0.0991

Note. $H_0: \mu_{\text{ideo}} = \mu_{\text{pseudo}}$

Γράφουμε: «Βρέθηκε μια μη σημαντική διαφορά στην ακρίβεια μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων, $t(22) = -0.243$, $p = .81$, Cohen's $d = -0.099$ »

Σημείωση για Levene's Test

Σε περίπτωση που δεν πληρείται η προϋπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων (των δύο ομάδων ως προς την εξαρτημένη μεταβλητή), το jamonι εμφανίζει μια σημείωση που αναφέρει πως δεν πληρείται η εν λόγω προϋπόθεση.

Στην περίπτωση αυτή, πρέπει στο πεδίο **Tests**

- να επιλέξουμε την επιλογή **Welch's**
- να από-επιλέγουμε το **Student's**

Tests

☐ Student's

☐ Bayes factor

Prior 0.707

☒ Welch's

☐ Mann-Whitney U

Independent Samples T-Test

Independent Samples T-Test

		Statistic	df	p
libido	Student's t	-1.92 *	12.0	0.079

Note. $H_a: \mu_{\text{placebo}} \neq \mu_{\text{Med}}$

* Levene's test is significant ($p < .05$), suggesting a violation of the assumption of equal variances

Independent Samples T-Test

Independent Samples T-Test

		Statistic	df	p		Effect Size
Sugar_before	Welch's t	1.60	37.2	0.118	Cohen's d	0.506

Note. $H_a: \mu_1 \neq \mu_2$

και αναφέρουμε τα αποτελέσματα αυτού του ελέγχου, π.χ.:
 $t(37.2) = 1.60, p = .018, \text{Cohen's } d = 0.506$

3. T-test Εξαρτημένων Δειγμάτων

Εισαγωγή - Υποθέσεις

Στον στατιστικό έλεγχο t-test εξαρτημένων δειγμάτων αυτό που κάνουμε είναι να ελέγχουμε την υπόθεση ότι η διαφορά των μετρήσεων (μεταξύ των δύο στιγμών δειγματοληψίας) ως προς τους μέσους όρους είναι 0 (μηδενική υπόθεση, H_0) ή όχι (εναλλακτική υπόθεση, H_1), σε επίπεδο σημαντικότητας α .

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

Προϋποθέσεις

Οι προϋποθέσεις για την διεξαγωγή ελέγχου t-test είναι οι ακόλουθες:

1. Για να εκτελέσουμε ένα t-test ανεξάρτητων δειγμάτων, πρέπει τα δεδομένα της **διαφοράς** μεταξύ των δύο μετρήσεων (της εξαρτημένης μεταβλητής) να ακολουθούν την κανονική κατανομή.

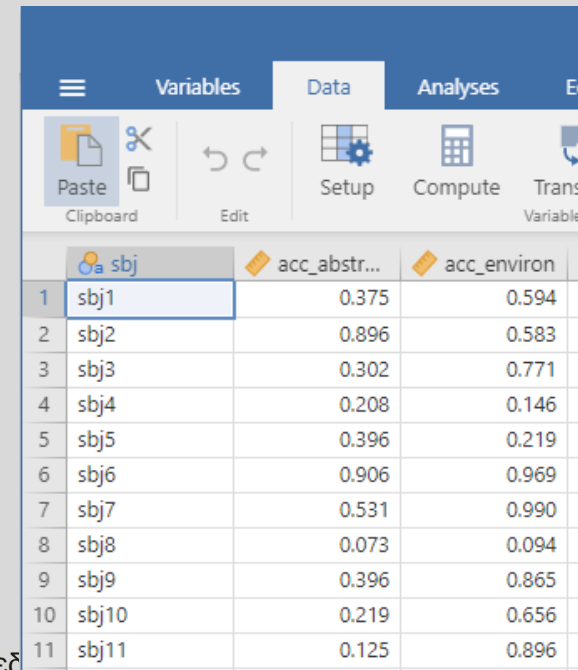
Τα Δεδομένα

Θα χρησιμοποιήσουμε τα δεδομένα από το γνωστό πείραμα καταμέτρησης.

Στο πείραμα οι συμμετέχοντες ακούν ακολουθίες από ήχους, και αποκρίνονται απαντώντας πόσους ήχους άκουσαν. Υπάρχουν δύο συνθήκες, οι συμμετέχοντες ακούν αρχικά **αφηρημένους (τεχνητούς) ήχους** ενώ στη συνέχεια ακούν **περιβαλλοντικούς ήχους**.

Κάνουμε λοιπόν δύο μετρήσεις. Η εξαρτημένη μεταβλητή είναι η μέση ακρίβεια, και καταγράφεται σε δύο στήλες/μεταβλητές. Στη μεταβλητή `acc_abstract` καταγράφεται η ακρίβεια για τους αφηρημένους ήχους, και στη μεταβλητή `acc_environ` καταγράφεται η ακρίβεια για τους περιβαλλοντικούς ήχους

- Κατεβάζουμε από το e-class (Εγγραφα > Διάλεξη 12) το αρχείο **counting_data.csv**
- Ανοίγουμε το αρχείο με το jamovi.



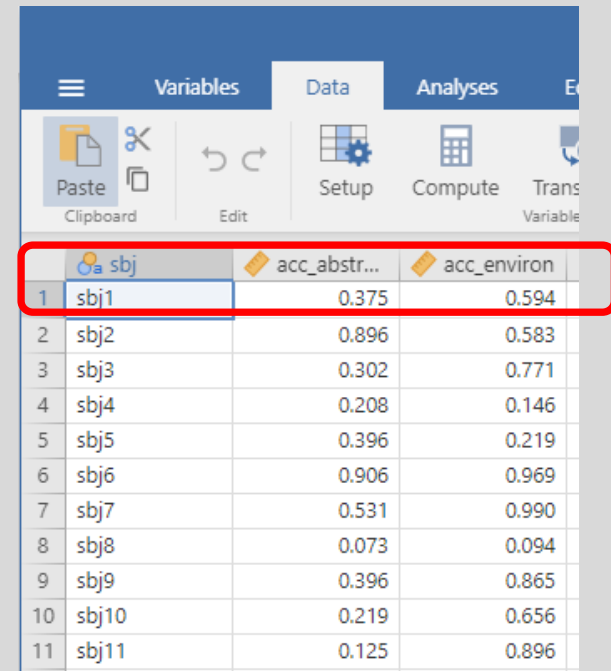
	sbj	acc_abstr...	acc_environ
1	sbj1	0.375	0.594
2	sbj2	0.896	0.583
3	sbj3	0.302	0.771
4	sbj4	0.208	0.146
5	sbj5	0.396	0.219
6	sbj6	0.906	0.969
7	sbj7	0.531	0.990
8	sbj8	0.073	0.094
9	sbj9	0.396	0.865
10	sbj10	0.219	0.656
11	sbj11	0.125	0.896

Wide Format στο jamovi

Όπως, ίσως, παρατηρήσατε, οι διαδοχικές μετρήσεις είναι τοποθετημένες σε ξεχωριστές στήλες.

Αυτός ο τρόπος καταχώρησης των δεδομένων ονομάζεται **wide** (πλατύ) **format**, ακριβώς γιατί τα δεδομένα μας εκτείνονται σε πλάτος.

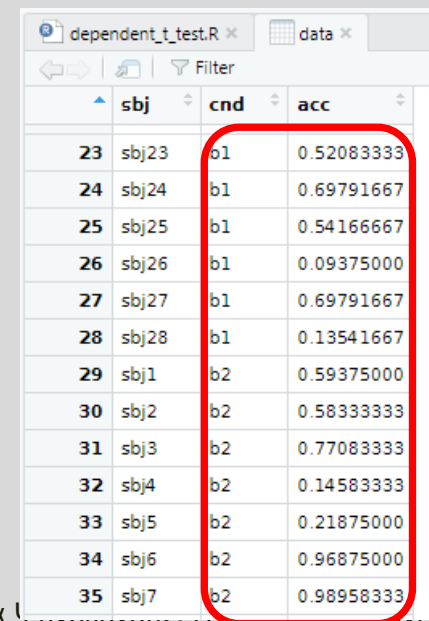
Το wide format είναι συνηθισμένο στο SPSS.



	sbj	acc_abstr...	acc_environ...
1	sbj1	0.375	0.594
2	sbj2	0.896	0.583
3	sbj3	0.302	0.771
4	sbj4	0.208	0.146
5	sbj5	0.396	0.219
6	sbj6	0.906	0.969
7	sbj7	0.531	0.990
8	sbj8	0.073	0.094
9	sbj9	0.396	0.865
10	sbj10	0.219	0.656
11	sbj11	0.125	0.896

Στην R, τα δεδομένα δεν είναι έτσι.

Αντίθετα, είναι σε μορφή **long format**, δηλαδή εκτείνονται σε μήκος, αφού η εξαρτημένη μεταβλητή είναι μία ενώ οι διαφορετικές μετρήσεις διακρίνονται με τη βοήθεια μιας κατηγορικής μεταβλητής (συνήθως condition) που ορίζει τις διαφορετικές μετρήσεις.



	sbj	cnd	acc
23	sbj23	b1	0.52083333
24	sbj24	b1	0.69791667
25	sbj25	b1	0.54166667
26	sbj26	b1	0.09375000
27	sbj27	b1	0.69791667
28	sbj28	b1	0.13541667
29	sbj1	b2	0.59375000
30	sbj2	b2	0.58333333
31	sbj3	b2	0.77083333
32	sbj4	b2	0.14583333
33	sbj5	b2	0.21875000
34	sbj6	b2	0.96875000
35	sbj7	b2	0.98958333

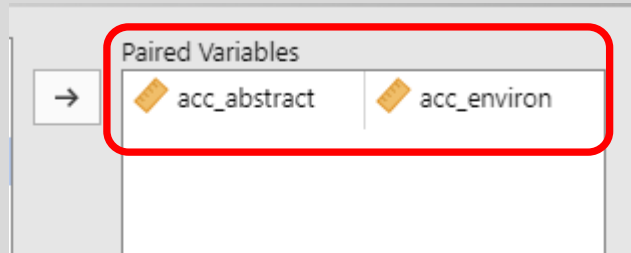
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΣ ΈΛΕΓΧΟΣ

Για να εκτελέσουμε το στατιστικό έλεγχο:

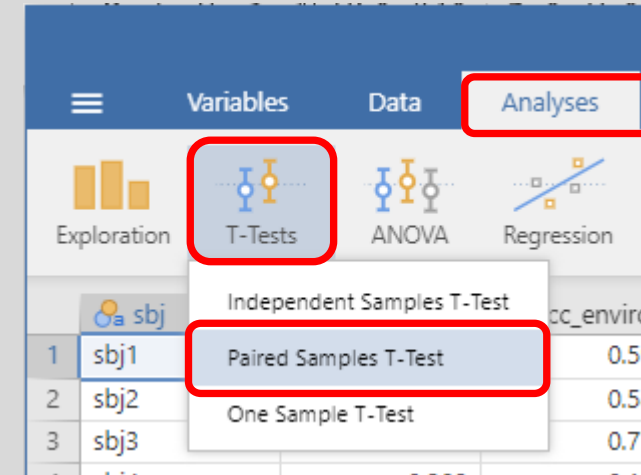
- κάνουμε κλικ στο Analyses
- κάνουμε κλικ στο T-Tests
- κάνουμε κλικ στο Independent Samples T-Test

Στο πλαίσιο που εμφανίζεται,

- τοποθετούμε στο πλαίσιο Paired Variables τις δύο μεταβλητές (acc_abstract, acc_environ)



Παρατηρούμε πως εμφανίζονται δεξιά τα αποτελέσματα του t-test.



Paired Samples T-Test					
Paired Samples T-Test					
			statistic	df	p
acc_abstract	acc_environ	Student's t	-4.74	27.0	< .001
Note. H _a : μ Measure 1 - Measure 2 ≠ 0					

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΣ Έλεγχος II

Για να ελέγξουμε την προϋπόθεση της κανονικότητας της διαφοράς μεταξύ των δύο μετρήσεων:

- κάνουμε κλικ στο Normality test

Assumption Checks

☒ Normality test

☐ Q-Q Plot

Normality Test (Shapiro-Wilk)			
		W	p
acc_abstract	- acc_environ	0.965	0.464

Note. A low p-value suggests a violation of the assumption of normality

Παρατηρούμε πως εμφανίζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου αυτού.

Για να υπολογίσουμε το μέγεθος επίδρασης, Cohen's d:

- κάνουμε κλικ στο Effect size

Additional Statistics

☐ Mean difference

☐ Confidence interval

☒ Effect size

☐ Confidence interval

Paired Samples T-Test							
Paired Samples T-Test							
			statistic	df	p	Effect Size	
acc_abstract	acc_environ	Student's t	-4.74	27.0	< .001	Cohen's d	-0.897

Note. $H_a: \mu_{\text{Measure 1}} - \mu_{\text{Measure 2}} \neq 0$

Στα δεξιά εμφανίζονται τα αποτελέσματα:

Αναφορά κατά A.P.A.

Paired Samples T-Test

Paired Samples T-Test

		statistic	df	p	Effect Size	
acc_abstract	acc_environ	Student's t	-4.74	27.0	< .001	Cohen's d -0.897

Note. $H_a: \mu_{\text{Measure 1}} - \mu_{\text{Measure 2}} \neq 0$

Γράφουμε: «Βρέθηκε μια σημαντική διαφορά στην ακρίβεια μεταξύ των δύο πειραματικών συνθηκών, $t(27) = -4.74$, $p < .001$, Cohen's $d = -0.897$ »

Σημείωση: Οι τιμές είναι ίδιες με της R

```
> t.test(acc~cnd, data=data, paired=T)
```

Paired t-test

data: acc by cnd

$t = -4.7449$, $df = 27$, $p\text{-value} = 6.045e-05$

alternative hypothesis: true mean difference is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-0.4332444 -0.1716663

sample estimates:

mean difference

-0.3024554

```
> cohens_d(acc~cnd, data=data, paired=T)
```

A tibble: 1 x 7

.y.	group1	group2	effsize	n1	n2	magnitude
* <chr>	<chr>	<chr>	<dbl>	<int>	<int>	<ord>
1 acc	b1	b2	-0.897	28	28	large

4. One-way Anova

Εισαγωγή - Υποθέσεις

Στον στατιστικό έλεγχο one-way ANOVA να ελέγξουμε την υπόθεση (μηδενική υπόθεση, H_0) ότι η μέση τιμή ενός χαρακτηριστικού δεν διαφέρει σημαντικά σε k ανεξάρτητους πληθυσμούς, σε δοσμένο επίπεδο σημαντικότητας α . Η εναλλακτική υπόθεση H_1 είναι πως οι μέσοι όροι δεν είναι ίσοι.

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

Προϋποθέσεις

Οι προϋποθέσεις για την διεξαγωγή one-way ANOVA είναι οι ακόλουθες:

1. Πρέπει τα δείγματά κάθε ομάδας να ακολουθούν **κανονική κατανομή**.
2. Πρέπει τα δεδομένα κάθε ομάδας να χαρακτηρίζονται από **ίση διακύμανση**. Για να ελέγξουμε την προϋπόθεση της ομοιογένειας της διακύμανσης (όπως επίσης ονομάζεται) εκτελούμε τον **έλεγχο του Levene**.

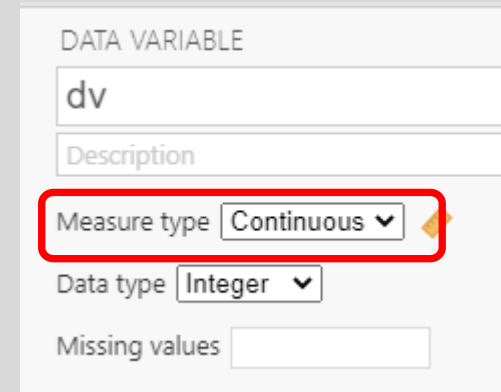
Τα Δεδομένα

Διεξάγουμε μια κλινική μελέτη, κατά την οποία μελετάμε την **επίδραση** του φαρμάκου **Viagra** στην **ερωτική ορμή**.

Στην πρώτη ομάδα συμμετεχόντων χορηγούμε placebo, στη δεύτερη μια χαμηλή δόση από το φάρμακο (low), και στην τρίτη ομάδα χορηγούμε υψηλή δόση από το φάρμακο (high). Η ομάδα στην οποία ανήκει κάθε συμμετέχων κωδικοποιείται με τη βοήθεια της μεταβλητής group, που έχει τρία επίπεδα: placebo, low, και high.

Στη συνέχεια, και μετά την παρέλευση 2 ωρών, μετράμε, με τη βοήθεια ενός ερωτηματολογίου, την ερωτική ορμή κάθε συμμετέχοντα, η οποία αποτυπώνεται ως μία μέτρηση (μεταβλητή dv).

- κατεβάζουμε από το e-class (Εγγραφα > Διάλεξη 12) το αρχείο **libido.csv**
- ανοίγουμε το αρχείο με το jamovi.
- μετατρέπουμε την μεταβλητή dv σε continuous



DATA VARIABLE

dv

Description

Measure type Continuous ▼

Data type Integer ▼

Missing values

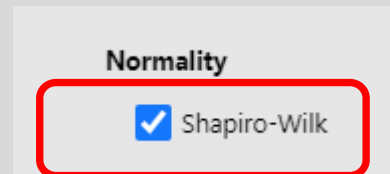
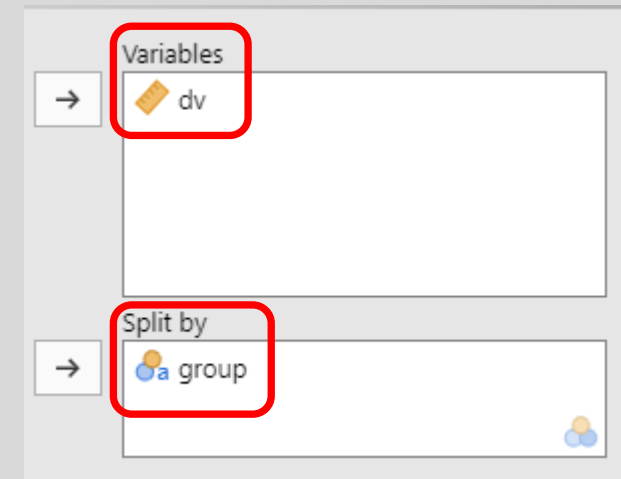
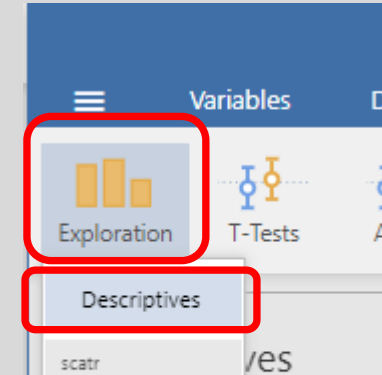
Κανονικότητα

Για να ελέγξουμε την κανονικότητα των δεδομένων κάθε μίας ομάδας:

- κάνουμε κλικ στο μενού **Exploration**
- κάνουμε κλικ στο **Descriptives**

Στο πλαίσιο που εμφανίζεται,

- τοποθετούμε στο πεδίο **Variables** την εξαρτημένη μεταβλητή, δηλαδή την **dv**
- τοποθετούμε στο πεδίο **Split by** την ανεξάρτητη μεταβλητή, δηλαδή το **group**
- κάνουμε κλικ στο **Statistics**
- επιλέγουμε **Shapiro-Wilk**



Shapiro-Wilk p	high	0.967
	low	0.421
	placebo	0.421

Παρατηρούμε πως πληρούνται οι προϋποθέσεις της κανονικότητας

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΣ Έλεγχος

Για να εκτελέσουμε το στατιστικό έλεγχο:

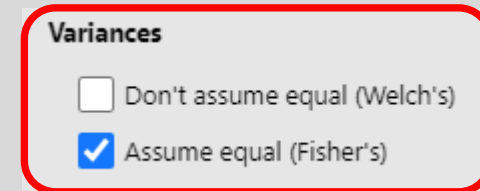
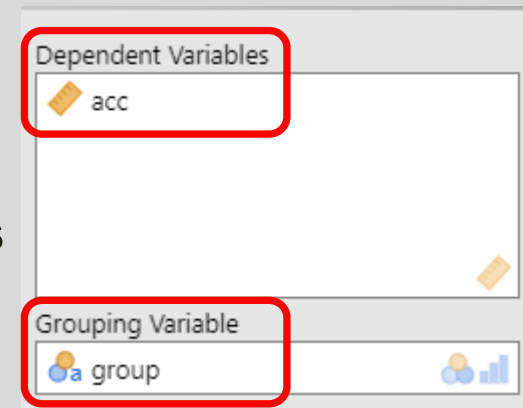
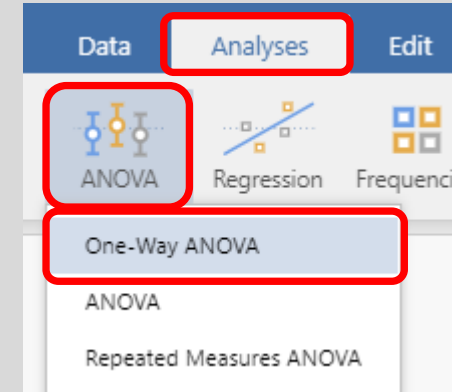
- κάνουμε κλικ στο **Analyses**
- κάνουμε κλικ στο **ANOVA**
- κάνουμε κλικ στο **One-Way ANOVA**

Στο πλαίσιο που εμφανίζεται,

- τοποθετούμε στο πλαίσιο **Dependent Variables** την εξαρτημένη μεταβλητή μας **dv**
- τοποθετούμε στο πλαίσιο **Grouping Variable** την ανεξάρτητη μεταβλητή μας **group**

Είναι πολύ σημαντικό

- να επιλέξουμε **Assume equal (Fisher's)**
- να από-επιλέξουμε την προεπιλογή **Don't assume equal (Welch's)**



Στατιστικός Έλεγχος II

Παρατηρούμε πως εμφανίζονται στα δεξιά τα αποτελέσματα του ελέγχου:

One-Way ANOVA

One-Way ANOVA (Fisher's)

	F	df1	df2	p
dv	5.12	2	12	0.025

Μέγεθος Επίδρασης?

Δυστυχώς, το jamonι δεν εμφανίζει κάποια επιλογή για το μέγεθος επίδρασης η^2 .

Αναφορά κατά A.P.A.

One-Way ANOVA

One-Way ANOVA (Fisher's)

	F	df1	df2	p
dv	5.12	2	12	0.025

Γράφουμε λοιπόν κατά APA

«Βρέθηκε μια σημαντική επίδραση του παράγοντα της δόσης του φαρμάκου στην ερωτική ορμή, $F(2, 12) = 5.12, p = .025$ »

Σημείωση: Οι τιμές είναι ίδιες με της R

```
> ezANOVA(data=data, dv=dv, wid=sbj, between=group, type=3)
Warning: Converting "sbj" to factor for ANOVA.
Coefficient covariances computed by hccm()
$ANOVA
  Effect DFn DFd      F      p p<.05      ges
2  group   2   12 5.118644 0.02469429 * 0.4603659

$`Levene's Test for Homogeneity of Variance`
  DFn DFd      SSn SSd      F      p p<.05
1    2   12 0.1333333 6.8 0.1176471 0.8900225
```

Εκ Των Υστέρων Έλεγχοι

Όπως είναι γνωστό, τα αποτελέσματα της ANOVA δεν υποδεικνύουν αν κάποια ομάδα διαφέρει από κάποια άλλη.

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, πρέπει να γίνουν **εκ των υστέρων έλεγχοι**.

Σημείωση: Στο jamoni δεν είναι διαθέσιμος ο έλεγχος κατά ζεύγη με διόρθωση Bonferroni που χρησιμοποιήσαμε στην R.

Για να εκτελέσουμε εκ των υστέρων έλεγχο

κάνουμε κλικ στο **Post-Hoc Tests**

Στο πλαίσιο που εμφανίζεται

- επιλέγουμε **Tukey (equal variances)**
- επιλέγουμε **Test results (t and df)**
- επιλέγουμε **Flag significant comparisons**

Post-Hoc Test	Statistics
☐ None	☒ Mean difference
☐ Games-Howell (unequal variances)	☒ Report significance
☒ Tukey (equal variances)	☒ Test results (t and df)
	☒ Flag significant comparisons

Εκ Των Υστέρων Έλεγχοι II

Εμφανίζονται στα δεξιά τα αποτελέσματα των post-hoc ελέγχων μας.

Post Hoc Tests				
Tukey Post-Hoc Test – dv				
		high	low	placebo
high	Mean difference	—	1.80	2.80*
	t-value	—	2.03	3.16
	df	—	12.0	12.0
	p-value	—	0.147	0.021
low	Mean difference		—	1.00
	t-value		—	1.13
	df		—	12.0
	p-value		—	0.516
placebo	Mean difference			—
	t-value			—
	df			—
	p-value			—

Note. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Η μόνη σημαντική διαφορά είναι αυτή μεταξύ των ομάδων placebo και high.

5. Repeated Measures ANOVA

Εισαγωγή - Υποθέσεις

Στον στατιστικό έλεγχο repeated measures ANOVA ελέγχουμε την υπόθεση (μηδενική υπόθεση, H_0) ότι η μέση τιμή ενός χαρακτηριστικού δεν διαφέρει σημαντικά σε k επαναλαμβανόμενες μετρήσεις, σε δοσμένο επίπεδο σημαντικότητας α . Η εναλλακτική υπόθεση H_1 είναι πως οι μέσοι όροι δεν είναι ίσοι.

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$$
$$H_1 : \text{κάποιος μέσος διαφέρει}$$

Προϋποθέσεις

Οι προϋποθέσεις για την διεξαγωγή one-way ANOVA είναι οι ακόλουθες:

1. Πρέπει οι μετρήσεις εντός τις ομάδας να είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους (αυτό είναι θεωρητικό θέμα)
2. Πρέπει τα δεδομένα (η εξαρτημένη μεταβλητή) να χαρακτηρίζονται από **κανονικότητα**
3. **Σφαιρικότητα**. Είναι μια προϋπόθεση που αφορά στις **διαφορές μεταξύ των επιπέδων των επαναληπτικών μετρήσεων**. Οι διαφορές αυτές πρέπει να έχουν ίδια διακύμανση. Για να ελέγξουμε την σφαιρικότητα εκτελούμε τον **έλεγχο του Mauchly**.

Τα Δεδομένα

Διεξάγουμε μια μελέτη, κατά την οποία εξετάζουμε την αντίληψη της διάταξης ήχων.

Για το λόγο αυτό κάνουμε ένα πείραμα κατά το οποίο οι συμμετέχοντες ακούν 4 ήχους, και αναφέρουν στη συνέχεια ποιον ήχο άκουσαν πρώτο, ποιον δεύτερο, κ.ο.κ. Το πείραμα το εκτελούμε για διάφορες ακολουθίες ήχων.

Καταγράφουμε (η εξαρτημένη μεταβλητή μας) τον Μ.Ο. ακρίβειας αναφοράς του 1ου ήχου, του 2ου ήχου, κ.ο.κ., για κάθε συμμετέχοντα.

- κατεβάζουμε από το e-class (Εγγραφα > Διάλεξη 12) το αρχείο **repeated_data_log.csv**
- ανοίγουμε το αρχείο με το jamonι.

Σημείωση: Τα δεδομένα περιέχουν τον λογάριθμο της ακρίβειας, ώστε να πληρείται η προϋπόθεση της κανονικότητας (βλέπε Διάλεξη 8)

	sbj	logacc1	logacc2	logacc3	logacc4
1	sbj1	-0.119	-0.292	-0.301	-0.242
2	sbj2	-0.096	-0.320	-0.359	-0.169
3	sbj3	-0.266	-0.438	-0.491	-0.451
4	sbj4	-0.242	-0.551	-0.464	-0.380
5	sbj5	-0.176	-0.414	-0.520	-0.266
6	sbj6	-0.018	-0.048	-0.048	-0.043
7	sbj7	-0.266	-0.320	-0.451	-0.329
8	sbj8	-0.292	-0.621	-0.505	-0.359

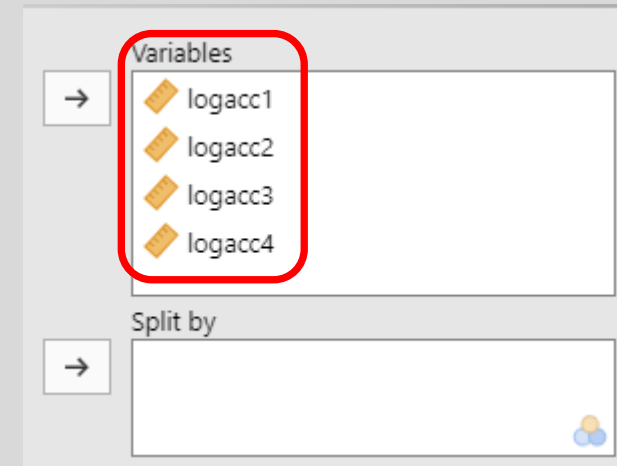
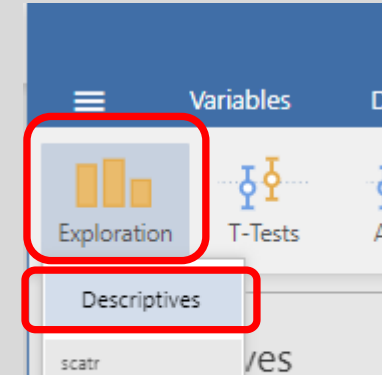
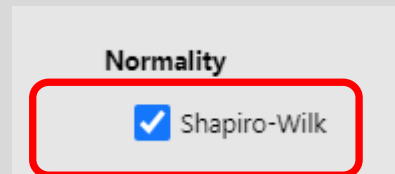
Κανονικότητα

Για να ελέγξουμε την κανονικότητα των δεδομένων κάθε μίας ομάδας:

- κάνουμε κλικ στο μενού **Exploration**
- κάνουμε κλικ στο **Descriptives**

Στο πλαίσιο που εμφανίζεται,

- τοποθετούμε στο πεδίο **Variables** τις εξαρτημένες μεταβλητές, δηλαδή τις **logacc1, logacc2, logacc3, logacc4**.
- κάνουμε κλικ στο **Statistics**
- επιλέγουμε **Shapiro-Wilk**



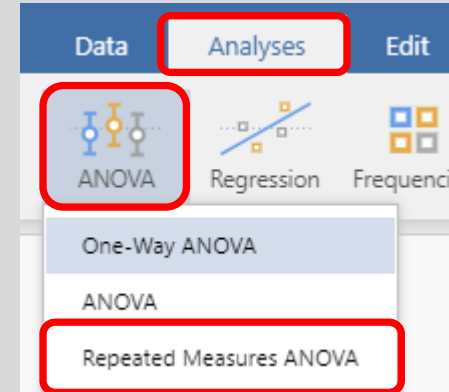
Descriptives				
	logacc1	logacc2	logacc3	logacc4
N	28	28	28	28
Missing	0	0	0	0
Mean	-0.238	-0.419	-0.428	-0.335
Median	-0.242	-0.438	-0.464	-0.339
Standard deviation	0.148	0.172	0.136	0.145
Minimum	-0.621	-0.727	-0.660	-0.681
Maximum	-0.0138	-0.0478	-0.0478	-0.0428
Shapiro-Wilk W	0.962	0.971	0.933	0.981
Shapiro-Wilk p	0.383	0.618	0.072	0.864

Παρατηρούμε πως πληρούνται οι προϋποθέσεις της κανονικότητας.

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΣ Έλεγχος

Για να εκτελέσουμε το στατιστικό έλεγχο:

- κάνουμε κλικ στο **Analyses**
- κάνουμε κλικ στο **ANOVA**
- κάνουμε κλικ στο **Repeated Measures ANOVA**

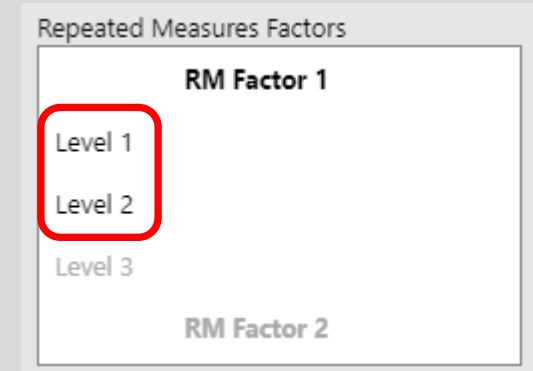


Το επόμενο βήμα είναι να προσδιορίσουμε την μεταβλητή επιπέδων, που προς το παρόν αναπαρίσταται μόνο στο γεγονός πως υπάρχουν τέσσερις στήλες με δεδομένα. Αλλά το jamovi δεν είναι πρόγραμμα AI για να συνάγει από μόνο του πως σε κάθε στήλη υπάρχουν μετρήσεις της εξαρτημένης μεταβλητής, και όχι κάτι άσχετο, όπως -ας πούμε- η ηλικία ή τα έτη εκπαίδευσης.

Συγκεκριμένα , πρέπει εμείς να καθορίσουμε τα επίπεδα της (υποθετικής) μεταβλητής επαναληπτικών μετρήσεων.

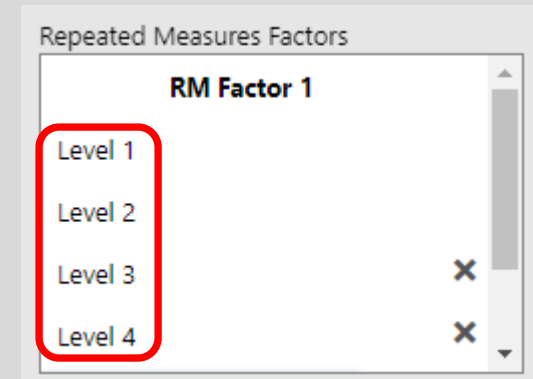
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΣ Έλεγχος II

Στο πλαίσιο που εμφανίζεται, παρατηρούμε πως υπάρχουν δύο επίπεδα για τη μεταβλητή των επαναληπτικών μετρήσεων (το 3ο επίπεδο -level 3- αχνοφαίνεται).



Πρέπει να δημιουργήσουμε άλλα δύο επίπεδα (θέλουμε συνολικά 4 επίπεδα, επειδή στα δεδομένα έχουμε 4 μετρήσεις)

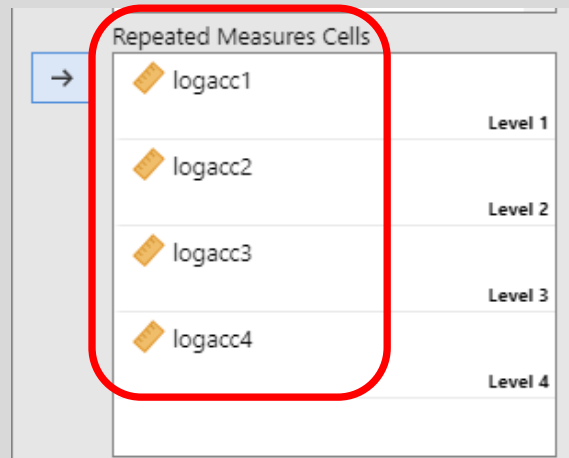
- κάνουμε απλά κλικ στη λέξη Level 3, και μετά πατάμε το πλήκτρο **Enter** στο πληκτρολόγιο
- επαναλαμβάνουμε για το επίπεδο Level 4



ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΣ Έλεγχος III

Στη συνέχεια, πρέπει:

- να τοποθετήσουμε τις τέσσερις στήλες με τα δεδομένα στο πεδίο **Repeated Measures Cells**.



Παρατηρούμε πως εμφανίζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου.

Repeated Measures ANOVA

Within Subjects Effects					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
RM Factor 1	0.657	3	0.21894	50.6	< .001
Residual	0.351	81	0.00433		

Note. Type 3 Sums of Squares

Between Subjects Effects					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Residual	2.12	27	0.0784		

Note. Type 3 Sums of Squares

Σημείωση: Αγνοούμε τον πίνακα Between Subjects Effects

Μέγεθος Επίδρασης

Για να υπολογίσουμε το μέγεθος επίδρασης:

- κάνουμε κλικ στο Partial η^2

Effect Size

☐ Generalised η^2 ☐ η^2 ☒ Partial η^2

Repeated Measures ANOVA

Within Subjects Effects

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2_p
RM Factor 1	0.657	3	0.21894	50.6	< .001	0.652
Residual	0.351	81	0.00433			

Note. Type 3 Sums of Squares

[3]

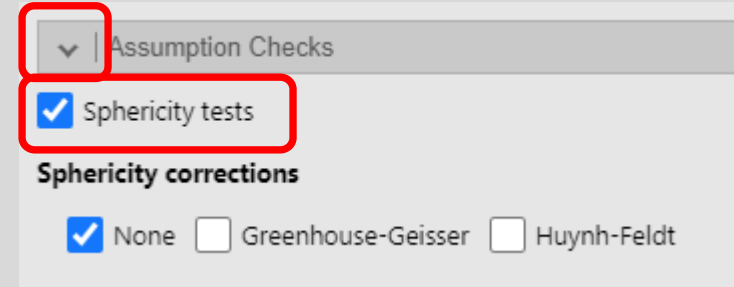
Σφαιρικότητα

Για να ελέγξουμε την προϋπόθεση της σφαιρικότητας:

- κάνουμε κλικ στο **Assumption Checks**

Στις επιλογές που εμφανίζονται

- κάνουμε κλικ στο **Sphericity tests**



Assumption Checks

☒ Sphericity tests

Sphericity corrections

☒ None ☐ Greenhouse-Geisser ☐ Huynh-Feldt

Εμφανίζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου.

Assumptions

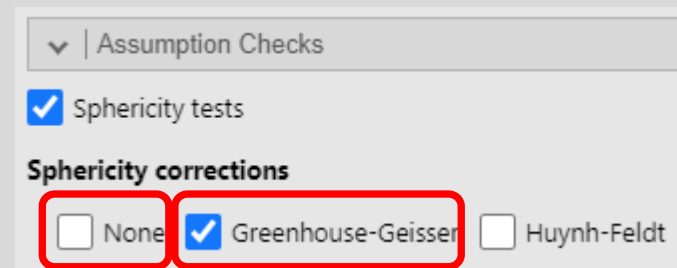
Tests of Sphericity				
	Mauchly's W	p	Greenhouse-Geisser ϵ	Huynh-Feldt ϵ
RM Factor 1	0.579	0.015	0.775	0.852

Παρατηρούμε πως δεν πληρείται η προϋπόθεση της σφαιρικότητας (επειδή $p < 0.05$)

Διορθώσεις Σφαιρικότητας

Για να αναφέρουμε τον έλεγχο με διορθωμένους βαθμούς ελευθερίας (κατά Greenhouse-Geisser):

- κάνουμε κλικ στο **Greenhouse-Geisser**
- από-επιλέγουμε το **None**



Assumption Checks

☒ Sphericity tests

Sphericity corrections

☐ None ☒ Greenhouse-Geisser ☐ Huynh-Feldt

Παρατηρούμε πως εμφανίζονται στον πίνακα Within Subjects Effects οι διορθωμένοι βαθμοί.

Repeated Measures ANOVA							
Within Subjects Effects							
	Sphericity Correction	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2_p
RM Factor 1	Greenhouse-Geisser	0.657	2.33	0.28250	50.6	< .001	0.652
Residual	Greenhouse-Geisser	0.351	62.78	0.00559			

Note. Type 3 Sums of Squares

[3]

Αναφορά κατά A.P.A.

Repeated Measures ANOVA

Within Subjects Effects

	Sphericity Correction	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2_p
RM Factor 1	Greenhouse-Geisser	0.657	2.33	0.28250	50.6	< .001	0.652
Residual	Greenhouse-Geisser	0.351	62.78	0.00559			

Note. Type 3 Sums of Squares

[3]

Γράφουμε λοιπόν κατά APA

«Βρέθηκε μια επίδραση της θέσης του ήχου στην ακρίβεια αναφοράς, $F(2.33, 62.78) = 50.6$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.652$ »

Σημείωση: Οι τιμές είναι ίδιες με της R (βλέπε Διάλεξη 8)

Εκ Των Υστέρων Έλεγχοι

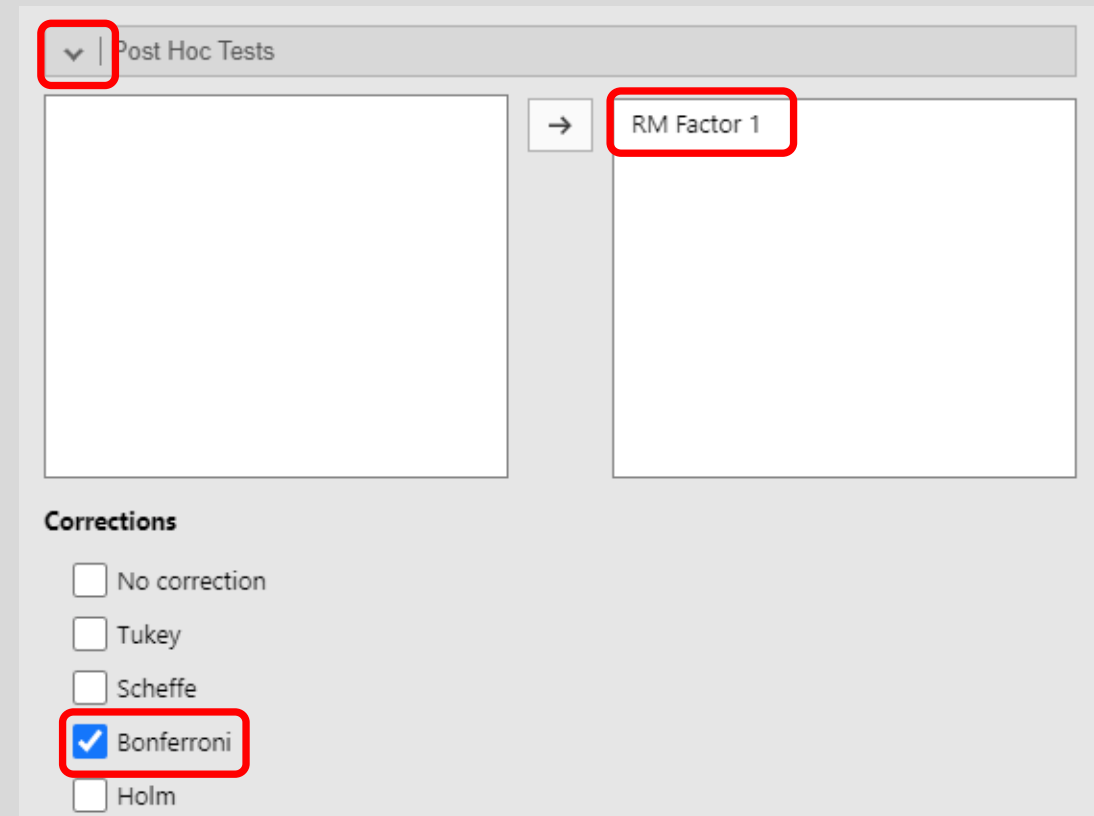
Όπως είναι γνωστό, τα αποτελέσματα της ANOVA δεν υποδεικνύουν αν κάποια μέτρηση διαφέρει από κάποια άλλη.

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, πρέπει να γίνουν **εκ των υστέρων έλεγχοι**.

Μια από τις μεθόδους που μπορούμε να ακολουθήσουμε είναι οι κατά ζεύγη έλεγχοι, με διόρθωση Bonferroni.

Για να εκτελέσουμε εκ των υστέρων ελέγχους:

- κάνουμε κλικ στο **Post Hoc Tests**
- τοποθετούμε στο δεξί πεδίο στο **RM Factor 1**
- κάνουμε κλικ στο **Bonferroni**



The screenshot shows the 'Post Hoc Tests' dialog box in SPSS. The 'Post Hoc Tests' tab is selected, indicated by a red box around the dropdown arrow. The 'RM Factor 1' factor is moved to the right-hand box, also indicated by a red box. In the 'Corrections' section at the bottom, the 'Bonferroni' checkbox is checked and highlighted with a red box. Other correction options like 'No correction', 'Tukey', 'Scheffe', and 'Holm' are listed but unchecked.

Εκ Των Υστέρων Έλεγχοι II

Εμφανίζεται ο πίνακας Post Hoc Tests

Post Hoc Tests						
Post Hoc Comparisons - RM Factor 1						
Comparison		Mean Difference	SE	df	t	Pbonferroni
RM Factor 1	RM Factor 1					
Level 1	- Level 2	0.18054	0.0193	27.0	9.359	< .001
	- Level 3	0.18985	0.0146	27.0	13.045	< .001
	- Level 4	0.09640	0.0181	27.0	5.323	< .001
Level 2	- Level 3	0.00931	0.0145	27.0	0.641	1.000
	- Level 4	-0.08414	0.0227	27.0	-3.709	0.006
Level 3	- Level 4	-0.09345	0.0148	27.0	-6.332	< .001

Τα αποτελέσματα μας λένε πως η διαφορά (στην ακρίβεια) που δεν είναι σημαντική ($p = 1.0$) είναι αυτή μεταξύ της 2ης και 3ης θέσης.