

Διαλέξεις Μεθοδολογίας Έρευνας και Στατιστικής ΠΜΣ

Γεώργιος Δ. Σιδερίδης

ΕΝΝΟΙΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ: Προαπαιτούμενη Γνώση

Διάλεξη 1

ΕΝΝΟΙΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ- ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ

- Η στατιστική ως επιστήμη.....γιατί ακριβώς τη χρειαζόμαστε;
- Περιγραφική - επαγωγική
- Μεταβλητές: Τι μετράμε; Τι μεταχειριζόμαστε;
- Διακριτές - συνεχείς
- Εξαρτημένες
- Ανεξάρτητες
- Εμπλεκόμενες

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ: Παραδείγματα μεταβλητών

- Μαθητές 6ης δημοτικού διάβασαν μια ιστορία και εξετάστηκαν στην κατανόησή της. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε 2 ομάδες, σύμφωνα με τη γνώση τους στο αντικείμενο της ιστορίας. Εντός κάθε ομάδας οι μαθητές χωρίστηκαν επίσης σε αυτούς με υψηλό και χαμηλό δείκτη νοημοσύνης.
- Τρεις ομάδες ενηλίκων διαφορετικού βάρους υπόκεινται σε ένα πείραμα για τις επιδράσεις της καφεΐνης.
- «Δεν μπορείς να διδάξεις άλγεβρα και φυσική σε παιδάκια 5ης και 6ης τάξης δημοτικού»

ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

- Κατηγορική κλίμακα (nominal), π.χ., φύλο
- Ίεραρχική κλίμακα (ordinal), π.χ., κατάταξη μαθητών με βάση την επίδοση—διπλάσια επίδοση δεν σημαίνει διπλάσια γνώση
- Κλίμακα ίσων διαστημάτων (interval), π.χ., θερμοκρασία, δεν υπάρχει η έννοια του μηδέν
- Αναλογική κλίμακα (ratio), π.χ., βάρος, ίσα διαστήματα και μηδέν δηλώνει απώλεια του μεγέθους.

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΟΣΟΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

- Συχνότητες: Αριθμός ατόμων/περιπτώσεων που ανήκουν σε μια κατηγορία
- Απόλυτες συχνότητες: ο απόλυτος αριθμός μιας κατηγορίας ατόμων ή περιπτώσεων
- Σχετικές συχνότητες: αριθμός περιπτώσεων σε ποσοστό επί του συνόλου

ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΤΑΣΗΣ και ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ

- Μέσος όρος $\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$
- Διάμεσος
- Δεσπόζουσα ή επικρατούσα τιμή
- Διακύμανση: $\sum d^2 / N - 1$
- Τυπική απόκλιση: Τετραγωνική ρίζα της διακύμανσης

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΤΑΣΗΣ και ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ

Δεσπόζουσα-Επικρατούσα Τιμή

Μπορεί να μην αντιπροσωπεύει ένα μεγάλο μέρος (ποσοστό) των τιμών. Αγνοεί αποστασιοποιημένες τιμές

Διάμεσος

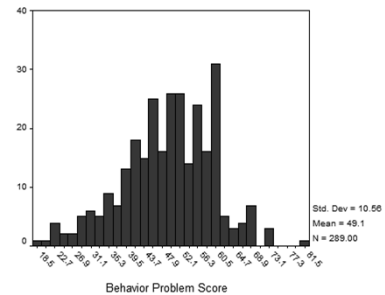
Αγνοεί τις αποστάσεις (πόσοι είναι από πάνω, πόσοι από κάτω), δεν χρησιμοποιείται εύκολα στις στατιστικές αναλύσεις

Μέσος όρος

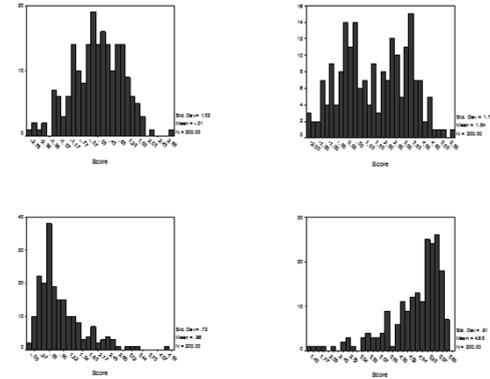
Επηρεάζεται από απομακρυσμένες τιμές

ΜΟΡΦΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ

- Λεπτόκυρτη
- Μεσόκυρτη
- Πλατύκυρτη
- Συμμετρική-ισουψής (rectangular)
- Συμμετρική-Δικορυφή
- Κανονική κατανομή



ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ: ΣΥΝΕΧΕΙΑ



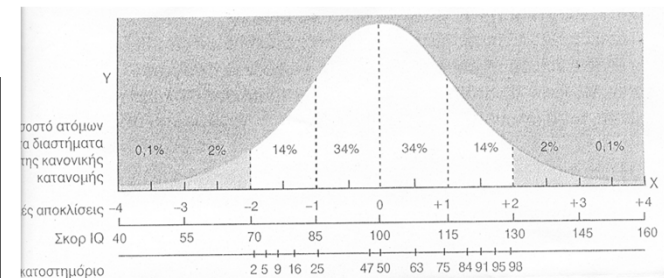
ΤΥΠΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ

- Τιμές Z
- Εκατοστημόρια-percentile

$$z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

z	Mean to z	Larger Portion	Smaller Portion
0.000	.0000	.5000	.5000
0.100	.0398	.5398	.4602
0.200	.0793	.5793	.4207
1.000	.3413	.8413	.1587
1.500	.4332	.9332	.0668
1.645	.4500	.9500	.0500
1.960	.4750	.9750	.0250

ΤΥΠΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ-Z



A.1. Πίνακας της τυπικής κανονικής κατανομής

z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990
3.1	.4990	.4991	.4991	.4991	.4992	.4992	.4992	.4992	.4992	.4993
3.2	.4993	.4993	.4994	.4994	.4994	.4994	.4994	.4995	.4995	.4995
3.3	.4995	.4995	.4995	.4996	.4996	.4996	.4996	.4996	.4996	.4997
3.4	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4998
3.5	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998
3.6	.4998	.4998	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999
3.7	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999
3.8	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999
3.9	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000

ΤΥΠΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ-Z: Παράδειγμα

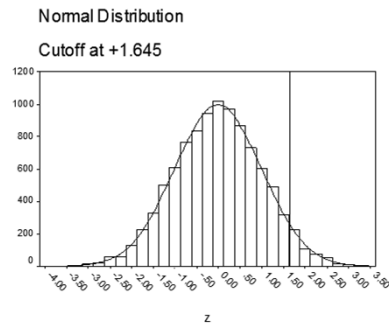
Μία ομάδα φοιτητών εξετάστηκε στο μάθημα της ψυχολογίας. Η κατανομή των βαθμών ήταν κανονική με μέσο όρο 195 και τυπική απόκλιση 30. Τι ποσοστό των αποτελεσμάτων βρίσκεται μεταξύ του 259 και του 271;

$$Z(259) = \frac{\chi - \mu}{\sigma} = \frac{259 - 195}{30} = 2.13$$

$$Z(271) = \frac{\chi - \mu}{\sigma} = \frac{271 - 195}{30} = 2.53$$

$$49.43 - 48.34 = 1.09\%$$

ΤΥΠΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ



ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ

- Στατιστική σημαντικότητα και αντικειμενικά κριτήρια
- Alpha level
- Στατιστική τιμή
- Κρίσιμη τιμή
- Σφάλμα τύπου I
- Σφάλμα τύπου II
- Μία ή δύο ουρές

ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΚΑΙ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

Απόφαση	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ	
	Υ ₀ Αληθής	Υ ₀ Ψευδής
ΑΠΟΡΡΙΨΗ Υ ₀	Τύπου-I	Σωστή
ΑΔΥΝΑΜΙΑ ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ Υ ₀	Σωστή	Τύπου-II

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ: Υποθέσεις

- Η καφεΐνη βελτιώνει τη μνήμη

Αξιοπιστία της Μέτρησης

Διάλεξη 2

Αξιοπιστία και Εγκυρότητα στη Μέτρηση Χαρακτηριστικών



‘Η εγκυρότητα προϋποθέτει την αξιοπιστία’

Αξιολόγηση Αξιοπιστίας

Σταθερότητα της μέτρησης

- Στο χρόνο (Test-Retest Reliability)
- Μεταξύ παρατηρητών, βαθμολογητών, παρατηρητών
- Σταθερότητα των μερών της δοκιμασίας (Internal Consistency)

21

21

Αξιοπιστία στο χρόνο

- Προϋποθέσεις:
 - Δεν έχει επέλθει αλλαγή της συμπεριφοράς στο χρόνο εξαιτίας γνωστών παραγόντων (π.χ., ωρίμανσης)
 - Το αποτέλεσμα της δεύτερης μέτρησης δεν έχει επηρεαστεί από το γεγονός ότι έχει δοθεί η πρώτη μέτρηση (προηγούμενη γνώση)
 - Το διάστημα μεταξύ δύο μετρήσεων πρέπει να επιλεγεί προσεκτικά!

22

22

Αξιοπιστία στο χρόνο:

Υπολογισμός

• Πώς;

Πριν	Μετά	Συμφωνία
5	6	Όχι
4	5	Όχι
12	13	Όχι
7	7	Ναι
5	5	Ναι

Αξιοπιστία:

Συμφωνίες/Συμφωνίες+Διαφωνίες

$$= 2/2+3, = 2/5 = 40\% \text{ αξιοπιστία}$$

• Πολύ αυστηρό: Μπρος να χρησιμοποιηθεί

23

Αξιοπιστία: Άλλες μορφές αξιολόγησης

- Intra-class correlation coefficient for continuous variables:
 - ICC = 1.0 → M1 measurements = M2 measurements
- Cohen's Kappa για κατηγορικές μεταβλητές (ratings) με δύο επίπεδα
 - Αποδεκτά επίπεδα, >.5.
 - $\kappa = 1.0 \rightarrow M1 \text{ measurements} = M2 \text{ measurement}$
- Fleiss's Kappa =για κατηγορικές μεταβλητές με περισσότερα από δύο επίπεδα.

24

Συνέπειες έλλειψης αξιοπιστίας

- Οτιδήποτε παρατηρήσετε/βρείτε σήμερα, κάτι άλλο θα βρείτε αύριο. Πόσο αξιόλογο είναι αυτό;
- Ειδικά αν σκεφτούμε ότι ακόμη και να είναι σταθερό στο χρόνο δεν σημαίνει ότι είναι αξιο λόγου (μπορεί σταθερά να μετρά κάτι άλλο).

25

Εσωτερική Συνέπεια

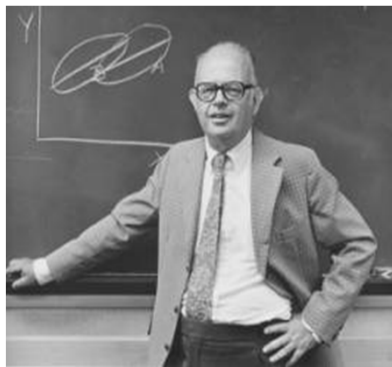
- Λογική:
 - Αξιολογεί τη συσχέτιση μεταξύ των μερών μιας δοκιμασίας (π.χ., items).
 - Μόνο μια χρονική στιγμή απαιτείται.
 - Προϋπόθεση: Τα στοιχεία μετρούν την ίδια έννοια.
- Δείκτες:
 - Cronbach's Alpha για συνεχή δεδομένα (Τύπου Likert;)

$$\alpha = \frac{N \cdot \bar{r}}{1 + (N-1) \cdot \bar{r}}$$
 - Kuder-Richardson 21 formula για διχοτομικά δεδομένα
 - Αποδεκτό >.80.

26

26

Reliability: Lee Cronbach



Εσωτερική συνέπεια

- Πότε είναι χαμηλό το άλφα;
 - Όταν τα στοιχεία μετρούν και κάτι άλλο...έχουν και άλλες πληροφορίες (π.χ., Rosenberg's δι-παραγοντικό μοντέλο ή παράδειγμα μαθηματικού προβλήματος και επίδραση της γλώσσας).
 - Λίγα στοιχεία.
 - Μικρά δείγματα (μεγάλο σφάλμα)

28

Συνέπειες χαμηλού δείκτη άλφα

- Παρατηρείτε τη σχέση μεταξύ κατάθλιψης και επίδοσης να είναι ίση με $r = -.45$. Ο δείκτης άλφα της μέτρησης της κατάθλιψης είναι ίσος με $.50$. Μετρήσατε την κατάθλιψη κατά 50% και το υπόλοιπο 50% ήταν κάτι άλλο. Πόσο πραγματικά είναι η σχέση μεταξύ κατάθλιψης και επίδοσης;

29

Εσωτερική Συνέπεια και σχέση με εγγυρότητα περιεχομένου Measurement of AGO (Elliot &

Table 1
Study 1: Factor Loadings for Achievement Goals

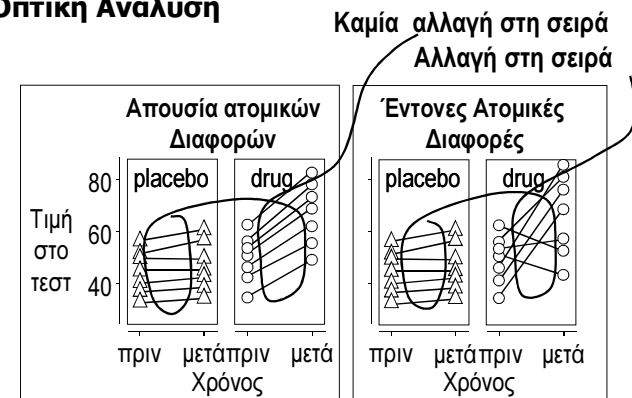
Achievement goal item	Factor			
	Performance approach	Mastery avoidance	Mastery approach	Performance avoidance
1. It is important for me to do better than other students.	.93 (.97)			
2. It is important for me to do well compared to others in this class.	.89 (.90)			
3. My goal in this class is to get a better grade than most of the other students.	.89 (.91)			
4. I worry that I may not learn all that I possibly could in this class.		.90 (.93)		
5. Sometimes I'm afraid that I may not understand the content of this class as thoroughly as I'd like.		.86 (.88)		
6. I am often concerned that I may not learn all that there is to learn in this class.		.84 (.85)		
7. I want to learn as much as possible from this class.			.91 (.93)	
8. It is important for me to understand the content of this course as thoroughly as possible.			.90 (.93)	
9. I desire to completely master the material presented in this class.			.80 (.78)	
10. I just want to avoid doing poorly in this class.				.87 (.90)
11. My goal in this class is to avoid performing poorly.				.85 (.88)
12. My fear of performing poorly in this class is often what motivates me.				.74 (.70)

Προϋπόθεση του άλφα του Cronbach's (α) τα στοιχεία είναι ανεξάρτητα μεταξύ

Σφάλμα της Μέτρησης

- (standard error of measurement)
- Η παρατηρούμενη τιμή IQ για τον Κώστα είναι 100 μονάδες
 $sem = SD\sqrt{1-r_{tt}} = 15\sqrt{1-.89} = 15\sqrt{.11} = 15 * .33 = 4.97$
-
- Για $\alpha = .89$ και $T.A = 15$, $sem = 5$
- ± 5 για αυτοπεποίθηση ίση με 68%
- ± 10 για αυτοπεποίθηση ίση με 95%
- ± 15 για αυτοπεποίθηση ίση με 99%.

Ατομικές διαφορές στην αξιοπιστία Οπτική Ανάλυση



Παράγοντες που επηρεάζουν την αξιοπιστία

- Πρέπει πριν και μετά να είναι ακριβώς το ίδιο εργαλείο;
- Πραγματική αλλαγή της συμπεριφοράς
- Αλλαγή εξαιτίας της γνώσης των μερών του εργαλείου
- Αλλαγή εξαιτίας του μεγάλου μεσοδιαστήματος
- Αλλαγή εξαιτίας της μνήμης της προηγούμενης μέτρησης.
- Αλλαγή γιατί η πρώτη μέτρηση λειτουργεί ως εξάσκηση
- Αλλαγή εξαιτίας πραγματικής εξάσκησης
- Κούραση
- Αριθμός των στοιχείων (προκατάληψη στο άλφα του Cronbach)
- Πολυδιάσταση – Cronbach's άλφα ακατάλληλο
- Μικρές ή μεγάλες κλίμακες διαβάθμισης (π.χ., Likert)
- Ακραίες τιμές

Χαρακτηριστικά της Αξιοπιστίας

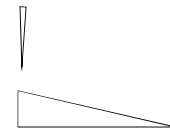
- Πρέπει να αξιολογείται σε όλες τις μετρήσεις και τα χαρακτηριστικά
- Δεν είναι ιδιότητα του τεστ αλλά του δείγματος!
- Δεν αξιολογείται μία φορά αλλά...κάθε φορά?

Πως να βελτιώσετε την αξιοπιστία

- Γράψτε ποιοτικά στοιχεία, περιεκτικά (λίγα λόγια και καλά), χρήση ίδιων λέξεων για την περιγραφή του ίδιου φαινομένου (όχι άξιος-ικανός-επιτυχημένος...), ίσως με ένα συγκεκριμένο στέμα: π.χ., "Είναι σημαντικό για μένα να....."
- Καλή αντιπροσώπευση των συμπεριφορών που περιγράφουν το φαινόμενο
- Γραμμένα για 5^η τάξη δημοτικού
- Καλύτερα περισσότερα στοιχεία παρά λίγα

Υπολογισμός της αξιοπιστίας εσωτερικής συνέπειας alpha με το SPSS

Διάλεξη 3



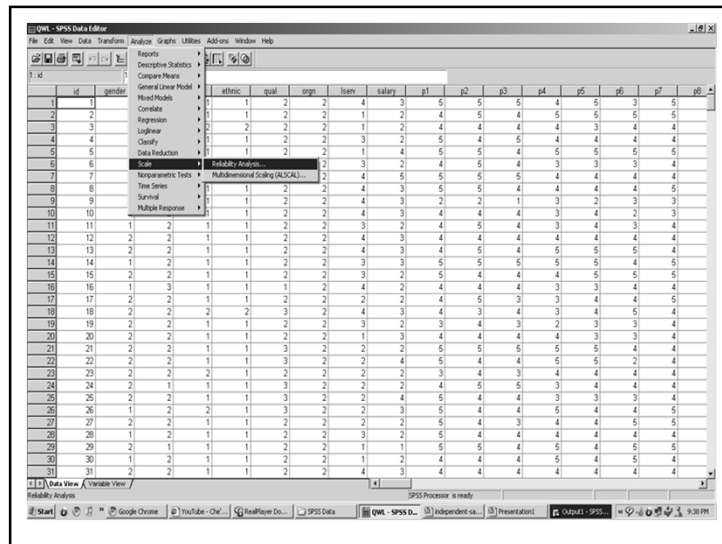
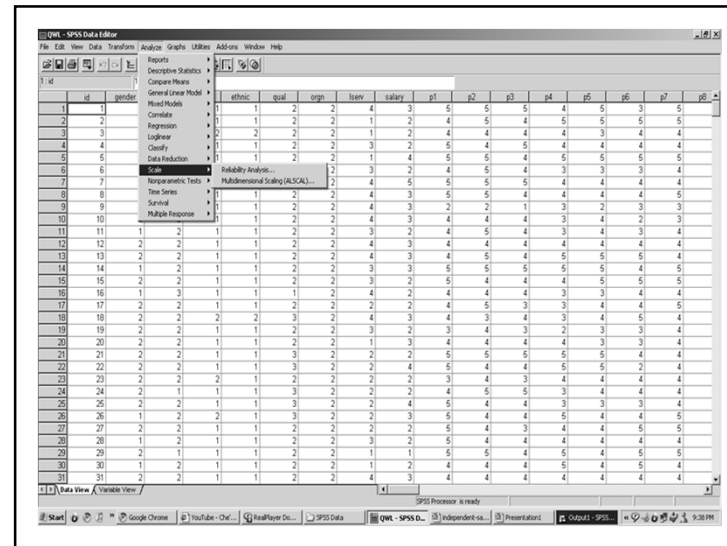
Υπολογίζοντας τον δείκτη αξιοπιστίας alpha

Από το βασικό μενού του SPSS επιλέγουμε:

Analyze →

Scale →

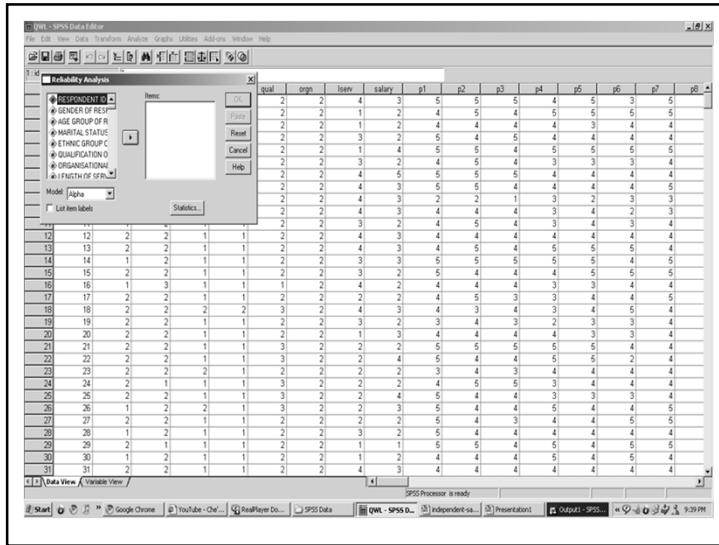
Reliability Analysis



Υπολογίζοντας τον δείκτη αξιοπιστίας alpha

Από το υπομενού Model επιλέγουμε

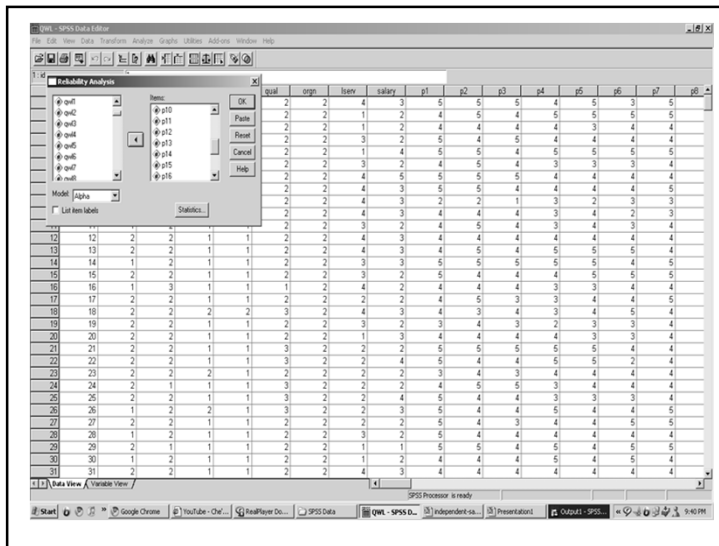
→ Alpha



Υπολογίζοντας τον δείκτη αξιοπιστίας alpha

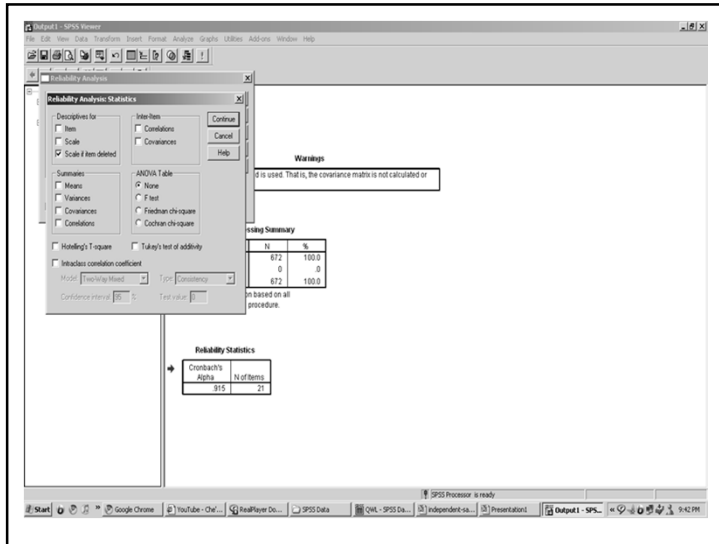
- Στη συνέχεια επιλέγουμε τα στοιχεία της κλίμακας για την οποία θέλουμε να υπολογίσουμε το δείκτη αξιοπιστίας alpha και τα μεταφέρουμε στο δεξι κουτάκι

– Στο παράδειγμά μας : στοιχεία p1 μέχρι p21



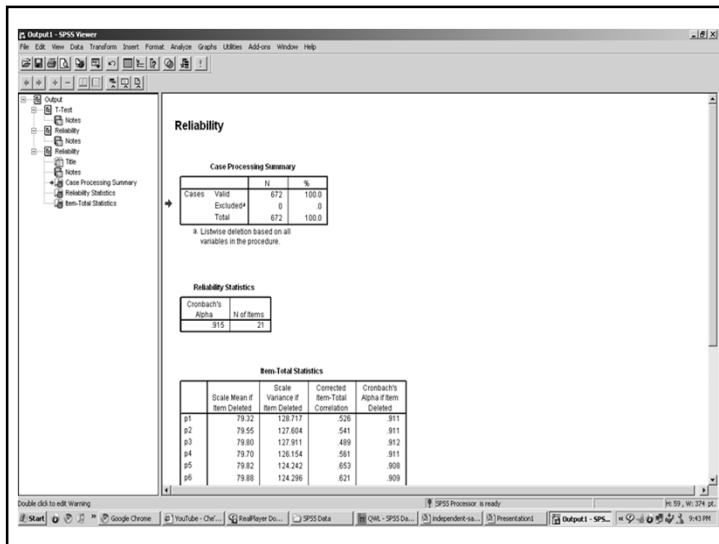
Υπολογίζοντας τον δείκτη αξιοπιστίας alpha

- Στη συνέχεια επιλέξτε "Statistics"
- Επιλέξτε την εντολή "Scale if item deleted"
- Στη συνέχεια πιέστε "Continue"
- Και τέλος το "OK"



Υπολογίζοντας τον δείκτη αξιοπιστίας alpha

- The SPSS Output



Case Processing Summary

Cases	Valid	N	%
	Valid	672	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	672	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

672 περιπτώσεις (συμμετέχοντες) χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του δείκτη Cronbach's alpha

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.915	21

Ο δείκτης alpha ήταν 0.915, τιμή που δηλώνει ότι η συγκεκριμένη κλίμακα έχει πολύ υψηλή συνοχή (αξιοπιστία)

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
p1	79.32	128.717	.526	.911
p2	79.55	127.604	.541	.911
p3	79.80	127.911	.489	.912
p4	79.70	126.154	.561	.911
p5	79.82	124.242	.653	.908
p6	79.88	124.296	.621	.909
p7	79.32	127.197	.592	.910
p8	79.48	127.201	.588	.910
p9	79.37	128.648	.509	.912
p10	79.48	126.077	.615	.909
p11	79.42	125.346	.610	.909
p12	79.25	124.597	.647	.909
p13	79.47	124.878	.589	.910
p14	79.95	125.219	.491	.913
p15	79.63	126.532	.593	.910
p16	79.51	128.632	.491	.912
p17	79.81	129.365	.422	.914
p18	79.66	126.834	.564	.910
p19	79.37	125.426	.629	.909
p20	79.27	127.141	.617	.910
p21	79.42	131.546	.345	.915

Κάτω από τη στήλη "Cronbach's Alpha if Item Deleted" η αξιοπιστία 0.915 είναι η μεγαλύτερη, που σημαίνει ότι δεν είναι απαραίτητο να αφαιρεθεί κανένα στοιχείο ώστε να βελτιωθεί ο δείκτης εσωτερικής συνοχής (αξιοπιστία) της κλίμακας

ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ

Διάλεξη 4

ΤΥΠΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

- Μελέτη:
 - Της σχέσης μεταξύ 2 μεταβλητών
 - Π.χ., σχέση μεταξύ καπνίσματος και καρκίνου του πνεύμονα

Πότε τη χρησιμοποιούμε;

- Όταν εξετάζουμε σχέσεις μεταξύ 2 μεταβλητών (τη φορά) και χρειαζόμαστε αντικειμενικά κριτήρια για να δούμε το μέγεθος αυτής της σχέσης
- Η μέθοδος είναι εύκολη στη χρήση της, αν και 'υποφέρει' από το σφάλμα της μέτρησης (random error)

Στατιστικά Πακέτα

- SPSS
- SAS
- Minitab
- Excel
- EQS
- MLWIN
- SYSTAT
- Σχεδόν όλα με μικρές δυνατότητες στατιστικής

Προϋποθέσεις του τεστ

- Γραμμικότητα.
- Κανονικότητα
- Ανεξαρτησία των παρατηρήσεων (ατόμων)

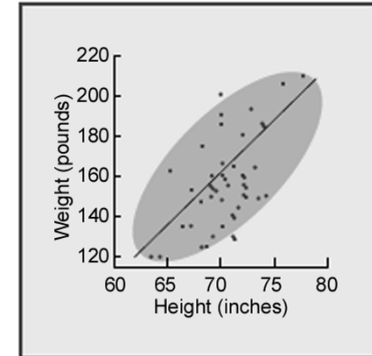
Το Πρώτο Βήμα: Διάγραμμα Σκεδασμού

Height Data

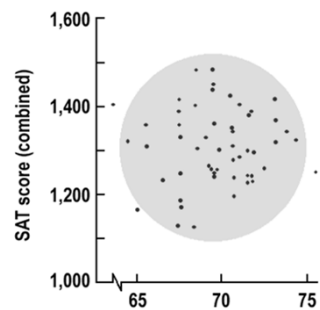
TABLE 15.1 HEIGHTS (IN INCHES) FOR A GROUP OF FIFTY WOMEN

Name	Height (in inches)	Name	Height (in inches)	Name	Height (in inches)
Ann	54.00	Lynn	63.75	Jessica	67.75
Michelle	55.50	Deborah	64.00	Elena	68.00
Abigail	57.00	Caitlin	64.00	Lynn	68.25
Patricia	57.50	Alisha	64.50	Anna	69.50
Marie	58.25	Elizabeth	64.75	Sylvia	69.50
Erica	58.50	Melanie	65.00	Kristina	69.75
Kathryn	59.25	Muriel	65.00	Kirsten	70.00
Angela	60.25	Lois	65.25	Chris	70.75
Allison	60.50	Tracey	65.50	Alicia	71.25
Dina	60.75	Jenny	65.75	Laura	71.50
Jane	61.00	Rachel	66.00	Eve	71.50
Kelly	61.00	Brinna	66.25	Jennifer	72.25
Joanna	61.25	Amanda	66.75	Britney	73.50
Gena	62.50	Enriqueta	67.00	Susan	74.75
Sarah	62.75	Gretchen	67.00	Carolyn	76.00
Ingrid	63.00	Jeannette	67.25	Miriam	77.50
Heather	63.50			Chelsea	79.00

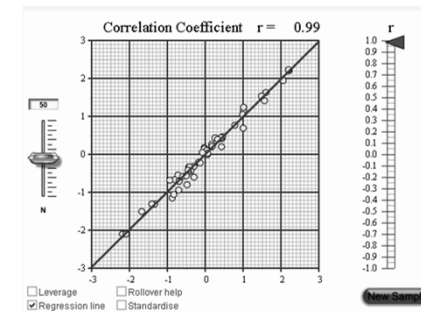
Height and Weight



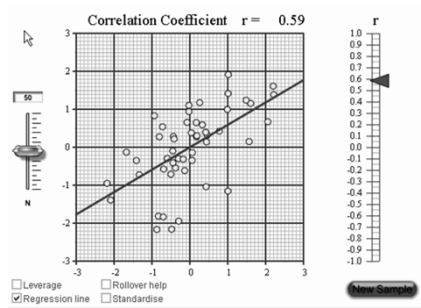
Height and SAT



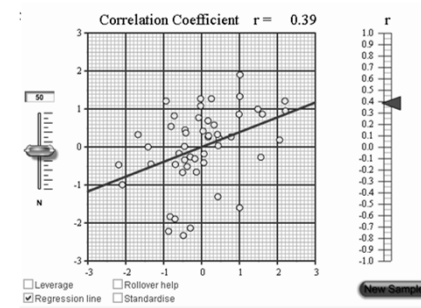
R = 1



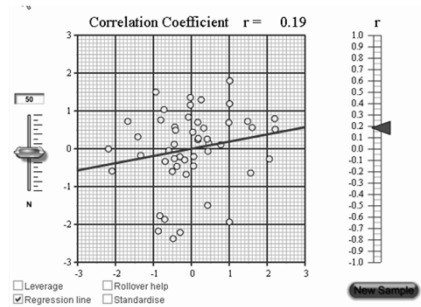
R = .6



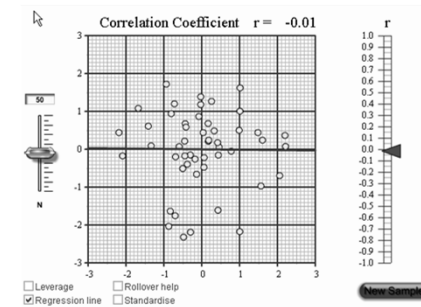
R = .4



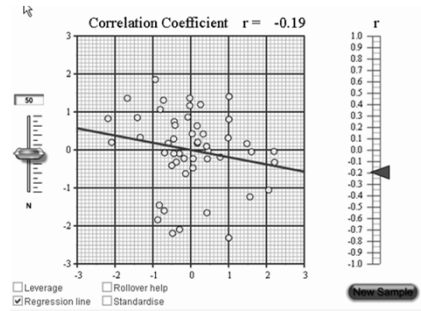
R = .2



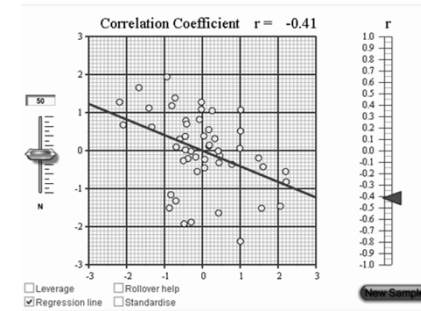
R = 0



R = -.2



R = -.4



Μέγεθος;

- 0.0 to 0.2 Τίποτε
- 0.2 to 0.4 Αδύναμη
- 0.4 to 0.7 Μέτρια
- 0.7 to 0.9 Δυνατή
- 0.9 to 1.0 Πολύ Δυνατή

Υπολογισμοί

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad r_{xy} = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{\sigma(X)\sigma(Y)}$$

Υπολογισμοί

$$\begin{aligned}
 SS_{xx} & \equiv \sum (x_i - \bar{x})^2 \\
 & = \sum x_i^2 - 2\bar{x} \sum x_i + \sum \bar{x}^2 \\
 & = \sum x_i^2 - 2n\bar{x}^2 + n\bar{x}^2 \\
 & = \sum x_i^2 - n\bar{x}^2 \\
 SS_{yy} & \equiv \sum (y_i - \bar{y})^2 \\
 & = \sum y_i^2 - 2\bar{y} \sum y_i + \sum \bar{y}^2 \\
 & = \sum y_i^2 - 2n\bar{y}^2 + n\bar{y}^2 \\
 & = \sum y_i^2 - n\bar{y}^2 \\
 SS_{xy} & \equiv \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \\
 & = \sum (x_i y_i - \bar{x} y_i - x_i \bar{y} + \bar{x} \bar{y}) \\
 & = \sum x_i y_i - n\bar{x}\bar{y} - n\bar{x}\bar{y} + n\bar{x}\bar{y} \\
 & = \sum x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}.
 \end{aligned}$$

Σενάρια...

• Σενάρια	$(x_i - \bar{x})$	$(y_i - \bar{y})$	$(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$
I	+	+	+
II	-	+	-
III	-	-	+
IV	+	-	-

Έννοιες

- Συντελεστής συσχέτισης +-1.0
- Διάγραμμα σκεδασμού (Scatterplot)
- Προβλεπτική μεταβλητή-κριτήριο
- Συνδιακύμανση
- Γραμμική, μή γραμμική σχέση (π.χ., άγχος επίδοση)
- Στατιστικό σφάλμα (δηλ. απόκλιση από τη γραμμή πρόβλεψης)
- Point biserial, Spearman's, Φ συντελεστές
- Αιτιακές σχέσεις, άλλες εξηγήσεις
- Πίνακες συσχέτισης για πολλές μεταβλητές
- R squared

Στοιχεία του Συντελεστή Συσχέτισης

- Παίρνει τιμές συγκεκριμένες
- Είναι 1 μόνο όταν όλες οι τιμές «πέφτουν» επάνω στην ευθεία γραμμή
- Αν προσθέσουμε μια σταθερά σε όλες τις τιμές X ή σε όλες τις τιμές Y ο συντελεστής δεν αλλάζει
- Αν όλες οι τιμές του X ή του Y πολλαπλασιαστούν με μια σταθερά ο συντελεστής δεν αλλάζει (εκτός από το πρόσημό του αν η σταθερά έχει διαφορετικό πρόσημο από τις τιμές X ή Y)
- Επηρεάζεται από την αξιοπιστία των μετρήσεων

Μέτρηση των Μεταβλητών

- Για τον συντελεστή Pearson οι μεταβλητές πρέπει να είναι συνεχείς
- Με 2 κατηγορικές, συντελεστής Φ
- Με 1 κατηγορική και μια συνεχή, point biserial correlation.
- Με ιεραρχικά δεδομένα (ranked data) χρησιμοποιείτε τη φόρμουλα του Spearman.
- Οι μεταβλητές μπορούν επίσης να εκφράζονται ως σταθερές τιμές (π.χ., standard scores, normal curve equivalent scores, etc.)

Είδη Συντελεστών Συσχέτισης

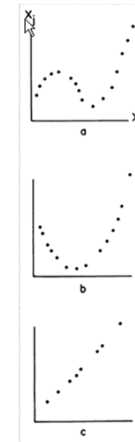
	<u>Συνεχείς Μεταβλητές</u>	<u>Διχοτομικές Μεταβλητές</u>
Συνεχείς Μεταβλητές	Pearson	Point Biserial
Διχοτομικές Μεταβλητές	Point Biserial	Phi

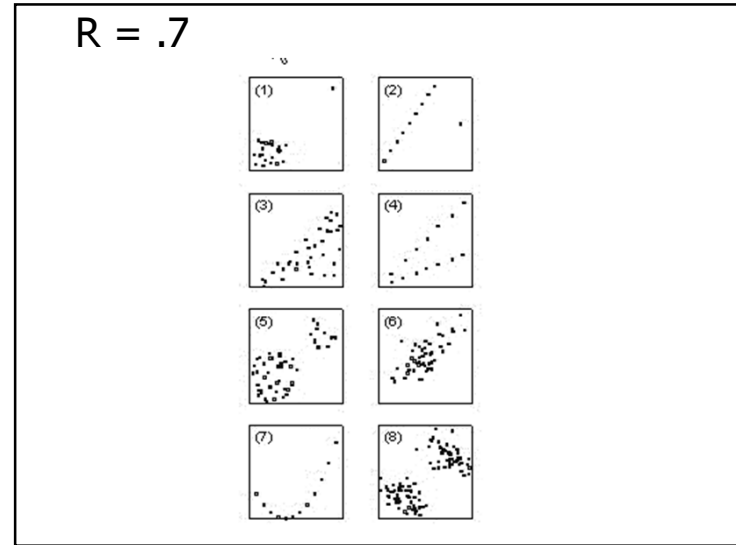
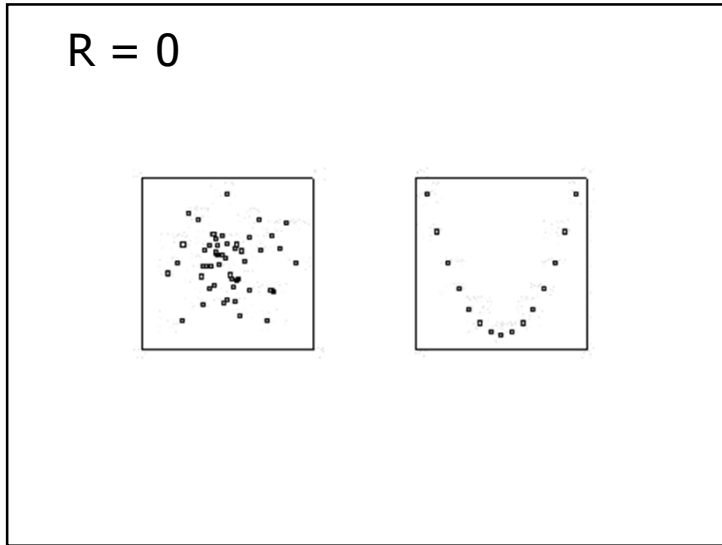
Για σειρές (Ranks) Spearman

Πότε να μη χρησιμοποιείτε το συντελεστή συσχέτισης ή με προσοχή:

- Όταν οι μεταβλητές έχουν περιορισμένο εύρος (μειώνεται η τιμή του συντελεστή)
- Όταν έχετε μικρά δείγματα, συνεπώς και μικρή δύναμη ανίχνευσης στατιστικά σημαντικών σχέσεων, αλλά και λίγη αυτοπεποίθηση για εύρεση της πραγματικής σχέσης
- Όταν έχετε πολύ μεγάλα δείγματα, πολύ δύναμη του τεστ
- Όταν λείπουν πολλές παρατηρήσεις
- Όταν η σχέση δεν είναι γραμμική
- Όταν δεν καταλαβαίνετε την ανάλυση

Άλλα Είδη Συσχέτισης





Πότε να μη χρησιμοποιείτε το συντελεστή συσχέτισης ή με προσοχή:

- Όταν οι μεταβλητές έχουν περιορισμένο εύρος (μειώνεται η τιμή του συντελεστή)
- Όταν έχετε μικρά δείγματα, συνεπώς και μικρή δύναμη ανίχνευσης στατιστικά σημαντικών σχέσεων, αλλά και λίγη αυτοπεποίθηση για εύρεση της πραγματικής σχέσης
- Όταν έχετε πολύ μεγάλα δείγματα, πολύ δύναμη του τεστ
- Όταν λείπουν πολλές παρατηρήσεις
- Όταν η σχέση δεν είναι γραμμική
- Όταν δεν καταλαβαίνετε την ανάλυση

Συσχέτιση και Μικρά Δείγματα

Correlations

x1	x2	y1	y2
1,00	1,00	6,00	6,00
2,00	2,00	4,00	4,00
3,00	3,00	5,00	5,00
4,00	4,00	3,00	3,00
5,00	5,00	2,00	2,00
6,00	6,00	4,00	4,00
.	1,00	.	6,00
.	2,00	.	4,00
.	3,00	.	5,00
.	4,00	.	3,00
.	5,00	.	2,00
.	6,00	.	4,00

Correlations

		x1	y1
x1	Pearson Correlation	1	-.680
	Sig. (2-tailed)	.	.137
	N	6	6
y1	Pearson Correlation	-.680	1
	Sig. (2-tailed)	.137	.
	N	6	6

Correlations

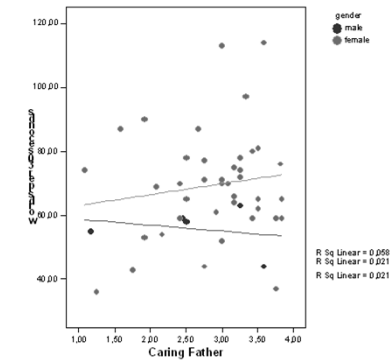
		x2	y2
x2	Pearson Correlation	1	-.680*
	Sig. (2-tailed)	.	.015
	N	12	12
y2	Pearson Correlation	-.680*	1
	Sig. (2-tailed)	.015	.
	N	12	12

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

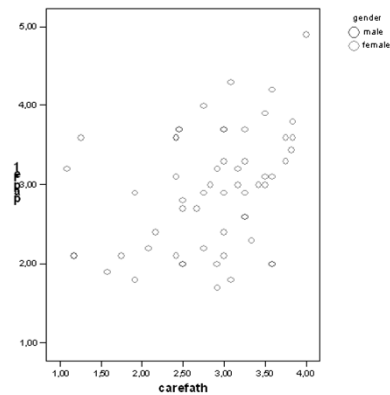
Πότε να μη χρησιμοποιείτε το συντελεστή συσχέτισης ή με προσοχή;

- Όταν οι μεταβλητές έχουν περιορισμένο εύρος (μειώνεται η τιμή του συντελεστή)
- Όταν έχετε μικρά δείγματα, συνεπώς και μικρή δύναμη ανίχνευσης στατιστικά σημαντικών σχέσεων, αλλά και λίγη αυτοπεποίθηση για εύρεση της πραγματικής σχέσης
- Όταν έχετε πολύ μεγάλα δείγματα, πολύ δύναμη του τεστ
- Όταν λείπουν πολλές παρατηρήσεις
- Όταν η σχέση δεν είναι γραμμική
- Όταν δεν καταλαβαίνετε την ανάλυση

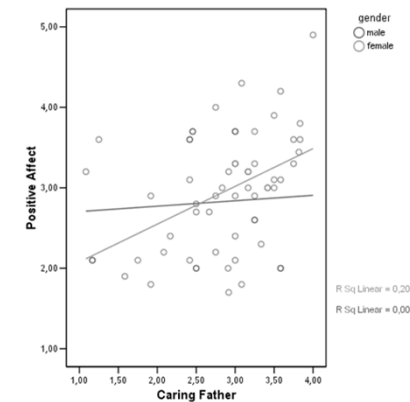
Πώς η Συσχέτιση Επηρεάζεται από την Ύπαρξη Υπο-ομάδων;



Πώς η Συσχέτιση Επηρεάζεται από την Ύπαρξη Υπο-ομάδων;



Πώς η Συσχέτιση Επηρεάζεται από την Ύπαρξη Υπο-ομάδων;



Πότε να μη χρησιμοποιείτε το συντελεστή συσχέτισης ή με προσοχή;

- Όταν οι μεταβλητές έχουν περιορισμένο εύρος (μειώνεται η τιμή του συντελεστή)
- Όταν έχετε μικρά δείγματα, συνεπώς και μικρή δύναμη ανίχνευσης στατιστικά σημαντικών σχέσεων, αλλά και λίγη αυτοπεποίθηση για εύρεση της πραγματικής σχέσης
- Όταν έχετε πολύ μεγάλα δείγματα, πολύ δύναμη του τεστ
- Όταν λείπουν πολλές παρατηρήσεις
- Όταν η σχέση δεν είναι γραμμική
- Όταν δεν καταλαβαίνετε την ανάλυση

Απουσία τιμών: Τι κάνουμε;

Y	X
1,00	.
.	1,00
3,00	.
.	1,00
.	5,00
6,00	.
7,00	.
5,00	.
.	25,00
4,00	4,00
2,00	.

Correlations		
	Y	X
Y	1	. ^a
	Sig. (2-tailed)	.
	N	7
X	. ^a	1
	Sig. (2-tailed)	.
	N	5

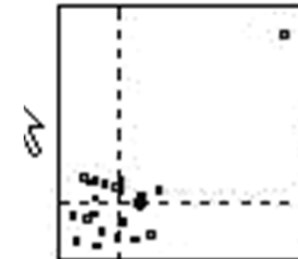
^a. Cannot be computed because at least one of the variables is constant.

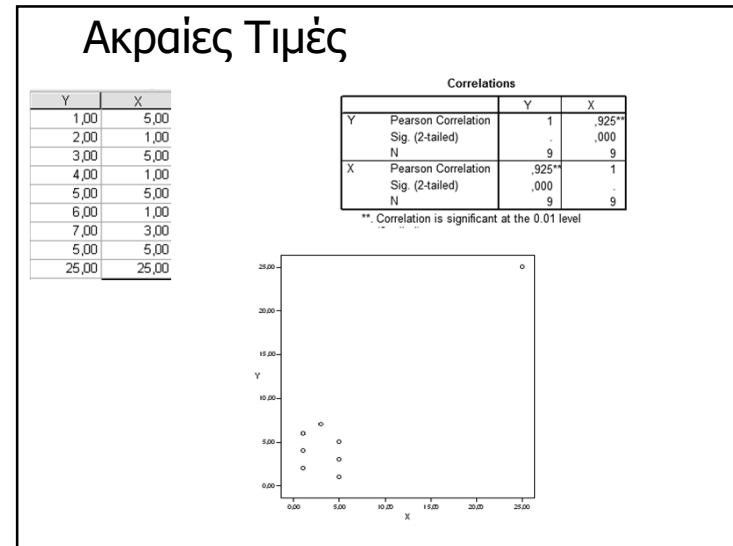
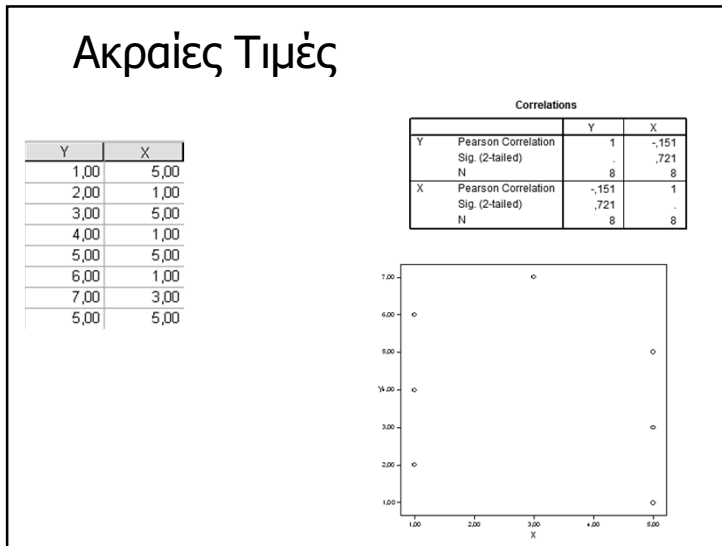
Μέσος όρος;

Πότε να μη χρησιμοποιείτε το συντελεστή συσχέτισης ή με προσοχή;

- Όταν οι μεταβλητές έχουν περιορισμένο εύρος (μειώνεται η τιμή του συντελεστή)
- Όταν έχετε μικρά δείγματα, συνεπώς και μικρή δύναμη ανίχνευσης στατιστικά σημαντικών σχέσεων, αλλά και λίγη αυτοπεποίθηση για εύρεση της πραγματικής σχέσης
- Όταν έχετε πολύ μεγάλα δείγματα, πολύ δύναμη του τεστ
- Όταν λείπουν πολλές παρατηρήσεις
- Όταν η σχέση δεν είναι γραμμική
- Όταν δεν καταλαβαίνετε την ανάλυση

Ακραίες Τιμές





- ### Πότε να μη χρησιμοποιείτε το συντελεστή συσχέτισης ή με προσοχή;
- Όταν οι μεταβλητές έχουν περιορισμένο εύρος (μειώνεται η τιμή του συντελεστή)
 - Όταν έχετε μικρά δείγματα, συνεπώς και μικρή δύναμη ανίχνευσης στατιστικά σημαντικών σχέσεων, αλλά και λίγη αυτοπεποίθηση για εύρεση της πραγματικής σχέσης
 - Όταν έχετε πολύ μεγάλα δείγματα, πολύ δύναμη του τεστ
 - Όταν λείπουν πολλές παρατηρήσεις
 - Όταν η σχέση δεν είναι γραμμική
 - Όταν δεν καταλαβαίνετε την ανάλυση

Δύναμη; Τι Σημαίνει;

The Power is calculated to be 0.557

Enter a "z" for the item to be calculated.	
Rho₀ Correlation Coefficient under the Null Hypothesis	0
Rho_a Correlation Coefficient under the Alternative Hypothesis	.3
N The Sample Size	50
Significance Level The Significance Level of the test or Prob (reject null hypothesis (H ₀ : μ=μ ₀) given it is true)	.05
Power The Power desired for the test or Prob (reject H ₀ given that H _a is true)	?
Number of Sides Specifies Alternative Hypothesis. One sided and Rho _a > Rho ₀ => H _a : Rho > Rho ₀ One sided and Rho _a < Rho ₀ => H _a : Rho < Rho ₀ Two sided => H _a : Rho not equal Rho ₀	
<input type="radio"/> 1 Side <input checked="" type="radio"/> 2 Sides	
<input type="button" value="Calculate"/>	

Δύναμη;

Statistical Power of r
(Two-Tailed Test, $\alpha = .05$)

r	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
.3	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
.4	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
.5	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
.6	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
.7	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
.8	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
.9	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
1.0	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
1.1	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
1.2	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
1.3	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
1.4	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
1.5	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
1.6	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
1.7	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
1.8	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
1.9	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
2.0	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
2.1	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
2.2	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
2.3	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
2.4	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
2.5	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
2.6	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
2.7	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
2.8	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
2.9	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
3.0	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
3.1	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
3.2	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
3.3	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
3.4	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
3.5	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
3.6	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
3.7	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
3.8	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
3.9	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
4.0	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
4.1	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05

Δύναμη Προγράμματα....

Calculation of Magnitudes of Effects and Power
Copyright © 1993

Written by: Bernard S. Gorman, Louis H. Prinavera, & David B. Allison

Select the statistic or procedure from the following:

- 1) t-test
- 2) Correlation Coefficient
- 3) Z-test
- 4) F-Ratio with 1 DF in Numerator
- 5) F-Ratio with >1 DF in Numerator
- 6) Chi-Square with 1 DF
- 7) Chi-Square with >1 DF
- 8) Probability
- 9) P-value
- 10) Cohen's f
- 11) Cohen's f-squared and Ballal's average squared effect divided by the error variance.
- 12) Non-Centrality Parameter
- 13) Compute Sample Size
- 14) Get References to Statistics and Procedures
- 15) Quit

Your Selection: ?

Calculating Effect Size with Correlation Coeff.

Enter R value: .5
Enter Sample Size ? 100

RM Magnitude = 0.500 D Magnitude = 1.155 Zr = 0.549
f² = 0.333 F = 0.577 lambda = 32.667 phi = 5.715
2-tailed Power for $\alpha_{.10}$ = 1.000 $\alpha_{.05}$ = 1.000 $\alpha_{.01}$ = 0.999
1-tailed Power for $\alpha_{.10}$ = 1.000 $\alpha_{.05}$ = 1.000 $\alpha_{.01}$ = 0.999

Repeat Results to Printer $\langle V \rangle$?

Πότε να μη χρησιμοποιείτε το συντελεστή συσχέτισης ή με προσοχή;

- Όταν οι μεταβλητές έχουν περιορισμένο εύρος (μειώνεται η τιμή του συντελεστή)
- Όταν έχετε μικρά δείγματα, συνεπώς και μικρή δύναμη ανίχνευσης στατιστικά σημαντικών σχέσεων, αλλά και λίγη αυτοπεποίθηση για εύρεση της πραγματικής σχέσης
- Όταν έχετε πολύ μεγάλα δείγματα, πολύ δύναμη του τεστ
- Όταν λείπουν πολλές παρατηρήσεις
- Όταν η σχέση δεν είναι γραμμική
- Όταν δεν καταλαβαίνετε την ανάλυση

Διόρθωση Επιπέδου Σημαντικότητας για Αριθμός Συγκρίσεων

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε 4 μεταβλητές που θέλουμε να συσχετίσουμε Μεταξύ τους. Τότε έχουμε:

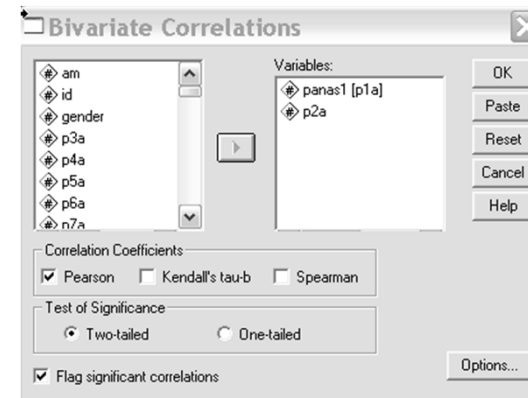
$$\text{Αριθμός Συγκρίσεων} = \binom{4}{2} = \frac{4!}{(4-2)!2!} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}{1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 2} = 6$$

Διόρθωση επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας. Για παράδειγμα με Βάση την προσαρμογή του Bonferroni έχουμε $\alpha/\text{αριθμός συγκρίσεων}$ $.05/6 = .008$

Βήματα πριν την ανάλυση

- Προετοιμασία της βάσης
- Λάθη στη βάση, απουσία σημαντικού αριθμού τιμών (αντικατάσταση; Τις αγνοούμε;)
- Ελέγχουμε τις κατανομές των μεταβλητών
- Σχηματίζουμε το διάγραμμα σκεδασμού για την αξιολόγηση του είδους της σχέσης
- Ποιόν δείκτη;
- Δύναμη του τεστ

Συσχέτιση και SPSS

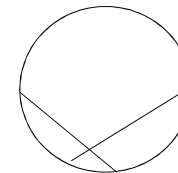


SPSS Printout

Correlations		
	Cigarette Consumption per Adult per Day	CHD Mortality per 10,000
Cigarette Consumption per Adult per Day	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	
CHD Mortality per 10,000	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	.713* .000 21

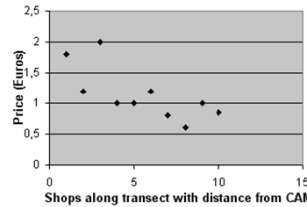
** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

R squared?



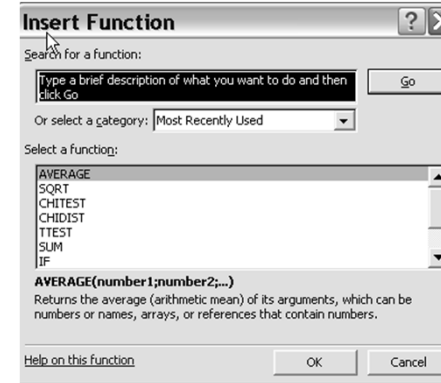
Spearman' R

Convenience Store	Distance from CAM (m)	Rank	Price of 50cl bottle (€)	Rank	Difference between the ranks (d)	d ²
1	50	10	1.80	2	8	64
2	175	9	1.20	3.5	5.5	30.25
3	270	8	2.00	1	7	49
4	375	7	1.00	6	1	1
5	425	6	1.00	6	0	0
6	580	5	1.20	3.5	1.5	2.25
7	710	4	0.80	9	-5	25
8	790	3	0.60	10	-7	49
9	890	2	1.00	6	-4	16
10	990	1	0.85	8	-7	49
					$\sum d^2 =$	285.5

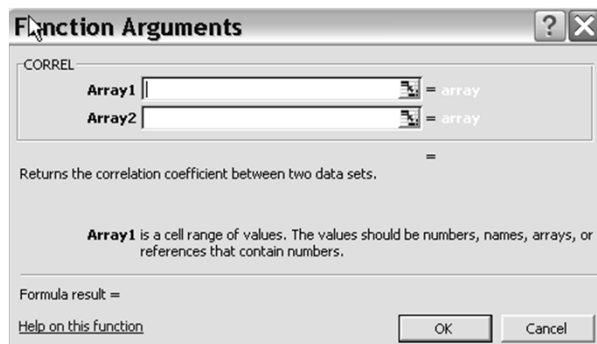


$$(R^2) = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n^3 - n} = 1 - \frac{1713}{990} = -.730$$

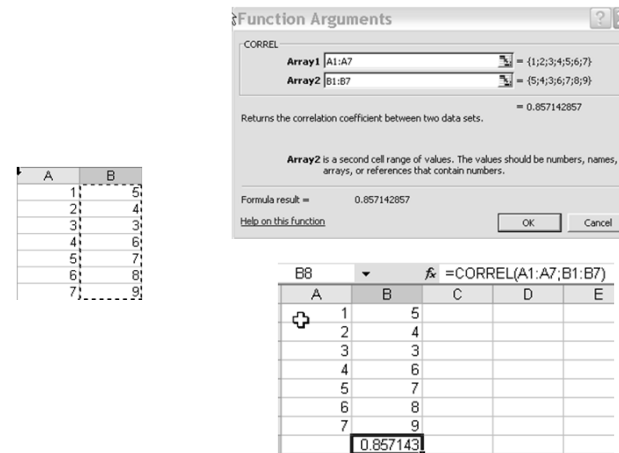
Excel?



Excel?



Excel



Πίνακες από Δημοσιευμένες Μελέτες

Table 1
Correlations Between Goal Orientations and Various Indices of Personality, Anxiety, Affect, and Depression

Measure	Goal orientations			
	Mastery	Performance approach	Performance avoidance	Multiple goals ^a
Anxiety				
Trait negative affectivity total score	-.148*	.026	-.240**	-.062
Trait negative affectivity fearful	-.170*	.021	-.234**	-.077
Trait negative affectivity anger	-.110	.010	.128	-.053
State negative affectivity fearful Time 1	-.275***	-.055	.221**	-.183**
State negative affectivity anger Time 1	-.171*	.002	.096	-.090
Revised Children's Manifest Anxiety Scale	-.097	-.087	.282**	-.109
Social alienation	-.197**	-.076	.152*	-.156*
Worry-oversensitivity	-.040	-.065	.314**	-.064
Physiological concerns	-.061	-.089	.203*	-.091
Self-esteem, efficacy, control				
Rosenberg's Self-Esteem Inventory	.200**	.076	-.167*	.157*
Skinner's Lack subscale	-.294**	-.154*	.166*	-.262**
Depression				
Children's Depression Inventory	-.290**	-.186*	.205**	-.278**
Social self-esteem	-.355**	-.154*	.150*	-.292**
Oppositional-defiant behavior	-.183**	-.170*	.160*	-.216**
Dysphoria-sadness	-.141*	-.140*	.180**	-.168*

^a Combined mastery and performance-approach orientations.
* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$.

Πίνακες από Δημοσιευμένες Μελέτες

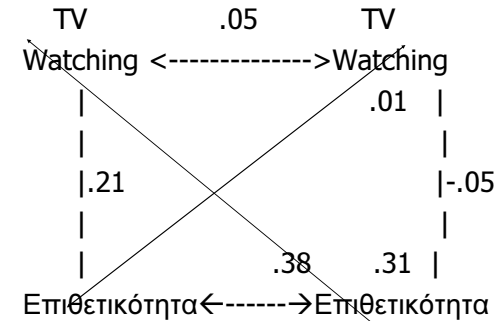
Table 1 Intercorrelations Between Constructs		Typical Students (N = 29)															
Variables		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
1. Mathematics Achievement	--																
2. Self-regulation	.11	--															
3. Self-efficacy	.62**	.35	--														
4. Effort	.08	.07	.37*	--													
5. Goal commitment	.29	.35	.52**	.40*	--												
6. Goal	.50**	.27	.43*	.16	.33	--											
7. Expectations	.64**	.15	.67**	.34	.40*	.69**	--										
8. Valence	.55**	.30	.52**	.09	.47**	.29	.35	--									
9. Motivational force	.73**	.25	.74**	.22	.49**	.66**	.92**	.68**	--								
10. Mastery Orientation	.07	.16	.44*	.04	.34	.00	.04	.28	.13	--							
11. Performance-approach orientation	-.30	.35	.14	.07	.21	.15	-.19	.02	-.14	.20	--						
12. Task avoidance orientation	-.15	.11	-.03	.06	.01	-.23	-.03	-.17	-.09	-.15	.02	--					
13. Positive social experiences	.33	.21	.39*	-.11	.44*	.07	.14	.75**	.41*	.38*	.16	-.04	--				
14. Multiple goal orientation	-.05	.38*	.35	.03	.41*	-.02	-.03	.34	.11	.45*	.62**	.51**	.63**	--			
Students with Learning Disabilities (N = 29)																	
1. Mathematics achievement	--																
2. Self-regulation	-.37	--															
3. Self-efficacy	-.13	.57**	--														
4. Effort	.01	.33	.48*	--													
5. Goal commitment	.12	.34	.45*	.69**	--												
6. Goal	-.19	-.12	.20	-.02	-.06	--											
7. Expectations	-.22	.00	.45*	.16	.22	.64**	--										
8. Valence	-.24	.14	.24	.54**	.84**	.17	.32	--									
9. Motivational force	-.30	.10	.21	.37	.60**	.50*	.79**	.83**	--								
10. Mastery orientation	.23	-.39*	.49**	.65**	.89**	-.10	.09	.77**	.43*	--							
11. Performance-approach orientation	.52**	.14	.30	.55**	.78**	.26	.16	.63**	.36	.83**	--						
12. Task avoidance orientation	-.18	.38*	.18	.51**	.58**	-.29	-.01	.47*	.17	.57**	.65**	--					
13. Positive social experiences	.32	.41*	.56**	.66**	.90**	.14	.20	.82**	.51**	.89**	.79**	.62**	--				
14. Multiple goal orientation	.36	.36	.45*	.68*	.91**	-.21	.15	.83**	.49*	.94**	.91**	.78**	.96**	--			

Note: * $p < .05$, ** $p < .01$.

Συσχέτιση – αιτιακές σχέσεις

- Π.χ., αυτοεκτίμηση <--> επίδοση
- Δεν υπήρχε σχέση όταν το IQ και το κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο ελέγχθηκαν!
- TV <--> επιθετικότητα
- A --> B, B --> A, Z --> A, B

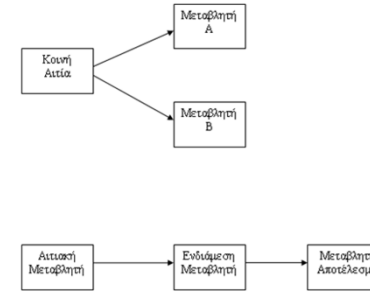
Cross-Lagged Συσχετίσεις



«Μερικές Συσχετίσεις» (Partial)

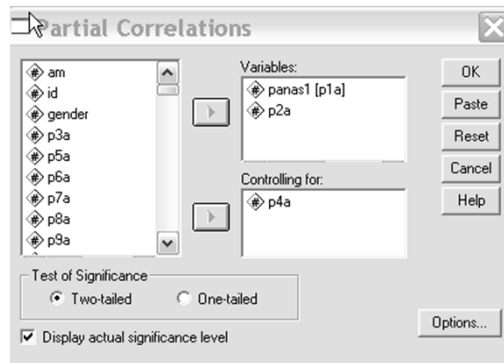
$$r_{XY \cdot Z} = \frac{r_{XY} - r_{XZ}r_{YZ}}{\sqrt{(1-r_{XZ}^2)(1-r_{YZ}^2)}}$$

«Μερικές Συσχετίσεις» (Partial)



Κοινή βάση (π.χ., IQ) ή ενδιάμεση σχέση (π.χ., σχέση επίδοσης με Κατάθλιψη, μόνο όταν υπάρχει αποτυχία)

«Μερικές Συσχετίσεις» (Partial)



«Μερικές Συσχετίσεις» (Partial)

	panas1	p2a
panas1	Pearson Correlation 1	.500**
	Slg. (2-tailed)	.000
	N	69
p2a	Pearson Correlation .500**	1
	Slg. (2-tailed)	.000
	N	69

Control Variables	panas1	p2a
p3a	Correlation 1,000	.413
	Significance (2-tailed)	.000
	df	66
p2a	Correlation .413	1,000
	Significance (2-tailed)	.000
	df	66

** Correlation is significant at the 0.01 level

Control Variables	panas1	p2a
p4a	Correlation 1,000	.391
	Significance (2-tailed)	.001
	df	66
p2a	Correlation .391	1,000
	Significance (2-tailed)	.001
	df	66

Πότε;

$$r_{XY \cdot Z} = r_{XY}$$

Πρόβλεψη

Προβλεπτική εξίσωση για πολλές μεταβλητές:

$$Y' = a + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_4x_4 + \dots + \beta_nx_n$$

Πιο απλά

$$Y' = \beta x + a \text{ (για 2 μεταβλητές)}$$

Παράδειγμα (ο Γιάννης διάβασε 5 ώρες στατιστική και περίμενε ότι θα πάρει 8 στην τελική εξέταση)

$$.670$$

Διάβασμα (5 ώρες) -----> Βαθμός;

$$Y' = .670x + 1$$

$$Y' = .670(5) + 1$$

$$Y' = 4.35 \text{ (βαθμός)}$$

Figure 9.2

Life Expectancy and Health Care Costs

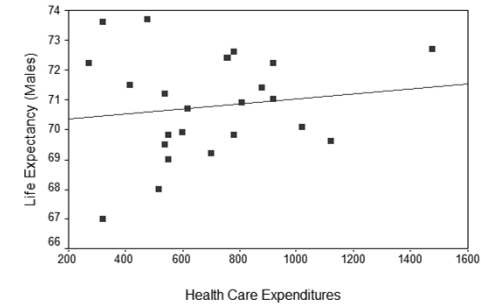


Figure 9.1

Infant Mortality and Number of Physicians

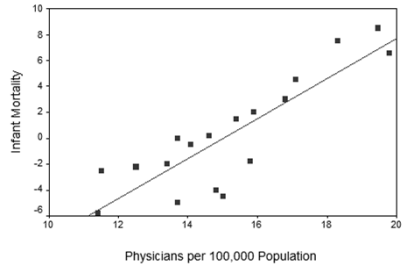
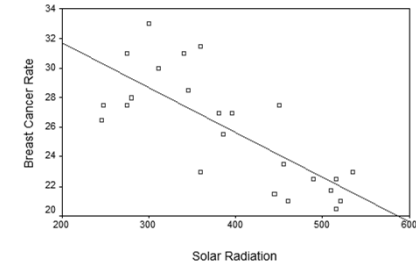
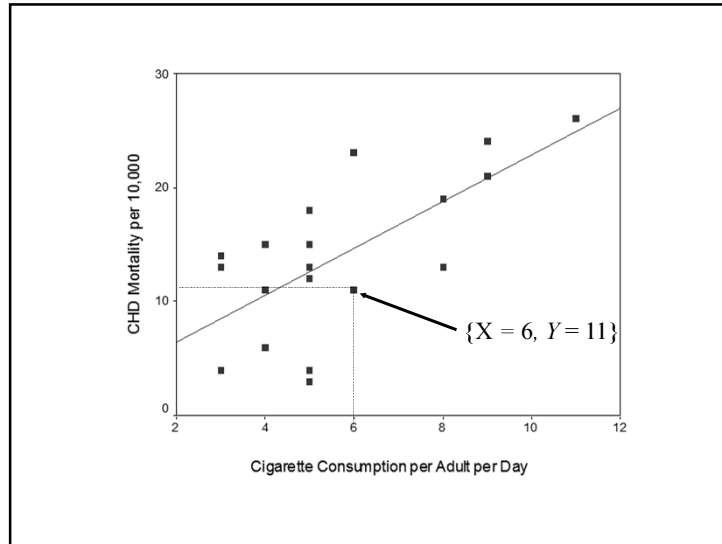


Figure 9.3

Cancer Rate and Solar Radiation





Παλινδρόμηση

$$y = \alpha + \beta x$$

is given by

$$\beta = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} = \frac{ss_{xy}}{ss_{xx}}$$

and the coefficient β' in

$$x = \alpha' + \beta' y$$

is given by

$$\beta' = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum y^2 - (\sum y)^2}$$

Πειραματικά Σχέδια Ομάδων

Διάλεξη 5

119

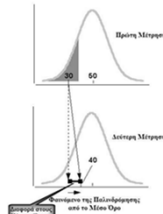


Εσωτερική Εγκυρότητα (Threats to Internal Validity (1/3))

- Ωρίμανση (Maturation)
 - Αλλαγές που οφείλονται στην ωρίμανση στο χρόνο (normal growth or predictable changes)
- Ιστορικές Επιδράσεις (History)
 - Αλλαγές οφείλονται σε άλλα γεγονότα που προϋπήρχαν της έρευνας (ή συμβαίνουν την ίδια στιγμή)
- ΤΕΣΤ
 - Αλλαγές οφείλονται στις επιδράσεις της πρώτης μέτρησης

Εσωτερική Εγκυρότητα (Threats to Internal Validity (2/3)

- Εργαλεία μέτρησης
 - Αξιοπιστία - εγκυρότητα
- Παλινδρόμηση από το μέσο όρο
 - $100(1-r)$
- Επιλογή
 - Οποιοσδήποτε παράγοντας έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία «διαφορετικών» ομάδων (πειραματικής και ελέγχου)



Εσωτερική Εγκυρότητα (3/3)

- Απώλεια Δείγματος (Attrition)
 - Τι χαρακτηριστικά έχουν;
- Εμπλοκή Παρεμβάσεων (Diffusion of treatment)
 - Επίδραση της μια παρεμβατικής συνθήκης στην επόμενη (γνώση που αποκτάται κατά την πρώτη συνθήκη και ίσως μεταφέρεται-carry over effect)
- Επίδρασεις της Σειράς
 - Επίδρασεις που οφείλονται στην χρονική αλληλουχία των διαδικασιών-serial dependency

Επίδρασεις Εξαιτίας των Συμμετεχόντων

- Συμμετέχοντες δεν είναι παθητικοί δέκτες
 - Προσαρμόζονται με βάση τις αντιλαμβανόμενες προσδοκίες
 - Πολλές φορές δεν ακολουθούν τις οδηγίες "subject effects"
 - Προσπαθούν να αποδείξουν πράγματα (είτε ότι είναι έξυπνοι, είτε ότι είναι γρήγοροι, είτε ότι ο ερευνητής κάνει λάθος, είτε ότι κατάλαβαν όλο το σχεδιασμό)
- Πλασίμπο (Placebo)

Επίδρασεις του Πειραματιστή

- Προσδοκίες του πειραματιστή: για το πώς θα εξελιχθούν τα πράγματα, τι θα βρει, κλπ
 - Θα πρέπει να υπάρχει απόλυτος έλεγχος
 - Να μην αλληλεπιδράσει με τους συμμετέχοντες, να μην τους μεταφέρει τις προσδοκίες του
 - Δεν είναι το ίδιο με την ακαδημαϊκή εξαπάτηση (γιατί δεν γίνεται με πρόθεση)
 - Αν είναι παρατηρητής: Bias, drift, reactivity

Γενικός Έλεγχος

- Προετοιμασία του περιβάλλοντος εξέτασης
 - Τσαούσης εργασία
 - Φυσικό ή τεχνητό περιβάλλον;
 - Έγκυρα και αξιόπιστα εργαλεία
- Επαναληψιμότητα
 - Το εύρημα είναι σταθερό (robust)

Επιδράσεις του Διαχειριστή Δεδομένων

- Τυφλές διαδικασίες
 - Όστε να μην μπορεί κάποιος να επιδράσει στους συμμετέχοντες
 - Απλά τυφλό: Ο συμμετέχων δεν γνωρίζει σε ποια συνθήκη είναι
 - Διπλά τυφλό: ούτε ο συμμετέχων ούτε ο πειραματιστής γνωρίζουν

Διαστρωμάτωση

- Τυχαία
 - Every subject has an equal chance of being sampled
- Κατά στρώματα
 - Random sampling within strata (subgroups)

Εξωτερική Εγκυρότητα-1

- Γενίκευση
- Μέτρηση της ανεξάρτητης μεταβλητής –
treatment implementation
- Αλληλεπίδραση μεταξύ συνθηκών – κάθε ομάδα μια συνθήκη μόνο
- Hawthorne effect – προσοχή
- Επιδράσεις της ανεξάρτητης μεταβλητής: Καινοτομία (Novelty) (differential effects to participants, diminished over time effects)

Εξωτερική Εγκυρότητα -2.

- Επιδράσεις του πειραματιστή
- Εξοικείωση με πρώτη μέτρηση
- Εξοικείωση με δεύτερη μέτρηση – δεύτερη μέτρηση μέρος της παρέμβασης
- Επιδράσεις της ανεξάρτητης μεταβλητής και του περιβάλλοντος (Treatment effects and historical context) – do the results apply 10 years later?
- Μετρήσεις της εξαρτημένης μεταβλητής
 - diff. measures diff. results?
- Διατήρηση και γενίκευση των

Εξωτερική Εγκυρότητα -3

- Στατιστική εγκυρότητα
- Στατιστική σημαντικότητα-κλινική σημαντικότητα
- Type I, Type-II σφάλματα
- Κοινωνική εγκυρότητα

Χαρακτηριστικά των Πειραματικών Σχεδίων

- Ορισμός της ανεξάρτητης μεταβλητής
- Ομάδα ελέγχου
- Τυχαίότητα
- Μεταχείριση μόνο μιας ανεξάρτητης μεταβλητής της φορά (all else is constant)
- Απόφαση για το πόσα επίπεδα πρέπει να έχει η ανεξάρτητη μεταβλητή
- Απόφαση για την ύπαρξης 1 ή περισσότερων μετρήσεων
- Λειτουργικοί ορισμοί
- Σημασία της Θεωρίας

Ερευνητικά Σχέδια

- Μεταξύ Ατόμων-Πλεονεκτήματα
 - Οι συμμετέχοντες δεν είναι υποψιασμένοι
 - Γρήγορη μελέτη
- Μεταξύ Ατόμων-Μειονεκτήματα
 - Μεγάλο δείγμα
 - Τα αποτελέσματα μπορεί να οφείλονται σε αρχικές διαφορές (equivalent groups)
 - Τυχαία επιλογή-κόστος
 - Εξίσωση δειγμάτων σε μεταβλητές κλειδιά.

Ερευνητικά Σχέδια-συνέχεια

- **Εντός των Ατόμων-Πλεονεκτήματα**
 - Μικρότερα δείγματα
 - Δεν υπάρχει πρόβλημα στην εξίσωση των ομάδων
 - Μπορεί να χρησιμοποιηθεί με σπάνιους πληθυσμούς
- **Εντός των Ατόμων-Μειονεκτήματα**
 - Γνώση των διαδικασιών όπως περνά ο χρόνος
 - Προσθετικές επιδράσεις της ανεξάρτητης μεταβλητής (Carry-over effects, need counterbalancing)

Χαρακτηριστικά Πειραματικών Σχεδίων

- **Κύρια συστατικά:**
 - Μεταχείριση της ανεξάρτητης μεταβλητής (manipulation)
 - Ομάδα ελέγχου (control)
 - Τυχασιότητα στη δημιουργία των 2 ομάδων (randomization)

134

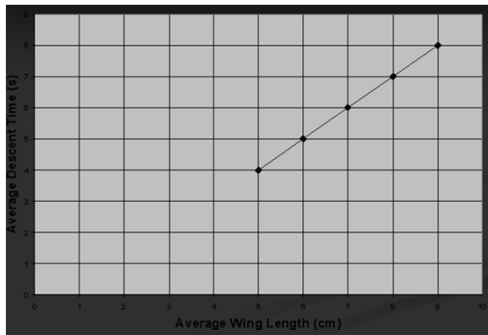
Παράδειγμα: Μέγεθος φτερών



Αποτελέσματα-1

Wing Length (cm)	Descent Time (s)			Average Descent Time (s)
	Trials			
	1	2	3	
5	3	5	4	4
6	4	5	6	5
7	6	7	5	6
8	7	8	6	7
9	9	7	8	8

Αποτελέσματα



Πειραματικά Σχέδια

- Υπάρχουν 5 είδη πειραματικών σχεδίων
- Μετά την παρέμβαση μόνο (Post-test only)
- Μία ομάδα, πριν-μετά (Pre-test-Post-test design)
- Δύο ομάδες, πειραματική-ελέγχου, πριν-μετά
- Οι 4 ομάδες του Solomon
- Παραγοντικά σχέδια (Factorial designs)

03 04
X 02
06

138

Τι σημαίνει παραγοντικό;

- Σειρές X Στήλες
- Τουλάχιστον 2 ανεξάρτητες μεταβλητές
- Όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί των μεταβλητών πρέπει να έχουν παρατηρήσεις
- Κελιά

139

Τι σημαίνει αλληλεπίδραση;

- Παράδειγμα: «Ποιό είδος θεραπείας είναι πιο αποτελεσματικό;» αντικαθίσταται από:
- «Ποιό είδος ασθενών ανταποκρίνεται καλύτερα σε ποιό είδος θεραπείας;»
- Η απάντηση «εξαρτάται» είναι συχνά η σωστή απάντηση σε πολύπλοκα φαινόμενα.

140

Παράδειγμα

- Bushman μελέτη
 - Δύο ανεξάρτητες μεταβλητές
 - 2 είδη video
 - Άνδρες - γυναίκες

141

2 X 2 Παραγοντικό Σχέδιο (Factorial)

	Βίαια Video	Χωρίς Βία Video
Άνδρες		
Γυναίκες		

142

Παράδειγμα - συνέχεια

- Bushman μελέτη
- Εξαρτημένη μεταβλητή = αριθμός επιθετικών συμπεριφορών
- 50 άτομα σε κάθε κελί
- Ας δούμε means και st. dev.

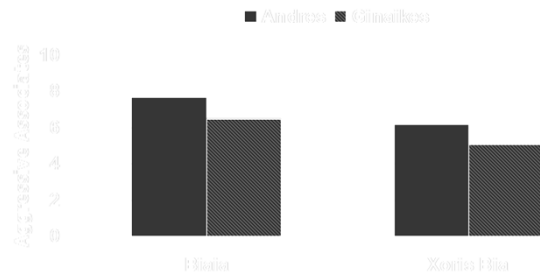
143

Δεδομένα

	Βίαια Video	Χωρίς Βία Video	Means
Άνδρες	7.7 (4.6)	6.2 (3.5)	6.95
Γυναίκες	6.5 (4.2)	5.1 (2.8)	5.80
Means	7.1	5.65	6.375

144

Ευρήματα



145

Τι πρέπει να υπολογιστεί

- Διαφορές εξαιτίας της έκθεσης στα βίντεο
 - Τα βίαια σχετίζονταν με μεγαλύτερη επιθετικότητα σε σχέση με τα βίντεο χωρίς βία
- Διαφορές εξαιτίας του φύλου
 - Άνδρες πιο επιθετικοί από γυναίκες
- Αλληλεπίδραση video και φύλο
 - Τι σημαίνει;
 - Γιατί λέμε ότι όταν έχουμε αλληλεπίδραση δεν ισχύουν οι κύριες επιδράσεις;
 - Η έκθεση σε βίαια βίντεο επηρεάζει με τον ίδιο τρόπο άνδρες και γυναίκες;
- Σφάλμα της μέτρησης
 - Η κατά μέσο όρο διακύμανση εντός των κελιών
- Sum of squares και mean squares
 - Συνολικές διακυμάνσεις και κατά μέσο όρο διακυμάνσεις¹⁴⁶

Συμπεράσματα

- Κύριες επιδράσεις
 - Διαφορές εξαιτίας του video
 - Περισσότερη επιθετικότητα στα βίαια video
 - Διαφορές κατά φύλο
 - Άνδρες πιο επιθετικοί από τις γυναίκες
- Αλληλεπίδραση
 - Δεν υπάρχει
 - Η έκθεση σε διαφορετικά βίντεο έχει την ίδια επίδραση και στους άνδρες και στις γυναίκες.
 - Παράλληλες γραμμές

147

Απλές Επιδράσεις - Simple Effects

- Επιδράσεις μιας ανεξάρτητης μεταβλητής στο ένα από τα επίπεδα της άλλης ανεξάρτητης μεταβλητής.
- Πχ., Διαφορές μεταξύ ανδρών και γυναικών στα βίαια video μόνο, ή μόνο στα video χωρίς βία

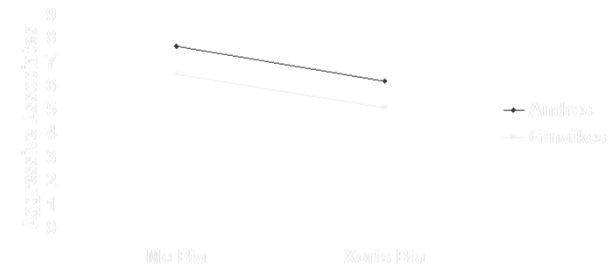
148

Διάγραμμα Αλληλεπίδρασης

- Σχήμα με γραμμές (line graph)
- Κοιτάμε αν οι γραμμές είναι παράλληλες ή όχι
 - Τα video δεν επηρεάζουν διαφορετικά τους άνδρες από τις γυναίκες
- Μή παράλληλες γραμμές δηλώνουν αλληλεπίδραση
 - Ordinal and disordinal interactions (when lines cross)

149

Διάγραμμα Αλληλεπίδρασης



150

Παράδειγμα

- 2 x 2: παρουσία/απουσία φίλου-ης; φύλο
- Εξαρτημένη μεταβλητή: πόνος-άγχος

- 3 μηδενικές υποθέσεις

- Παρουσία συντρόφου δεν επηρεάζει

- $\mu_{\text{present}} = \mu_{\text{absent}}$

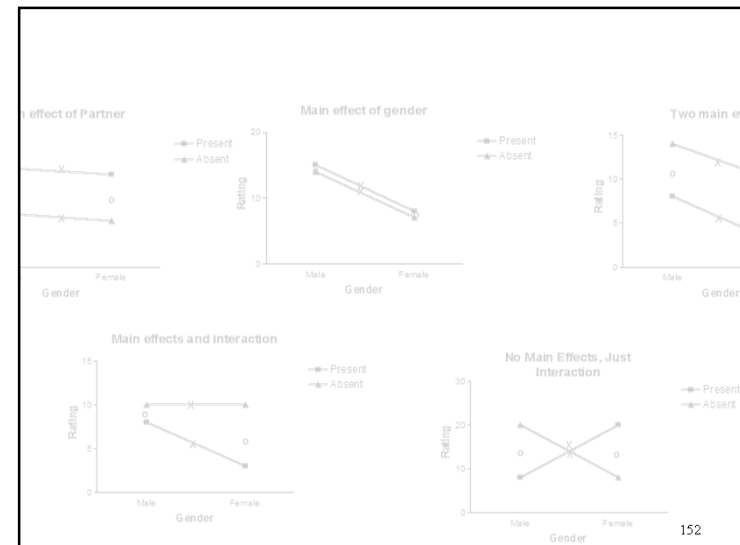
- Το φύλο δεν επηρεάζει

- $\mu_{\text{male}} = \mu_{\text{female}}$

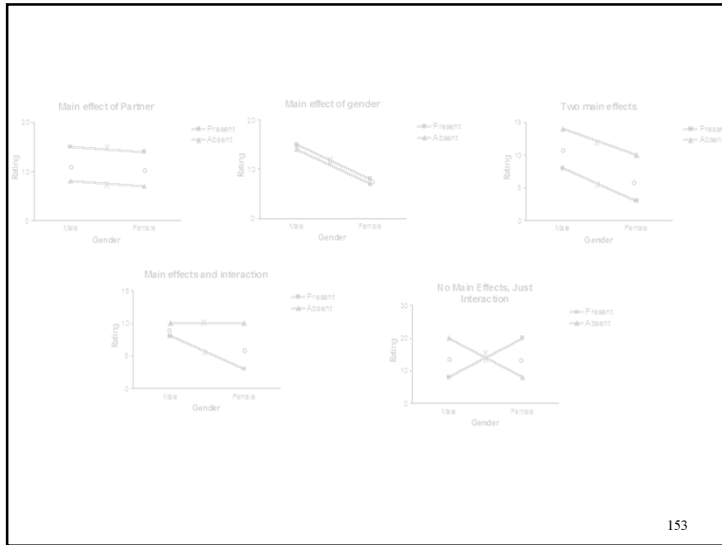
- Δεν υπάρχει αλληλεπίδραση

Η παρουσία ή όχι του συντρόφου δεν σχετίζεται με διαφορετικά επίπεδα πόνου για τα διαφορετικά φύλα
Οι άνδρες δεν έχουν διαφορετικά επίπεδα πόνου από τις γυναίκες, είτε έχουν σύντροφο είτε όχι

151



152



Παράδειγμα

Tests of Between-Subjects Effects

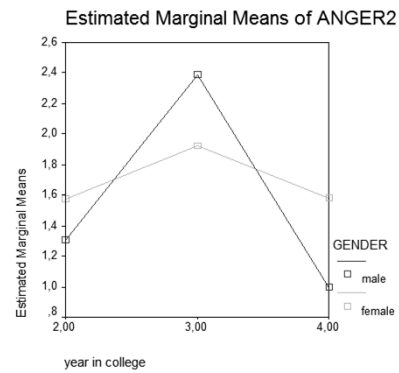
Dependent Variable: ANGER2

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6,815 ^a	5	1,363	2,226	,059
Intercept	105,731	1	105,731	172,699	,000
YEAR	6,727	2	3,364	5,494	,006
GENDER	,161	1	,161	,263	,609
YEAR * GENDER	1,993	2	,997	1,628	,202
Error	54,488	89	,612		
Total	313,111	95			
Corrected Total	61,303	94			

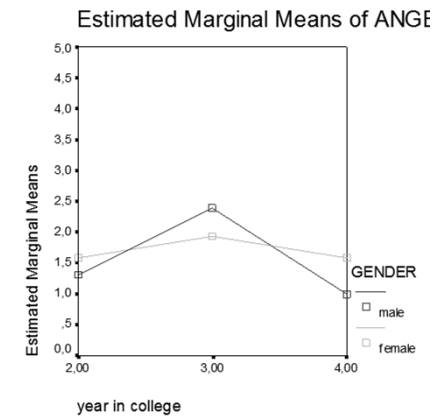
a. R Squared = ,111 (Adjusted R Squared = ,061)

154

Παράδειγμα



Παράδειγμα



Παράδειγμα

Tests of Between-Subjects Effects

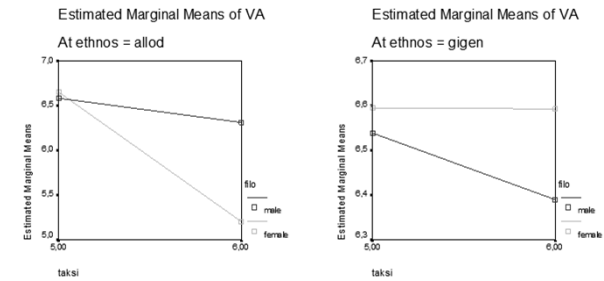
Dependent Variable: VA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	23,352 ^a	7	3,336	4,050	,000
Intercept	5980,418	1	5980,418	7261,046	,000
GENDER	1,432	1	1,432	1,739	,188
ETHNOS	4,340	1	4,340	5,269	,022
GRADE	8,100	1	8,100	9,834	,002
GENDER * ETHNOS	3,934	1	3,934	4,777	,029
GENDER * GRADE	2,459	1	2,459	2,986	,084
ETHNOS * GRADE	5,697	1	5,697	6,917	,009
GENDER * ETHNOS * GRADE	4,070	1	4,070	4,942	,027
Error	602,897	732	,824		
Total	31897,750	740			
Corrected Total	626,250	739			

a. R Squared = ,037 (Adjusted R Squared = ,028)

157

Παράδειγμα



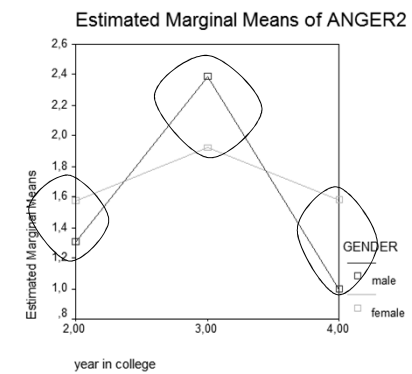
158

Ερωτήσεις

- Ποιός είναι ο ορισμός του παραγοντικού σχεδίου;
- Πόσες ανεξάρτητες μεταβλητές μπορούμε να έχουμε;
 - Πόσα επίπεδα εντός μιας ανεξάρτητης μεταβλητής;
- Πώς διαφέρει η κύρια επίδραση από την αλληλεπίδραση;
- Πώς διαφέρει η κύρια επίδραση από την απλή επίδραση;
- Ποιά απόφαση θα πέρνατε αν τα στατιστικά ευρήματα ήταν ενάντια στα ευρήματα που βλέπουν τα μάτια σας;

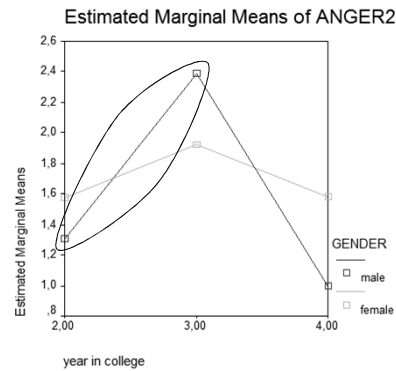
159

Παράδειγμα Κύριων Επιδράσεων



160

Παράδειγμα Απλών Επιδράσεων



161

Πειραματικά Σχέδια Ατόμων N=1

Διάλεξη 6

162

Κριτική Πειραματικών Σχεδίων

- Μετά την παρέμβαση μόνο (Post-test only) – ιστορικές επιδράσεις, ωριμότητα, έλειψη τυχαιότητας, απόσυρση ατόμων, αλληλεπιδράσεις.
- Μία ομάδα, πριν-μετά (Pre-test-Post-test design) – ιστορικές επιδράσεις, ωριμότητα, επιδράσεις της πρώτης μέτρησης, γνώση του τεστ, regression to the mean, αλληλεπιδράσεις.
- Δύο ομάδες, πειραματική-ελέγχου πριν-μετά – γνώση του τεστ, παλινδρόμηση προς το μέσο όρο (regression), χάσιμο περιπτώσεων σε διαφορετικό βαθμό για τις 2 ομάδες.
- Οι 4 ομάδες του Solomon
- Παραγοντικά σχέδια (Factorial designs) – πολυπλοκότητα, αλληλεπιδράσεις επιλογής συμμετεχόντων και ωρίμανσης/ιστορία/μετρήσεις.

163

N=1 Ερευνητικά Σχέδια-Περίγραμμα

Σύγκριση με σχέδια ομάδων

Αιτιακή λογική-λειτουργικές σχέσεις

Βασικό επίπεδο

Τα σχέδια AB, ABA, ABAB, ABCBCB

Το σχέδιο πολλαπλών βασικών επιπέδων (Multiple Baseline Design)

Σχέδιο εναλλακτικών παρεμβάσεων (Alternating Treatments Design)

N=1 Σχέδια

- Ορισμός
- Χρήση μικρού αριθμού συμμετεχόντων, δεδομένα περιγράφονται ξεχωριστά για κάθε συμμετέχοντα και συνήθως χωρίς τη χρήση στατιστικών αναλύσεων

Ιστορική Βάση-Skinner



- B.F. Skinner
 - Εξαρτημένη μάθηση

Ερευνητικό σχέδιο

- Τρία βασικά συστατικά
 - Λειτουργικοί ορισμοί
 - Βασικά επίπεδα (**A**)
 - Παρεμβάσεις (**B**)

Σύγκριση με σχέδια ομάδων

Σε σχέδια ομάδων, ελέγχουμε εναλλακτικές αιτιακές αποδόσεις με το να διαμορφώνουμε πειραματικές και ομάδες ελέγχου κατά τύχη και ελέγχοντας πιθανές εμπλεκόμενες μεταβλητές.

Σε σχέδια n=1, δεν μπορούμε να κατατάξουμε συμμετέχοντες σε διαφορετικές συνθήκες γιατί ο ίδιος συμμετέχων παίρνει μέρος σε όλες τις συνθήκες.

Σχέσεις αιτίας αποτελέσματος

Πάντα – όποτε εφαρμόζεται η παρέμβαση, αλλάζει η συμπεριφορά.

Μόνο – η αλλαγή της συμπεριφοράς συμβαίνει μόνο με την εφαρμογή της παρέμβασης.

Αν και τα 2 ισχύουν τότε ισχυριζόμαστε ότι υπάρχουν σχέσεις αιτίας αποτελέσματος μεταξύ ανεξάρτητης και εξαρτημένης μεταβλητής.

Βασικό επίπεδο

Μας περιγράφει τη συμπεριφορά που μας ενδιαφέρει – όπως και αυτή να μετριέται (συχνότητα, ένταση) – όταν η παρέμβαση απουσιάζει.

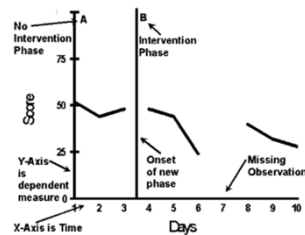
- Πάντα ξεκινάμε μια έρευνα n=1 συλλέγοντας δεδομένα βασικού επιπέδου;
- *Αν το βασικό επίπεδο είναι σταθερό, ξεκινάμε την παρέμβαση.*
- *Αν δεν είναι σταθερό, πρέπει να σταθεροποιηθεί πριν την παρέμβαση.*

Πώς Διαβάζουμε το Σχήμα

Σχήμα

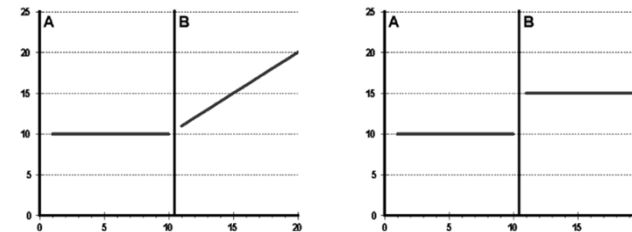
- **Ο Χ άξονας αντιπροσωπεύει χρόνο.** Τα διαστήματα στον Χ άξονα πρέπει να είναι ίσα μεταξύ τους (π.χ., ημέρες, εβδομάδες, ώρες, κλπ)

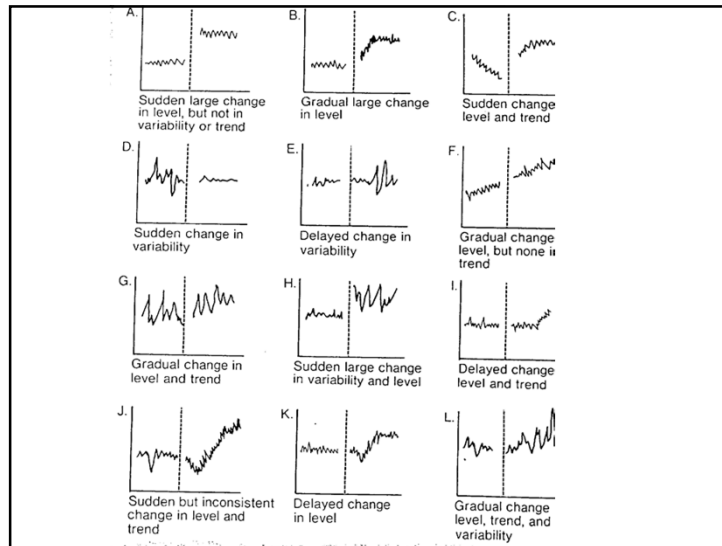
Ο Ψ άξονας έχει πάνω του την εξαρτημένη μεταβλητή. Συνήθως μετριέται με συχνότητα της συμπεριφοράς.



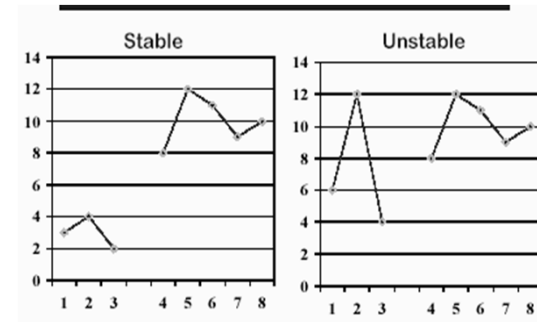
Πιθανά ευρήματα

Αλλαγές στην κατεύθυνση - επίπεδο

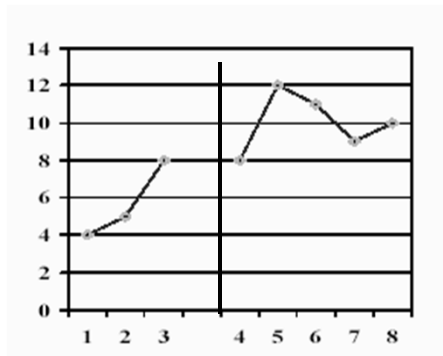




Προβληματικά Επίπεδα;



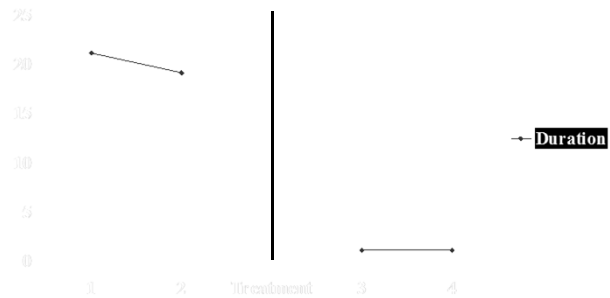
Προβληματικά Επίπεδα;



Phantom Πόνος (A-B)

- Johnson & Fisher, 1996
- Δύσκολη θεραπεία
- Δύσκολο να βρεις συμμετέχοντες
- Μια γυναίκα που χρειάστηκε να της κόψουν και τα 2 πόδια
- Θεραπεία: μετατόπιση της προσοχής

Phantom Πόνος –αποτελέσματα Σας πείθει;



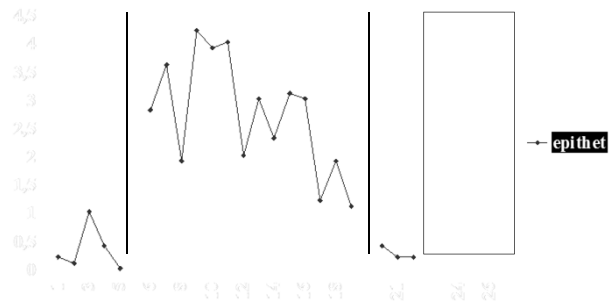
Το Σχέδιο ABA

A = Βασικό επίπεδο; B = παρέμβαση

- A1 – πριν την παρέμβαση
- B1 – παρέμβαση πρώτη φορά
- A2 – δεύτερο βασικό επίπεδο

Αλλάζει η συμπεριφορά συστηματικά με την εφαρμογή της παρέμβασης αλλά και της απόσυρσής της;

Αποτελέσματα

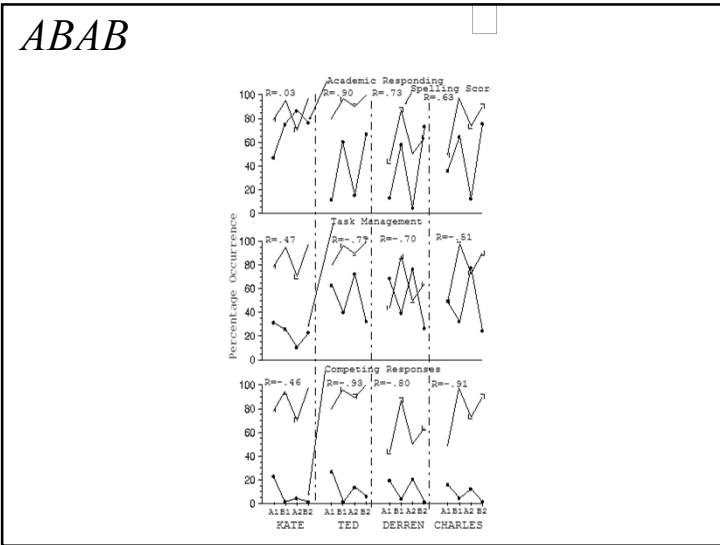
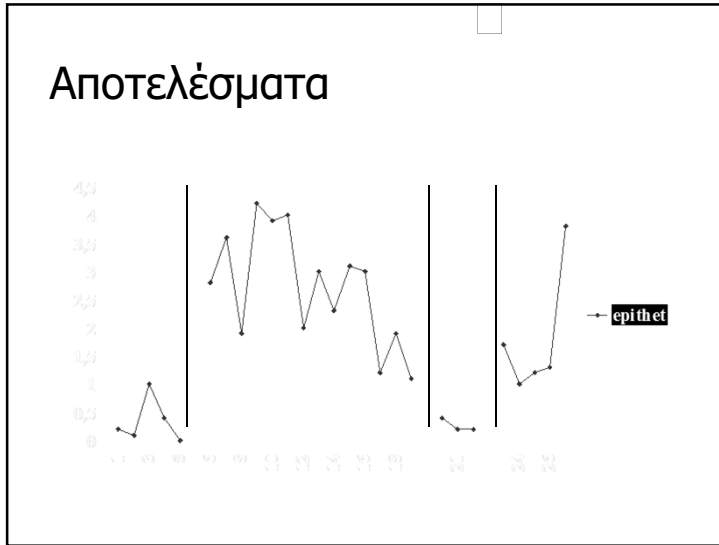


Το Σχέδιο ABAB

A = Βασικό επίπεδο; B = παρέμβαση

- A1 – πριν την παρέμβαση
- B1 – παρέμβαση πρώτη φορά
- A2 – δεύτερο βασικό επίπεδο
- B2 – δεύτερη εφαρμογή της παρέμβασης

Αλλάζει η συμπεριφορά συστηματικά με την εφαρμογή της παρέμβασης αλλά και της απόσυρσής της;



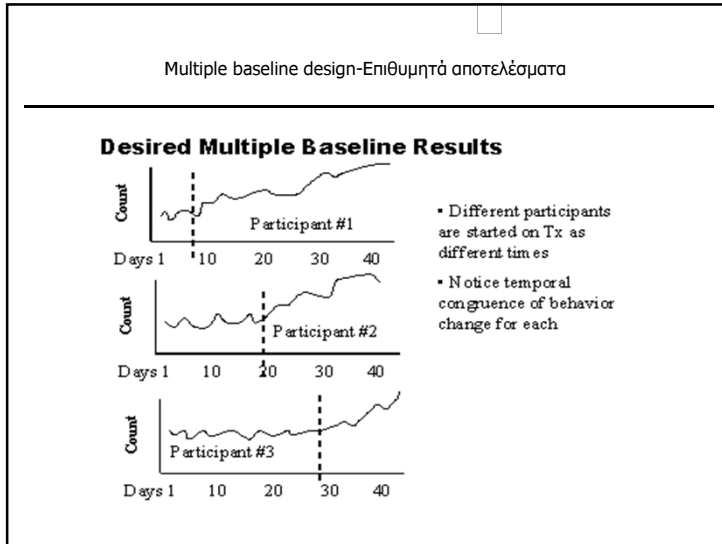
Τι συμβαίνει αν η συμπεριφορά δεν γυρίζει στο βασικό επίπεδο;

- Μόνιμη αλλαγή;
- Επίδραση άλλης ανεξάρτητης μεταβλητής (π.χ., προσοχή);
- Λάθος σχεδιαστικό; (π.χ., ανάγνωση)
- Επανάληψη πειράματος;
- Εφαρμογή άλλου ερευνητικού σχεδίου;

Σχέδιο Πολλαπλών Βασικών Επιπέδων (Multiple baseline design)

Τα διαφορετικά βασικά επίπεδα αφορούν την έναρξη της παρέμβασης που μπορεί να αναφέρεται σε διαφορετικά:

- Άτομα (μια παρέμβαση, μια συμπεριφορά, διαφορετικά άτομα)
- Συμπεριφορές (μια παρέμβαση, ένα άτομο, διαφορετικές συμπεριφορές)
- Καταστάσεις (μια παρέμβαση, ένα άτομο, μια συμπεριφορά, διαφορετικό περιβάλλον)



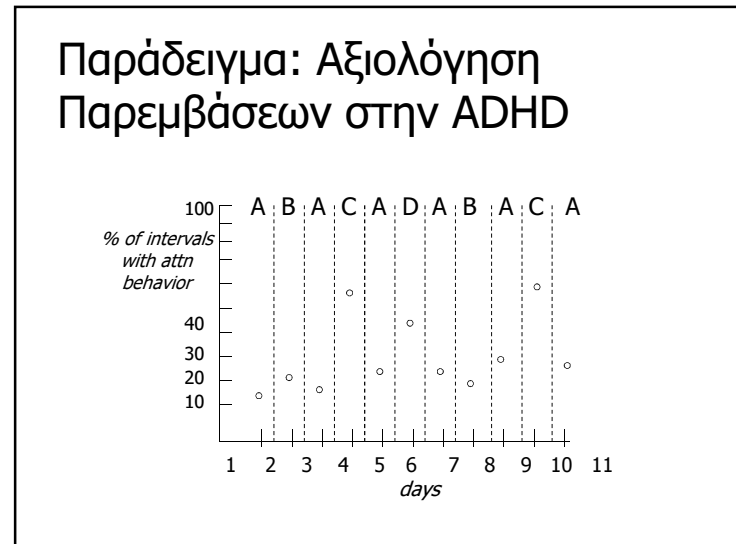
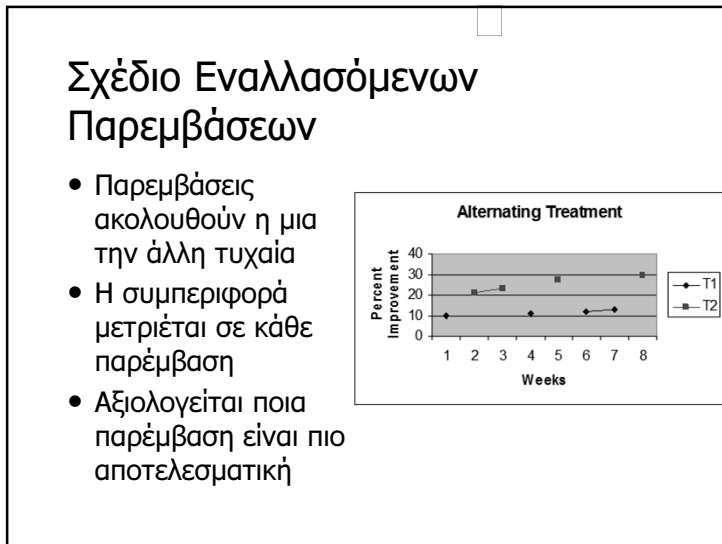
Multiple baseline design - πλεονεκτήματα

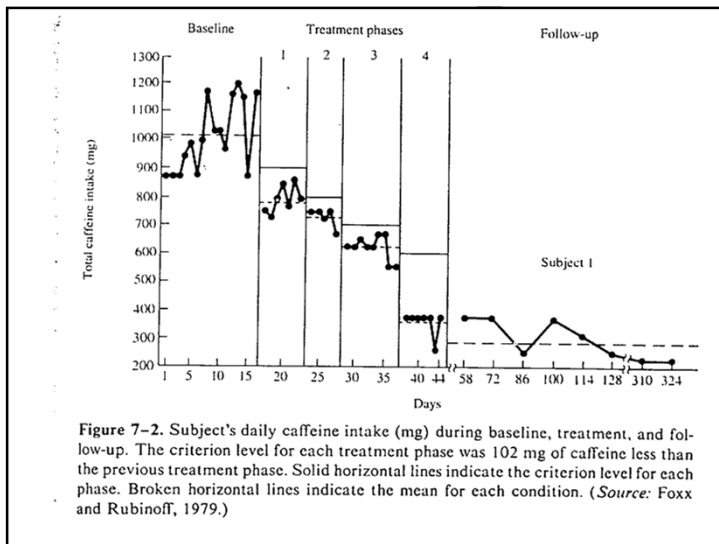
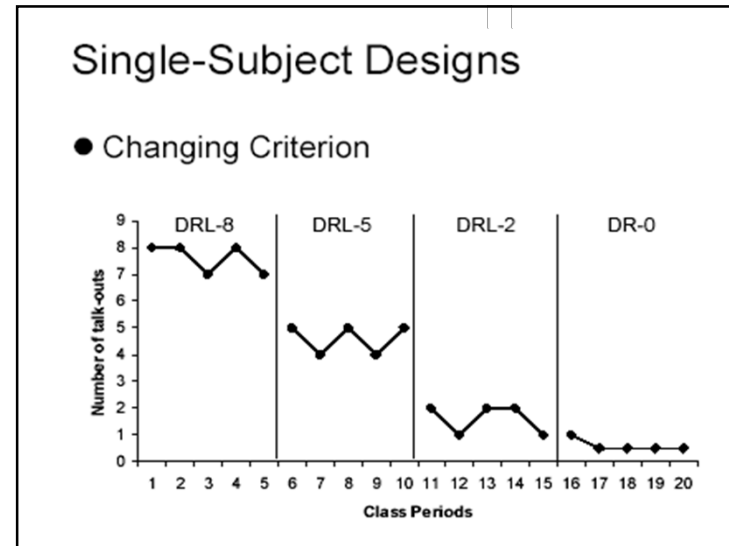
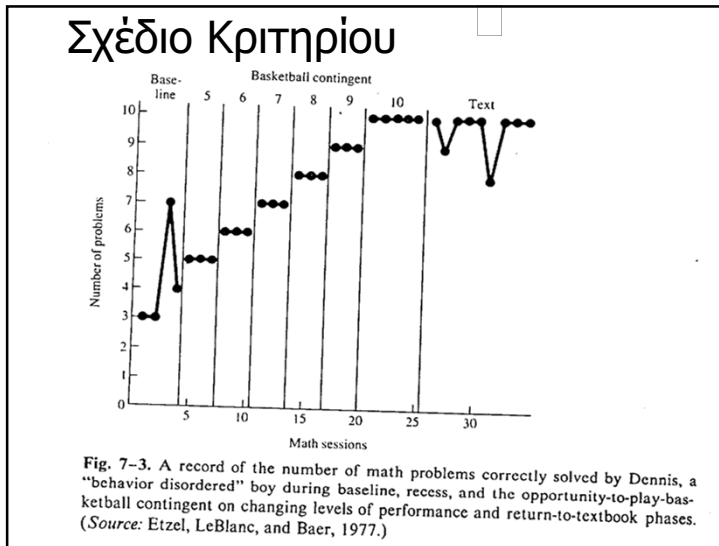
User-friendly γιατί η παρέμβαση εφαρμόζεται σταδιακά

Μή αποτελεσματικές παρεμβάσεις μπορούν να βελτιωθούν πριν εφαρμοστούν στα διαφορετικά επίπεδα.

Δεν επιστρέφουμε σε βασικά επίπεδα (ABAB)

Χρειάζονται τουλάχιστον 2 βασικά επίπεδα αλλά προτιμούνται 3-4.





Ανάλυση

- **Οπτική**
 - Ανοδική τάση
 - Σταθερή τάση-αλλαγή επιπέδου
 - Καθοδική τάση
- **Συμπεράσματα αποτελεσματικής παρέμβασης**
 - Μικρή διακύμανση της συμπεριφοράς κατά την παρέμβαση
 - Τάση, επίπεδο, ή και τα δυο αλλάζουν
 - Επανεφαρμογή της παρέμβασης έχει ως αποτέλεσμα την ίδια αλλαγή της συμπεριφοράς όπως και με την πρώτη εφαρμογή της

Πλεονεκτήματα των Σχεδίων N=1

- Αποφεύγουν προβλήματα μέσου όρου
- Αποφεύγουν προβλήματα τυπικής απόκλισης
- Εφαρμόσιμα σε σπάνιους πληθυσμούς
- Δουλεύουν με το άτομο, όχι με ομαδική συμπεριφορά και ομάδες
- Τα αποτελέσματα είναι ορατά
- Συνήθως δεν χρησιμοποιούνται στατιστικές αναλύσεις
- Αποφεύγονται οι αδύναμες - μη αποτελεσματικές παρεμβάσεις
- Δεν γίνονται σφάλματα Τύπου-I, κλινική σημαντικότητα
- Μπορούν να γίνουν σφάλματα Τύπου-II
- Εύχρηστα
- Αποτελεσματικά ως προς τη θεραπεία συγκεκριμένων συμμετεχόντων χωρίς καμία αμφιβολία
- Μπαίνουν σε μεγάλο βάθος αναφορικά με την ανάλυση και τον έλεγχο της συμπεριφοράς

Μειονεκτήματα των Σχεδίων N=1

- Δύσκολο να εντοπιστούν αιτιακές σχέσεις όταν υπάρχει μεγάλη διακύμανση της συμπεριφοράς
- Δεν υπάρχει ομάδα ελέγχου
- Δεν μπορούν να διαγνωσθούν παρεμβάσης 'μέσης' αποτελεσματικότητας (όχι στατιστική)
- Δεν μπορούν να κοιτάξουν για αλληλεπιδράσεις μεταβλητών
- Είναι πρόβλημα η σειρά, όταν υπάρχουν πολλές παρεμβάσεις που δοκιμάζονται (Counterbalancing)
- Carry over effects
- Η εξαρτημένη μεταβλητή δεν μπορεί να κοιταχτεί ποιοτικά
- Πρόβλημα γενίκευσης
- Ανηθικότητα σε σχέση με τα ερευνητικά σχέδια ομάδων
- Υποκειμενικότητα (π.χ., observer bias, drift, reactivity)
- Έλλειψη πειστικότητας (π.χ., AB, brief phases, μεγάλες διακυμάνσεις ή ατομικές διαφορές του πόσο καλά λειτουργεί η παρέμβαση)
- Κάποια δεν είναι εφαρμόσιμα στην πράξη (π.χ., alternating treatments)

Πρόβλημα στη σειρά

- ABBA:

subject #	treatment
1	ABC!
2	ACB
3	BCA
4	BAC
5	CAB
6	CBA

Μερική Αλλαγή της Σειράς

ABCD
BCDA
CDAB
DABC

Εγκυρότητα & Αξιοπιστία

- **Μεταξύ κριτών αξιοπιστία είναι σημαντική**
- **Εσωτερική εγκυρότητα**
 - Λειτουργικές σχέσεις
 - Προβλήματα περιλαμβάνουν: ιστορικό, μη ελεγχόμενες καταστάσεις του περιβάλλοντος, αλλαγή μεθοδολογίας, προκαταλήψεις κατά την επιλογή των συμμετεχόντων.
- **Εξωτερική εγκυρότητα**
 - Απούσα!

Στατιστική Ανάλυση

- Με προβλήματα...
- Μικρές διαφορές.....ανάγκη στατιστικής
- Μικρές διαφορές....κλινικά ασήμαντες
- Δεν κάνουμε σφάλμα Type I με οπτική ανάλυση
- Εκλεπτισμένες μαθηματικές αναλύσεις

Εγκυρότητα

Διάλεξη 7

Είδη Εγκυρότητας (Validity)

- | | |
|--|--|
| • Εννοιολογική "Construct" validity | • Ταυτόχρονη "Concurrent" validity |
| • Περιεχομένου "Content" validity | • Εξωτερική "External" validity |
| • Συγκλίνουσα "Convergent" validity | • Προβλεπτική "Predictive" validity |
| • Εσωτερική "Internal" validity | • Κριτηρίου "Criterion-related" validity |
| • Στατιστική "Statistical conclusion" validity | • Διακριτική "Discriminant" validity |
| • Μοναδική "Incremental" validity | |
| • Γενικευτική εγκυρότητα-generalization validity (meta analysis with effect sizes) | |

Χαρακτηριστικά Εγκυρότητας

- Εφαρμόζεται σε όλες τις αξιολογήσεις (π.χ., απόδοσης, συμπεριφοράς, κλπ)
- Δεν είναι χαρακτηριστικό του τεστ αλλά μάλλον της σημασίας που δίνουμε στην εξήγηση των αποτελεσμάτων
- Είναι μια διαδικασία που δεν σταματάει.....και παίρνει χρόνο!

Εγκυρότητα Προσώπου

- Στην φαινομενική εγκυρότητα (**face validity**), βλέπουμε αν υπάρχει συνάφεια μεταξύ του τι λέει το τεστ ότι μετράει και τί φαίνεται ότι μετράει....αδύναμη!

Εγκυρότητα Περιεχομένου

- Εγκυρότητα περιεχομένου (Content validity)
 - Ο βαθμός στον οποίο τα μέρη του τεστ (αίτεμ) εκπροσωπούν επάξια όλες τις πιθανές διαστάσεις του φαινομένου που αξιολογείται και σε όλο του το βάθος.

Εγκυρότητα Κριτηρίου

- Εγκυρότητα κριτηρίου (Criterion-related validity)
 - Ο βαθμός στον οποίο οι τιμές ενός τεστ σχετίζονται με τις τιμές κάποιου άλλου τεστ το οποίο θεωρείται κριτήριο ή κάποιο άλλο αντικειμενικό αποτέλεσμα (π.χ., τεστ ικανότητας με επίδοση), διακρίνεται στη συγχρονική και στην προβλεπτική
 - Σύγκριση που γίνεται ταυτόχρονα (συγχρονική-Concurrent validity)
 - Σύγκριση που γίνεται με κριτήριο σε μελλοντικό

Συγχρονική Εγκυρότητα

- Για να έχει ένα τεστ **συγχρονική εγκυρότητα** θα πρέπει οι μετρήσεις του να παρουσιάζουν **σημαντική συσχέτιση** με την πραγματική συμπεριφορά που έχουμε στη διάθεσή μας, **τη στιγμή που γίνεται η μέτρηση.**

Υπολογισμός Συγχρονικής Εγκυρότητας

Οι επιδόσεις σε ένα τεστ επαγγελματικής επίδοσης **συσχετίζονται** σε σημαντικό βαθμό με ένα άλλο κριτήριο επαγγελματικής επίδοσης (π.χ. αξιολόγηση προϊσταμένου, αριθμός πωλήσεων)

Οι επιδόσεις από μια δοκιμασία λεκτικής νοημοσύνης (CVS) θα πρέπει να συσχετίζονται από μια άλλη δοκιμασία λεκτικής νοημοσύνης (Wisc)

Στατιστικό Κριτήριο: Pearson r , πόσο μεγάλο πρέπει να είναι το μέγεθος της

Προβλεπτική Εγκυρότητα

- Για να έχει **προβλεπτική εγκυρότητα** ένα τεστ θα πρέπει οι μετρήσεις του να μπορούν να **προβλέψουν** μια συμπεριφορά που θα εμφανιστεί στο μέλλον.

Προβλεπτική Εγκυρότητα

- Σε μια δοκιμασία ακαδημαϊκής επίδοσης, οι επιδόσεις των μαθητών στο πρώτο έτος παρουσιάζουν **υψηλή συσχέτιση** με τον μέσο όρο βαθμολογίας τους όταν αποφοιτήσουν (SAT).

- **Στατιστικό Κριτήριο: Pearson r**

Εννοιολογική Εγκυρότητα (Construct Validity)

- **Εννοιολογική Εγκυρότητα (Construct validity)**
 - Ενσωμάτωση διαφορετικών μορφών εγκυρότητας για την αξιολόγηση των τιμών που δίνονται και της χρησιμότητάς των
 - Ενσωματώνει πληροφορίες από την εγκυρότητα περιεχομένου, κριτηρίου, διακριτική, συγκλίνουσα, κλπ
 - Αξιολογείται συνήθως με τη χρήση διερευνητικής ή επιβεβαιωτικής ανάλυσης παραγόντων

Συγκλίνουσα/Αποκλίνουσα Εγκυρότητα

- Συγκλίνουσα (Convergent validity)
 - Θετική σχέση με άλλα σχετικά τεστ (π.χ., γνωστικό και σωματικό άγχος)
 - Αρνητική σχέση με τεστ που μετρούν αντίθετα χαρακτηριστικά
- Αποκλίνουσα (Divergent validity)
 - Απουσία σχέσης με άλλα τεστ μη-σχετικού περιεχομένου.

Διακριτική ή Διακρίνουσα Εγκυρότητα

- Διακριτική ή Διακρίνουσα (Discriminant validity)
 - Ικανότητα του τεστ να επαληθευτούν προβλέψεις μεταξύ πληθυσμών.
 - Ικανότητα να 'διακριθούν' ομάδες με διαφορετικά χαρακτηριστικά (π.χ., χαμηλής-υψηλής αυτοεκτίμησης) σε μια δοκιμασία αυτοεκτίμησης.

Στρατηγικές για τη Βελτίωση της Εγκυρότητας Εργαλείων

- Αποφύγετε τη χρήση νέων μετρήσεων που δεν έχουν αρκετές πληροφορίες της ψυχομετρίας τους
- Χρησιμοποιείτε πολλά άιτεμ για τη μέτρηση ενός χαρακτηριστικού
- Χρησιμοποιείτε περισσότερα από ένα τεστ για τη μέτρηση του ίδιου χαρακτηριστικού
- Χρησιμοποιείτε περισσότερους από έναν τρόπους για τη μέτρηση του ίδιου χαρακτηριστικού (π.χ., παρατήρηση, αυτοαναφορά, άλλα πηγές)

Εγκυρότητα

Exploratory Factor Analysis of the Goal Orientation Scale in Study 1.

Variables	Factors			
	1 Mastery	2 Performance	3 Avoidance	4 Positive Social Experiences
Mastery				
(How Important is it to you to...)				
Learn math well	.726			
Solve difficult math exercises	.833			
Know how to solve math exercises	.867			
Understand math	.908			
Become better in math every day	.877			
Do well in math	.904			
Performance				
Not do mistakes in math		.762		
Acquire new knowledge in math	.802			
Avoidance				
(How Important is it to you to...)				
Be excellent in math			.361	
Outperform your classmates in math			.771	
Get the best grade in your class			.707	
Show your family how good you are in math			.694	
Have other students look up on you			.451	
Be pointed out as the best student in math			.787	
Show your classmates how smart you are			.788	
Be the only student to answer teacher's questions			.701	
Finish up in class assignments earlier than mates			.680	
Be the best in math			.716	
Positive Social Experiences				
(How Important is it to you to...)				
Avoid studying math			.713	
Spent little time in math				.699
Have easy math exams			.533	
Not have homework in math			.698	
Have easy homework in math			.751	
Not have to answer difficult math questions in class			.696	
Positive Social Experiences				
(How Important is it to you to...)				
Enjoy solving math problems				.659
Have a good time with your classmates				.742
Hear people saying 'you are a nice kid'				.561
Have good, friendly relations with your classmates				.826

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| - 1. Προσεκτικός-ή | - 21. Δυστυχισμένος-η |
| - 2. Με Φαντασία | - 22. Επιθετικός-η |
| - 3. Αποφασισμένος-ή | - 23. Εκνευρισμένος-η |
| - 4. Ενδιαφέρον | - 24. Χαρούμενος-η |
| - 5. Λυπημένος-η | - 25. Δυναμικός-ή |
| - 6. Τρομαγμένος-η | - 26. Περήφανος-η |
| - 7. Έτοιμος-η για δράση | - 27. Στεναχωρημένος-η |
| - 8. Ενθουσιασμένος-η | - 28. Γεμάτος-η Χαρά |
| - 9. Μαγεμένος-η | - 29. Μόνος-η |
| - 10. Απογοητευμένος-η | - 30. Θυμωμένος-η |
| - 11. Ντροπισμένος-η | - 31. Γενναίος-α |
| - 12. Μπερδεμένος-η | - 32. Αηδισμένος-η |
| - 13. Ευτυχισμένος-η | - 33. Ευχαριστημένος-η |
| - 14. Δυνατός-ή | - 34. Χωρίς Διάθεση |
| - 15. Αγχωμένος-η | - 35. Τολμηρός-η |
| - 16. Ταραμένος-η | - 36. Συννεφιασμένος-η |
| - 17. Ένοχος-η | - 37. Ζωντανός-η |
| - 18. Γεμάτος-η Ζωντάνια | |
| - 19. Φοβισμένος-η | |
| - 20. Ήρεμος-η | |

Υποθέσεις: Ένα Δείγμα Διάλεξη 8

ΤΥΠΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ

$$z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

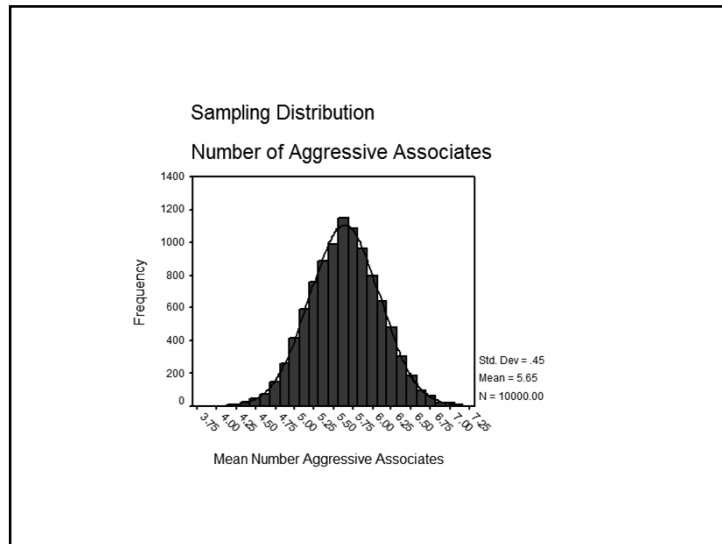
• Τιμές Z

• $X = 50$, $\mu = 100$, $\sigma = 30$, $Z = -1.67$

z	Mean to z	Larger Portion	Smaller Portion
0.000	.0000	.5000	.5000
0.100	.0398	.5398	.4602
0.200	.0793	.5793	.4207
1.000	.3413	.8413	.1587
1.500	.4332	.9332	.0668
1.645	.4500	.9500	.0500
1.960	.4750	.9750	.0250

Παράδειγμα: Τηλεοπτική Βία

- Η έκθεση σε βίαιο περιεχόμενο επηρεάζει την μελλοντική συμπεριφορά;
- 100 συμμετέχοντες είδαν βίντεο με αρκετά βίαιο περιεχόμενο.
- Στη συνέχεια τους παρουσιάστηκαν μια σειρά από λέξεις (επιθετικές και μή) και τους ζητήθηκε η ανάκληση αυτών



Τεστ Υπόθεσης

- $H_0: \mu = 5.65$
- $H_1: \mu \neq 5.65$ (Δίπλευρο τεστ)
- Υπολογισμός της πιθανότητας ο μέσος όρος του δείγματος να είναι = 7.10 (κατά τύχη, όταν $\mu = 5.65$)
- Χρήση τιμών z και της κανονικής κατανομής (αν η κατανομή του δείγματος είναι κανονική και αν γνωρίζουμε την τυπική απόκλιση του πληθυσμού)

Προϋποθέσεις

- Εξαρτημένη μεταβλητή: Συνεχής
- Ανεξαρτησία των παρατηρήσεων

Χρήση τιμών z για εκτίμηση της H_0

- Υπολογισμός Z

$$z = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} = \frac{7.1 - 5.65}{\frac{4.5}{\sqrt{100}}} = \frac{1.45}{.45} = 3.22$$
- Αν $z > \pm 1.96$, απορριψη της H_0
- $3.22 > 1.96$
 - Η διαφορά είναι σημαντική, μεγαλύτερη από ότι θα περιμέναμε από τυχαίους παράγοντες.

Όταν δεν γνωρίζουμε την τυπική απόκλιση του πληθυσμού

- Χρησιμοποιούμε αυτή του δείγματος αλλά ονομάζουμε το τεστ *t αντί για Z*
- Συγκρίνουμε τις τιμές *t* με τιμές από αντίστοιχο πίνακα.

t Τεστ

- Για τον Bushman, $s = 4.40$

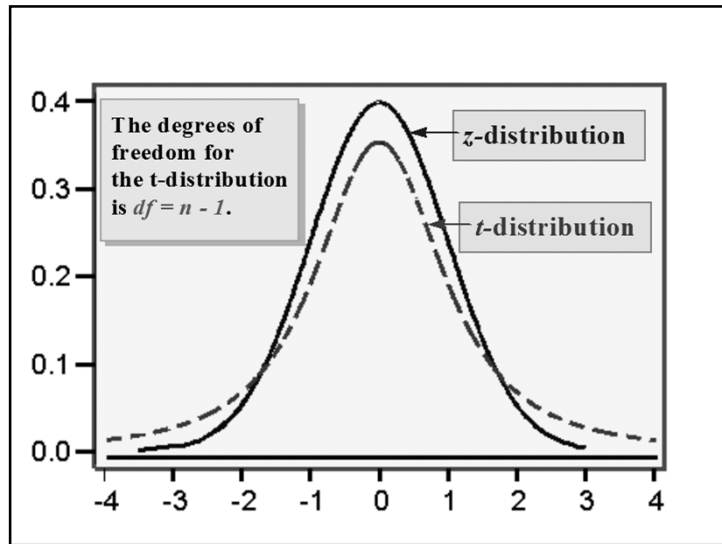
$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{7.1 - 5.65}{\frac{4.40}{\sqrt{100}}} = \frac{1.45}{.44} = 3.30$$

Βαθμοί Ελευθερίας

- Υπολογίζουμε την τιμή του *t* σε σχέση με τον αριθμό ατόμων που έχουμε -1
- $df = n - 1$
- *t* σε σχέση με τους βαθμούς ελευθερίας *df*

Κατανομή *t*

Two-Tailed Significance Level				
<i>df</i>	.10	.05	.02	.01
10	1.812	2.228	2.764	3.169
15	1.753	2.131	2.602	2.947
20	1.725	2.086	2.528	2.845
25	1.708	2.060	2.485	2.787
30	1.697	2.042	2.457	2.750
100	1.660	1.984	2.364	2.626



Συμπεράσματα

- Όταν $n = 100$, $t_{.05\text{κριτικό}}^{99} = 1.98$
- Επειδή $t = 3.30 > 1.98$, απορρίπτουμε την H_0
- Συμπεραίνουμε ότι η έκθεση σε βία προγράμματα προάγει την μνήμη βιαίων λέξεων.

Διαστήματα Εμπιστοσύνης

- Αυτοπεποίθηση που έχουμε για το πόσο πολύ ο μέσος όρος του δείγματος μοιάζει με αυτόν του πληθυσμού ή με άλλα λόγια είναι η πιθανότητα ο μέσος όρος στον πληθυσμό να βρίσκεται μέσα σε αυτό το διάστημα.

$$CI_{.95} = \bar{X} \pm t_{.05} s_{\bar{X}}$$

Για τα δεδομένα μας

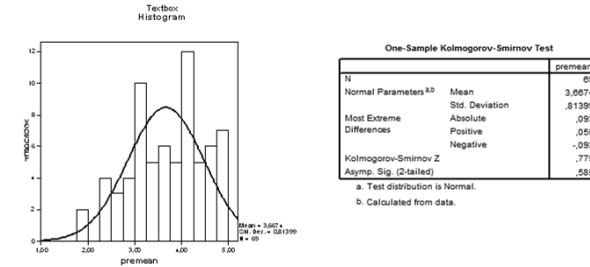
$$\begin{aligned} CI_{.95} &= \bar{X} \pm t_{.025} s_{\bar{X}} \\ &= 7.1 \pm 1.98 \times 0.44 \\ &= 7.1 \pm 0.87 \\ &= 6.23 \leq \mu \leq 7.97 \end{aligned}$$

Τι θα συνέβαινε αν το διάστημα εμπιστοσύνης περιελάμβανε το 5.65; π.χ., $5.64 < \mu < 7.97$

Παράδειγμα στο SPSS

- Εξαρτημένη μεταβλητή: Ποιότητα τραγουδιού στο Fame Story
- Εύρος 1-5
- Ερευνητική ερώτηση: Διαφέρει ο μέσος όρος ποιότητας από το 5 (δηλ. το άριστα).
- Υποθέσεις:
- Μηδενική H_0 = Δεν διαφέρει από το 5 η ποιότητα
- Εναλλακτική H_e = Διαφέρει από το 5 η ποιότητα

Παράδειγμα στο SPSS – Προϋπόθεση



Παράδειγμα στο SPSS – Αποτελέσματα

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
premean	69	3,6674	,81399	,09799

	Test Value = 5				
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference Lower Upper
premean	-13,599	68	,000	-1,33257	-1,5281 -1,1370

Νέο Παράδειγμα: Τα παιδιά λένε την αλήθεια;

- Lie scale RCMAS
- 36 παιδάκια που οι γονείς τους είχαν καρκίνο.
- Μέσος όρος ψεύδους του δείγματος 4.39 και τυπική απόκλιση 2.61. Του πληθυσμού ο μέσος όρος ήταν 3.87 και η τυπική απόκλιση άγνωστη.

Τεστ Υπόθεσης

- $H_0: \mu = 3.87$
- $H_1: \mu \neq 3.87$ (Δίπλευρο τεστ)
- Υπολογισμός της πιθανότητας ο μέσος όρος του δείγματος να είναι = 4.39 (κατά τύχη, όταν $\mu = 3.87$)
- Χρήση τιμών z και της κατανομής t , επειδή δεν γνωρίζουμε την τυπική απόκλιση του πληθυσμού.

Χρήση τιμών t για εκτίμηση της H_0

- Υπολογισμός t

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{N}}} = \frac{4.39 - 3.87}{\frac{2.61}{\sqrt{36}}} = \frac{0.52}{0.435} = 1.20$$

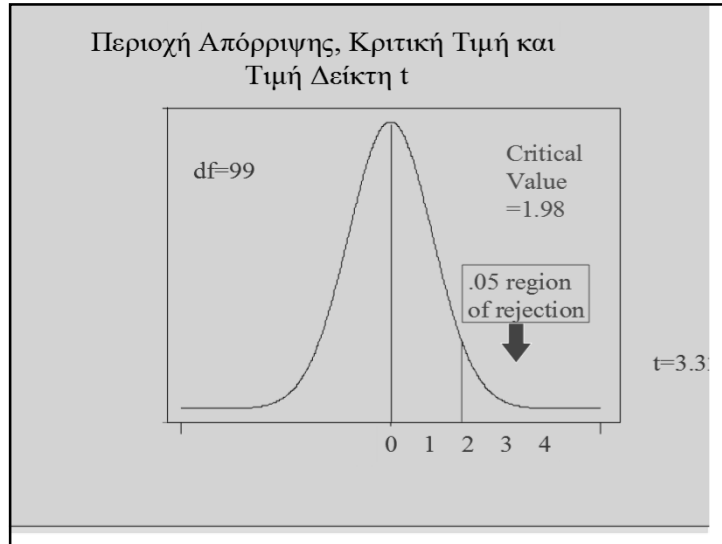
- Αν $t > \pm 2.03$, απόρριψη της H_0
- $1.20 < 2.03$
 - Η διαφορά δεν είναι σημαντική, μικρότερη από ότι θα περιμέναμε αν κάτι συνέβαινε στην πραγματικότητα.
 - Τι θα συνέβαινε αν το μέγεθος του δείγματος ήταν 100;
 - Αν το μέγεθος της τυπικής απόκλισης ήταν ίσο με 1;

Παράγοντες που επηρεάζουν το αν το t θα φτάσει επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας

- Διαφορά μέσων όρων δείγματος και πληθυσμού
- Μέγεθος διασποράς
- Μέγεθος δείγματος
- Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας

Παράγοντες που επηρεάζουν την απόφασή μας

- Επίπεδο α
- Μονόπλευρο ή δίπλευρο τεστ



Υποθέσεις: Δύο Ανεξάρτητα Δείγματα Διάλεξη 9

Σύγκριση 2 μέσων όρων

- Προϋποθέσεις:
 - Πληθυσμοί κατανέμονται κανονικά
 - Περίπου ίσες τυπικές αποκλίσεις
 - Ανεξαρτησία δειγμάτων

Γιατί να το χρησιμοποιήσεις;

- Όταν εξετάζεις διαφορές μεταξύ 2 ομάδων και χρειάζεσαι αντικειμενικά κριτήρια για την εκτίμηση αυτής της διαφοράς.
- Η μέθοδος είναι εύκολη στη χρήση της και παρέχει σταθερά 'robust' αποτελέσματα, ακόμη και όταν οι προϋποθέσεις καταπατώνται.

Πότε να μην τη χρησιμοποιείτε (την ανάλυση) ή με προσοχή

- Όταν καταπατούνται οι προϋποθέσεις.
- Μικρά δείγματα, έλειψη δύναμης του τεστ.
- Μεγάλα δείγματα και υπερβολική 'δύναμη' του τεστ.
- Όταν λείπουν πολλές τιμές (listwise deletion).
- Χαμηλή αξιοπιστία των μετρήσεων.
- Όταν υπάρχει μεγάλη διαφορά στο μέγεθος του δείγματος μεταξύ των 2 ομάδων.
- Όταν δεν την καταλαβαίνεις!

Προγράμματα

- SPSS
- SAS
- Minitab
- Excel
- ...και πολλά περισσότερα!

Μέτρηση των Μεταβλητών

- Συνεχείς μεταβλητές. Κατηγορικές μεταβλητές καταπατούν προϋποθέσεις (π.χ., κανονικότητα)
- Μεταβλητές μπορούν να εκφραστούν σε σταθμισμένη μορφή (π.χ., standard scores, normal curve equivalent scores, etc.)

Έννοιες

- Μέσος όρος
- Τυπική απόκλιση
- Σφάλμα της μέτρησης
- T-statistic
- Βαθμοί ελευθερίας df ($N_1 + N_2 - 2$)
- Κατεύθυνση του τεστ (π.χ., μονόπλευρο)
- Διαστήματα Εμπιστοσύνης (Confidence Intervals) μεταξύ $\mu_1 - \mu_2$. [$CI_{.95} = (\mu_1 - \mu_2) \pm t_{.025} s_{\mu_1 - \mu_2}$]

Βίαια Βίντεο

- Bushman (1998) βίαια βίντεο και επιθετική συμπεριφορά
- Διο ανεξάρτητα δείγματα
 - Βίαια βίντεο σε σύγκριση με εκπαιδευτικά βίντεο
 - Θέλουμε να συγκρίνουμε τους μέσους όρους ανάκλησης βίαιων λέξεων ανάμεσα στις 2 ομάδες

Δεδομένα

Condition	Mean	St. Dev.	Variance	<i>n</i>
Violent video	7.10	4.40	19.36	100
NonViolent video	5.65	3.20	10.24	100

Ανάλυση

- Φόρμουλα

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Τα δεδομένα μας

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} = \frac{7.10 - 5.65}{\sqrt{\frac{19.36}{100} + \frac{10.24}{100}}} = \frac{1.45}{\sqrt{.296}} = \frac{1.45}{.544} = 2.66$$

Βαθμοί Ελευθερίας

- 100 συμμετέχοντες σε κάθε ομάδα.
- Κάθε ομάδα έχει $n - 1 = 100 - 1 = 99$ df
- Συνολικά οι βαθμοί ελευθερίας $df = n_1 + n_2 - 2$

$$100 + 100 - 2 = 198 \text{ } df$$

- $t_{.025\text{κριτικό}}(198) = \pm 1.97$ (περίπου)

Συμπέρασμα

- Αφού το $2.66 > 1.97$, απορρίπτουμε την H_0 .
- Συμπεραίνουμε ότι η έκθεση σε βίαια προγράμματα συνεπάγεται αυξημένη επιθετική συμπεριφορά σε σύγκριση με αυτούς-ες που εκτίθενται σε εκπαιδευτικά βίντεο.

Προϋποθέσεις

- "Ομοιογένεια των διακυμάνσεων"
- Κανονικότητα - 'μικρό το κακό, ανάλογα φυσικά με την απόκλιση'
- Ανεξαρτησία των παρατηρήσεων

Διάστημα Εμπιστοσύνης της Διαφοράς των Μέσων Όρων

$$\begin{aligned} CI_{.95} &= (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) \pm t_{.025} s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} \\ &= (7.1 - 5.65) \pm 1.97 \times \sqrt{.296} \\ &= 1.45 \pm 1.97 \times .544 = 1.45 \pm 1.07 \\ &= 0.38 < \mu < 2.53 \end{aligned}$$

Η διαφορά του 1.45 'παίζει' μεταξύ του .38 και του 2.53 στον πληθυσμό, ή η διαφορά στον πληθυσμό είμαστε κατά 95% σίγουροι ότι κυμαίνεται μεταξύ .38 και 2.53.

Τι θα συνέβαινε αν το μηδέν συμπεριλαμβανόταν στο κατώτερο όριο;

Group Statistics				
GROUP	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
AGGRESS	1.00	100	7.1000	4.4000
	2.00	100	5.6500	3.2000

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
AGGRESS	Equal variances assumed	8.8	.003	2.665	198	.008	1.4500	.5441	-.3771	2.52
	Equal variances not assumed			2.665	181	.008	1.4500	.5441	-.3765	2.52

Υποθέσεις: Συσχετιζόμενα Δείγματα Διάλεξη 10

Συσχετιζόμενα Δείγματα

- Οι ίδιοι συμμετέχοντες παρέχουν δεδομένα σε 2 μεταβλητές
 - Π.χ., πριν και μετά την παρέμβαση
 - Επιθετική συμπεριφορά πριν και μετά τα βίντεο

Ένα παράδειγμα

- Θεραπεία για βιασμό
 - Foa, Rothbaum, Riggs, & Murdock (1991)
- Συμβουλευτική (παρέμβαση)
- post-traumatic stress disorder συμπτώματα πριν και μετά την παρέμβαση.

Therapy for PTSD

	Before	After	Diff.
	21	15	6
	24	15	9
	21	17	4
	26	20	6
	32	17	15
	27	20	7
	21	8	13
	25	19	6
	18	10	8
Mean	23.84	15.67	8.22
St. Dev.	4.20	4.24	3.60

Αποτελέσματα

- Η πειραματική ομάδα είχε μείωση των συμπτωμάτων
- Είναι σημαντική η διαφορά;
 $-r = .64$

t - ΤΕΣΤ

\bar{D} and s_D = μέσος όρος και τυπική απόκλιση της Κατανομής των διαφορών, αντίστοιχα.

$$t = \frac{\bar{D} - \mu}{\frac{s_D}{\sqrt{n}}} = \frac{8.22 - 0}{\frac{3.6}{\sqrt{9}}} = \frac{8.22}{1.2} = 6.85$$

$$df = n - 1 = 9 - 1 = 8$$

t ΤΕΣΤ

- Με 8 df , $t_{.025} = \pm 2.306$
- $t = 6.85$
- Αφού $6.85 > 2.306$, απορρίπτουμε την H_0
- Τα συμπτώματα ήταν σημαντικά λιγότερα μετά τη θεραπεία.
- Η θεραπεία ήταν αποτελεσματική.

$$CI_{.95} = (\bar{D}) \pm t_{.025} * sd / (\sqrt{n}) =$$

$$8.22 + -2.306 * (1.2)$$

$$8.22 + 2.767 = 10.987$$

$$8.22 - 2.767 = 5.453$$

Πλεονέκτημα των συσχετιζόμενων παρατηρήσεων

- Χρειάζεται μικρότερο αριθμό συμμετεχόντων

Μειονεκτήματα

- Order effects – αν υπάρχουν περισσότερες από μια παρεμβάσεις
- Carry-over effects – η δεύτερη μέτρηση είναι λειτουργία της πρώτης (π.χ., μάθηση, εξάσκηση)
- Οι συμμετέχοντες γνωρίζουν στη δεύτερη μέτρηση τι πρόκειται να γίνει-διαδικαστικά
- Διαφορές μπορεί να οφείλονται στο πέρασμα του χρόνου (ωριμότητα, εξέλιξη, κλπ)

Paired Samples Statistics				
	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 POST	15.6667	9	4.2426	1.4142
PRE	23.8889	9	4.1966	1.3989

Paired Samples Correlations			
	N	Correlation	Sig.
Pair 1 POST & PRE	9	.637	.065

Paired Samples Test								
Paired Differences								
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		Sig.		
				Lower	Upper	t		
POST - PRE	-8.2222	3.5978	1.1993	-10.99	-5.46	-6.86	8	.000

Ανάλυση Διακύμανσης

- Πότε;
 - Διαφορές μεταξύ 2 ή περισσότερων ομάδων
 - Για παράδειγμα διαφορές μεταξύ φοιτητών διαφορετικών ετών (1-4) αναφορικά με τις αγχώδεις διαταραχές

Πότε να τη χρησιμοποιείτε με προσοχή ή καθόλου

- Όταν δεν υπάρχει ανεξαρτησία των παρατηρήσεων (π.χ., αντιγραφή).
- Μικρά δείγματα, μικρή δύναμη του τεστ, μικρή αυτοπεποίθηση ότι οι δείκτες αντιπροσωπεύουν τον πληθυσμό.
- Μεγάλα δείγματα, μεγάλη δύναμη του τεστ
- Διαφορετικό πλήθος περιπτώσεων στα δείγματα.
- Μεγάλο αριθμό ομάδων, πολλά τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (adjust alpha for familywise error).

Εξαρτημένη Μεταβλητή

- Συνεχής, μπορεί να είναι και τυποποιημένη/σταθμισμένη.

Προϋποθέσεις

- Κανονικότητα - Normality.
- Ισότητα των διακυμάνσεων - Homogeneity.
- Ανεξαρτησία των παρατηρήσεων - Independence.

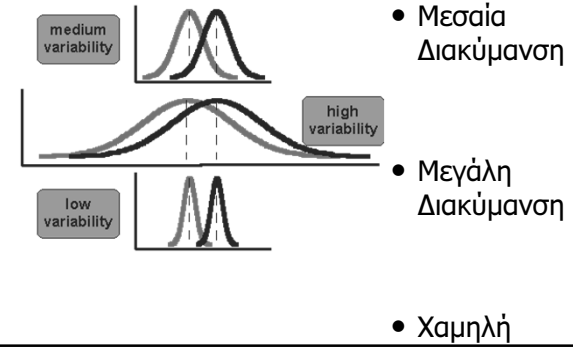
Έννοιες

- SS_{group} , SS_{error} , MS_{group} , MS_{error}
- Βαθμοί ελευθερίας - Degrees of freedom
- F statistic
- Τεστ πολλαπλών συγκρίσεων
- LSD, Bonferroni tests
- Familywise error rate α/c
- Magnitude of effect, η^2

Συνολική διακύμανση χωρίζεται στην διακύμανση 'εντός' των ομάδων και 'μεταξύ' των ομάδων.

<u>Εντός των ομάδων</u> <u>Διακύμανση</u>	<u>Μεταξύ των ομάδων</u> <u>Διακύμανση</u>
Ατομικές Διαφορές	Ατομικές Διαφορές
Σφάλμα της Μέτρησης	Σφάλμα της Μέτρησης
	Επιδράσεις της παρέμβασης ή ανεξάρτητης μεταβλητής

Διακύμανση και Μέσοι Όροι



H0: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$
 H1: τουλάχιστον 2 μέσοι όροι είναι διαφορετικοί

- Συνολική διακύμανση: διαφορές μεταξύ κάθε παρατήρησης και γενικού μέσου όρου

$$s_{\text{total}}^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}$$

Η Συνολική διακύμανση μπορεί να χωριστεί σε 2 είδη: $s_{\text{total}}^2 = s_{\text{within}}^2 + s_{\text{between}}^2$

• Εντός των Ομάδων $s_{\text{within}}^2 = \frac{\sum (x - \bar{x}_i)^2}{n_i}$ $s_{\text{within}}^2 = s_1^2 + s_2^2 + s_3^2 + s_4^2$

• Μεταξύ των Ομάδων $s_{\text{between}}^2 = (\bar{x}_1 - \bar{x})^2 + (\bar{x}_2 - \bar{x})^2 + (\bar{x}_3 - \bar{x})^2 + (\bar{x}_4 - \bar{x})^2$

Ο δείκτης F θα είναι: $F = \frac{s_{\text{between}}^2}{s_{\text{within}}^2}$...και αφού ρυθίσουμε για τον αριθμό των παρατηρήσεων και τον αριθμό των ομάδων (δηλ. τους βαθμούς ελευθερίας, έχουμε: $F_{\text{obs}} = \frac{MS_{\text{B}}}{MS_{\text{W}}}$

• Αν η H0 είναι αληθής τότε, MS-μεταξύ και MS-εντός (MS σφάλμα) είναι περίπου ίδια σε μέγεθος για αυτό και η προσδοκία μας σε αυτή την περίπτωση είναι ότι η τιμή του F είναι 1

• Αν η H0 είναι ψευδής, και οι μέσοι όροι είναι διαφορετικοί μεταξύ τους, τότε το MS-μεταξύ θα είναι μεγαλύτερο από το MS-εντός (σφάλμα) και η προσδοκία μας είναι ότι το $F > 1$

	<u>Control</u>	<u>GM Group</u>	<u>Own Words</u>	
	40	34	12	
	30	75	2	
	11	40	32	
	22	51	5	
	55	72	14	
Mean	31.60	54.40	13.00	33.00
St Dev	16.86	18.50	11.70	22.92

Βήματα

- Προετοιμασία δεδομένων.
- Απουσία απαντήσεων.
- Προϋποθέσεις.
- Τί κάνουμε όταν απουσιάζουν πολλές τιμές;
- Δύναμη του τεστ.
- Προσαρμογή επιπέδου σημαντικότητας για αριθμό συγκρίσεων.
- Τεστ πολλαπλών συγκρίσεων *posthoc*.
- Μέγεθος της επίδρασης, *effect size*.

Περίληψη

- Χρειαζόμαστε δεδομένα από τουλάχιστον 2 δειγματοληπτικές κατανομές.
- Το τεστ εξετάζει το μέγεθος των παρατηρήσιμων διαφορών μεταξύ των ομάδων.
- Η καταπάτηση των προϋποθέσεων δεν φέρνει τόσο δραματικά αποτελέσματα (με εξαίρεση την ανεξαρτησία των παρατηρήσεων).

Παράδειγμα

- Διαφορές;

Παράδειγμα

- Διαφορές; Μεταξύ τάξεων στο άγχος;

Descriptives

rcm	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
4,00	34	1,8758	,28931	,04962	1,7749	1,9768	1,25	2,46
5,00	115	1,7747	,28895	,02788	1,7195	1,8300	1,11	2,50
6,00	138	1,7390	,26970	,02296	1,6936	1,7844	1,04	2,52
Total	287	1,7695	,28623	,01690	1,7363	1,8028	1,04	2,52

Test of Homogeneity of Variances

rcm	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
	1,125	2	284	,326

ANOVA

rcm	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,516	2	,258	3,196	,042
Within Groups	22,916	284	,081		
Total	23,432	286			

Παράδειγμα - Συνέχεια

- Διαφορές; Πού;

Multiple Comparisons

Dependent Variable: rom
Tukey HSD

(I) grade	(J) grade	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
4,00	5,00	-.10111	.05645	.164	-.0295	.2318
	6,00	-.13682*	.05439	.033	-.0087	.2650
5,00	4,00	-.10111	.05645	.164	-.2318	.0295
	6,00	-.03571	.03587	.580	-.0488	.1202
6,00	4,00	-.13682*	.05439	.033	-.2650	-.0087
	5,00	-.03571	.03587	.580	-.1202	.0488

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

Multiple Comparisons

Dependent Variable: rom

	(I) grade	(J) grade	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	4,00	5,00	-.10111	.05645	.164	-.0295	.2318
		6,00	-.13682*	.05439	.033	-.0087	.2650
	5,00	4,00	-.10111	.05645	.164	-.2318	.0295
		6,00	-.03571	.03587	.580	-.0488	.1202
	6,00	4,00	-.13682*	.05439	.033	-.2650	-.0087
		5,00	-.03571	.03587	.580	-.1202	.0488
Scheffe	4,00	5,00	-.10111	.05645	.191	-.0363	.2378
		6,00	-.13682*	.05439	.044	-.0030	.2707
	5,00	4,00	-.10111	.05645	.191	-.2378	.0363
		6,00	-.03571	.03587	.610	-.0525	.1240
	6,00	4,00	-.13682*	.05439	.044	-.2707	-.0030
		5,00	-.03571	.03587	.610	-.1240	.0525

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

rom

Tukey HSD ^a		
grade	N	Subset for alpha = .05
5,00	138	1,7390
5,00	115	1,7747
4,00	34	1,8766
Sig.		.750
		.103

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 66,147.
b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Ανάλυση Παλινδρόμησης

Διάλεξη 11

Πότε;

- Όταν θέλουμε να προβλέψουμε μια μεταβλητή (κριτήριο) από μια ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές.
- Χρησιμες προβλέψεις (π.χ., θάνατος από καρκίνου εξαιτίας καπνίσματος)
- Μέθοδος εύκολη στη χρήση (provides robust estimates), εκτός αν δεν υπάρχει γραμμικότητα.

Πότε να μην χρησιμοποιείται;

- Μικρό εύρος μεταβλητών, π.χ., κλίμακες στάσεων (reducing r).
- Μικρά δείγματα, μικρή δύναμη ελέγχου.
- Μεγάλα δείγματα, μεγάλη δύναμη.
- Απουσία απαντήσεων σε μια από τις 2 μεταβλητές.
- Μη γραμμικότητα.

Προϋποθέσεις

- Γραμμικότητα
- Οι παρατηρήσεις είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους
- Σε όλα τα επίπεδα των δύο μεταβλητών οι τιμές κατανέμονται κανονικά
- Οι διακυμάνσεις είναι περίπου ίδιες και για τις 2 μεταβλητές

Έννοιες

- Συντελεστής συσχέτισης.
- Διάγραμμα σκεδασμού.
- Συνδιακύμανση.
- Γραμμική – μή γραμμική σχέση.
- Σφάλμα της μέτρησης (αποκλίσεις από τη γραμμή πρόβλεψης).
- Εξίσωση παλινδρόμησης.
- B, X, A, Y, Beta, διαστήματα εμπιστοσύνης, coefficient of determination, t-test.

Παράδειγμα

- Κάπνισμα και θάνατος από καρδιακό επεισόδιο.
- Θέλουμε να προβλέψουμε πως ο αριθμός των τσιγάρων μπορεί να προβλέψει τέτοιο αιφνίδιο θάνατο.

Δεδομένα

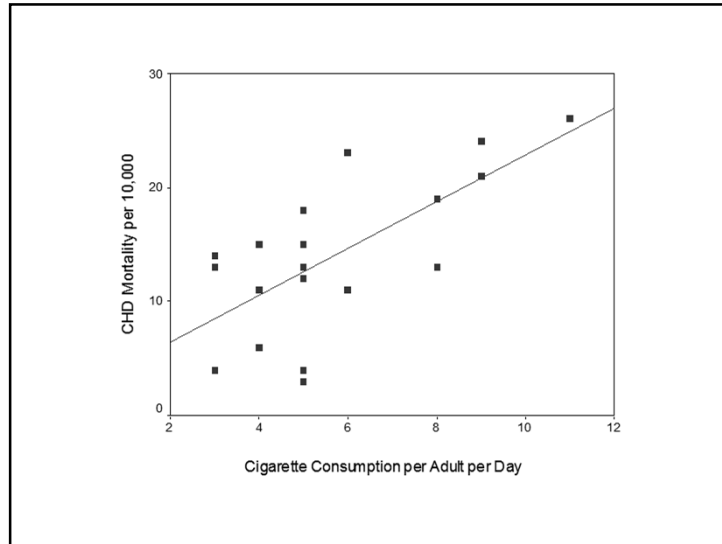
Cigarette Consumption and Coronary Heart Disease Mortality for 21 Countries

Cig.	11	9	9	9	8	8	8	6	6	5	5
CHD	26	21	24	21	19	13	19	11	23	15	13

Cig.	5	5	5	5	4	4	4	3	3	3
CHD	4	18	12	3	11	15	6	13	4	14

Cig. = Cigarettes per adult per day

CHD = Coronary Heart Disease Mortality per 10,000 population



Σχέση;

- Αιτιακή σχέση;
- Πώς αυξάνεται ο αριθμός θανάτων καπνίζοντας ένα παραπάνω τσιγάρο;

Γραμμή Παλινδρόμησης

- Τύπος

$$\hat{Y} = bX + a$$

- \hat{Y} = η προβλεπόμενη τιμή του Y (θανάτου)
- X = συχνότητα καπνίσματος για άτομο χ

Συντελεστές Παλινδρόμησης

- "Συντελεστές - Coefficients" a και b
- b = κλίση (slope)
 - Αλλαγή του Y για μια μονάδα αλλαγής του X.
- a = intercept
 - Τιμή του \hat{Y} όταν το $X = 0$

Υπολογισμοί

- Κλίση

$$b = \frac{\text{COV}_{XY}}{s_X^2}$$

- Σταθερά α (Intercept). Αν το $X=0$ τότε το άλφα ισούται με το \bar{Y}

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

Για τα δεδομένα μας

- $\text{Cov}_{XY} = 11.13$
- $s_X^2 = 2.33^2 = 5.43$
- $b = 11.13/5.43 = 2.04$
- $a = 14.52 - 2.04*5.95 = 2.37$

SPSS Αποτελέσματα

	Coefficients ^a		t	Sig.
	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	
(Constant)	2,37	2,941	,80	,43
Cigarette Consumption per Adult per Day	2,04	,461	,713	4,4

a. Dependent Variable: CHD Mortality per 10,000

Σημείωση:

- Η σταθερά (intercept) = "constant."
- Κλίση = Slope B, β.

Πρόβλεψη

- Αριθμός θανάτων από κατανάλωση 6 τσιγάρων.

$$\hat{Y} = bX + a = 2.04X + 2.37$$

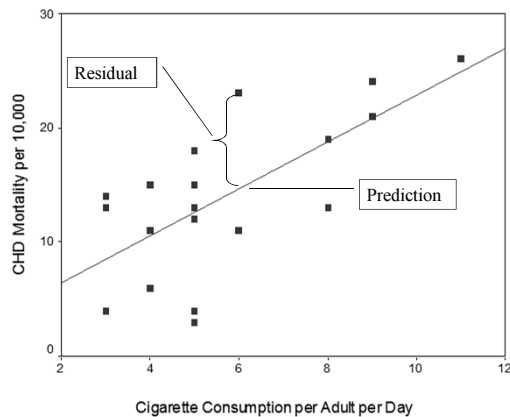
- 14.61 άνθρωποι θανατούν από 12 τσιγάρα; καρδιακό. Από 12 τσιγάρα;

$$\hat{Y} = bX + a = 2.04X + 2.37$$

$$\hat{Y} = 2.04 * 12 + 2.37 = 26.85$$

Ακρίβεια της Πρόβλεψης

- Οι Φιλανδοί καπνίζουν κατά μέσο όρο 6 τσιγάρα την ημέρα
- Προβλέπουμε 14.61 θανάτους/10,000
- Έχουν 23 θανάτους/10,000
- Πέσαμε έξω, το στατιστικό σφάλμα ήταν ("residual") = $23 - 14.61 = 8.39$
 - Μεγάλο σφάλμα



Σφάλμα της Πρόβλεψης

- Υπολειπόμενη διακύμανση (Residual variance)
 - Η διακύμανση της διαφοράς των παρατηρούμενων τιμών από τις προβλεπόμενες

$$s_{Y-\hat{Y}}^2 = \frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{N - 2}$$

- Τυπικό σφάλμα της μέτρησης - Standard error of estimate (επόμενη σελίδα)

– Η τυπική απόκλιση των προβλεπόμενων τιμών

Τυπικό Σφάλμα της Μέτρησης - Standard Error of Estimate

$$s_{Y-\hat{Y}} = \sqrt{\frac{\sum(Y - \hat{Y})^2}{N - 2}}$$

- Αξιολογεί την ακρίβεια της πρόβλεψης
 - Όσο πιο μικρό τόσο καλύτερα....

r^2 as % Ποσοστό Εξήγησης της Διακύμανσης

Για τα δεδομένα μας

- $r = .713$
- $r^2 = .713^2 = .508$
- Περίπου 50% της διακύμανσης των θανάτων «οφείλεται» (σχετίζεται) με το κάπνισμα.
- *Από το 100% του φαινομένου του θανάτου, το περίπου 50% φαίνεται να εξηγείται μόνο από το κάπνισμα*

Υποθέσεις – Κλίση και Intercept

- t test.

	Coefficients ^a				
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
(Constant)	2,37	2,941		,80	,43
Cigarette Consumption per Adult per Day	2,04	,461	,713	4,4	,00

a. Dependent Variable: CHD Mortality per 10,000

Αποτελέσματα

- Τι σημαίνει να μην είναι σημαντική η κλίση;
- Σημαντική κλίση σημαίνει καλή πρόβλεψη;

Βήματα πριν την ανάλυση

- Καθαρίστε τα δεδομένα.
- Προϋποθέσεις – γραμμικότητα, αυτοσυσχέτιση, κανονικότητα, ίσες διακυμάνσεις.
- Δύναμη του ελέγχου.

Κανονικότητα

- 1 δείγμα K-S

		caremoth
N		55
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	3,2333
	Std. Deviation	,46354
Most Extreme Differences	Absolute	,120
	Positive	,120
	Negative	-,120
Kolmogorov-Smirnov Z		,893
Asymp. Sig. (2-tailed)		,403

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.

		perfa
N		70
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	3,9048
	Std. Deviation	1,02016
Most Extreme Differences	Absolute	,163
	Positive	,109
	Negative	-,163
Kolmogorov-Smirnov Z		1,362
Asymp. Sig. (2-tailed)		,049

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.

Ερωτήσεις

- Πώς διαφέρει η συσχέτιση από την παλινδρόμηση;
- Αν η κλίση είναι από αριστερά πάνω προς τα δεξιά κάτω τι πρόσημο έχει ο συντελεστής συσχέτισης r ?
- Γιατί λέμε του \hat{Y} υπόλοιπο; residual
- Τι σημαίνει ένα $r^2 = \%$
- Αν η κλίση είναι σημαντική, πώς είναι η σχέση;
- Αν η κλίση δεν είναι σημαντική πώς είναι η πρόβλεψη;

Πρόβλεψη για πολλές μεταβλητές

Προβλεπτική εξίσωση για πολλές μεταβλητές:

$$Y' = \alpha + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_4x_4 + \dots + \beta_nx_n$$

Προϋποθέσεις

- Γραμμικότητα
- Οι παρατηρήσεις είναι ανεξάρτητες
- Οι μεταβλητές κατανομονται κανονικά
- Οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν ίσες διακυμάνσεις

Προβλημάτκια

- Μεγάλες συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών (multicollinearity). Παράδειγμα: $r_{x_1, x_2} = .58$, $r_{x_2, y} = .45$, Multiple $r_{x_1, x_2} = .46$.
- Πώς το αξιολογούμε; Variable Inflation Factor (VIF). Tolerance = $1/VIF$ Αν η τιμή στο tolerance είναι μικρότερη από 1-Rsq τότε έχουμε πολυμεταβλητότητα (multicollinearity)
- Τι κάνουμε; (α) συνδυάζουμε μεταβλητές, (β) μείωση μεταβλητών χρησιμοποιώντας EFA, (γ) πετάμε τη μία, (δ) χρησιμοποιούμε άλλου είδους μοντέλα (Ridge regression)

Προβλημάτκια- multicollinearity

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.310 ^a	.096	.018	.82792

a. Predictors: (Constant), overfath, caremoth, overmoth, carefath

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3,253	4	.813	1,223	.314 ^a
	Residual	31,530	46	.685		
	Total	34,883	50			

a. Predictors: (Constant), overfath, caremoth, overmoth, carefath

b. Dependent Variable: kafetsios avoidance attachment

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta				Tolerance	VIF
1	(Constant)	4,045	1,298			3,115	.003		
	caremoth	.208	.344	.113		.604	.549	.560	1,786
	overmoth	-.248	.283	-.159		-.878	.385	.599	1,668
	carefath	-.429	.232	-.352		-1,852	.071	.544	1,838
	overfath	-.096	.235	-.075		-.409	.685	.586	1,707

a. Dependent Variable: kafetsios avoidance attachment

Προβληματάκια

- Τιμές που επηρεάζουν πολύ: Cook's distance > 1
- Δύναμη του τεστ: Αν η προβλεπτική εξίσωση μπορεί να γενικευθεί ($n = 15$ για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή αν $r = .5$, Park & Dudycha, 1974).

Αντιμετώπιση Έλλειψης Δύναμης - Stevens

- Μεγαλύτερο άλφα
- Μονόπλευρο τεστ
- Μείωση της συνολικής διακύμανσης για αύξηση της εξήγησης και μείωση του σφάλματος, π.χ., ανάλυση εντός των ανδρών μόνο.
- Εφαρμογή της παρέμβασης για αρκετό χρονικό διάστημα – μάλλον αύξηση της επίδρασης θα επέλθει.
- Βελτίωση της αξιοπιστίας των μετρήσεων (Σιδερίδης)
- Εξάλειψη ακραίων τιμών (Σιδερίδης)
- Χρήση των effect sizes

Προβληματάκια

- Μέθοδος ανάλυσης: Όλες μαζί οι μεταβλητές
- Ή
- Ιεραρχικά
- ή
- Stepwise, backward, forward, etc.

Ιεραρχική Ανάλυση

Model Summary ^a									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	R Square Change	Change Statistics			
						F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.143 ^a	.020	.000	.89509	.020	1,021	1	49	.317
2	.295 ^b	.087	.049	.81446	.067	3,514	1	48	.067
3	.298 ^c	.089	.031	.82230	.002	.089	1	47	.767

a. Predictors: (Constant), overmoth

b. Predictors: (Constant), overmoth, carefath

c. Predictors: (Constant), overmoth, carefath, overfath

d. Dependent Variable: kaletsios avoidance attachment

ANOVA ^a					
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	.712	1	.712	1,021	.317 ^a
	Regression	34,171	49	.697	
	Residual	34,883	50		
2	3,043	2	1,521	2,294	.113 ^b
	Regression	31,840	49	.663	
	Residual	34,883	50		
3	3,163	3	1,034	1,530	.199 ^c
	Regression	31,780	47	.676	
	Residual	34,883	50		

a. Predictors: (Constant), overmoth

b. Predictors: (Constant), overmoth, carefath

c. Predictors: (Constant), overmoth, carefath, overfath

d. Dependent Variable: kaletsios avoidance attachment

Coefficients ^a							
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.
		B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	3,228	.493			6.550	.000
	overmoth	-.223	.221	-.143		-1.011	.317
2	(Constant)	4,445	.808			5.502	.000
	overmoth	-.253	.226	-.226		-1.558	.136
	carefath	-.331	.177	-.271		-1.874	.067
3	(Constant)	4,583	.938			4.885	.000
	overmoth	-.318	.257	-.203		-1.236	.223
	carefath	-.354	.184	-.290		-1.924	.074
	overfath	-.088	.229	-.053		-.288	.767

a. Dependent Variable: kaletsios avoidance attachment

Ταυτόχρονη Μέθοδος

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.584 ^a	.341	.301	.66676

a. Predictors: (Constant), perfa, map, mav, perfo

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	14,982	4	3,746	8,425	,000 ^b
	Residual	28,897	65	,445		
	Total	43,879	69			

a. Predictors: (Constant), perfa, map, mav, perfo

b. Dependent Variable: ought

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.
		B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	2,311	,404			5,723	,000
	map	-,054	,064	-,087		-,844	,402
	mav	,288	,082	,383		3,515	,001
	perfo	-,045	,112	-,052		-,397	,693
	perfa	,274	,108	,351		2,538	,014

a. Dependent Variable: ought

Απλή και Παραγοντική Ανάλυση Διακύμανσης

Διάλεξη 12



Απλή Ανάλυση Διακύμανσης

- Πότε;
 - Διαφορές μεταξύ 2 ή περισσότερων ομάδων
 - Για παράδειγμα διαφορές μεταξύ φοιτητών διαφορετικών ετών (1-4) αναφορικά με τις αγχώδεις διαταραχές

Πότε να τη χρησιμοποιείτε με προσοχή ή καθόλου

- Όταν δεν υπάρχει ανεξαρτησία των παρατηρήσεων (π.χ., αντιγραφή).
- Μικρά δείγματα, μικρή δύναμη του τεστ, μικρή αυτοπεποίθηση ότι οι δείκτες αντιπροσωπεύουν τον πληθυσμό.
- Μεγάδα δείγματα, μεγάλη δύναμη του τεστ
- Διαφορετικό πλήθος περιπτώσεων στα δείγματα.
- Μεγάλο αριθμό ομάδων, πολλά τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (adjust alpha for familywise error).

Εξαρτημένη Μεταβλητή

- Συνεχής, μπορεί να είναι και σταθμισμένη.

Προϋποθέσεις

- Κανονικότητα - Normality.
- Ισότητα των διακυμάνσεων - Homogeneity.
- Ανεξαρτητήσια των παρατηρήσεων - Independence.

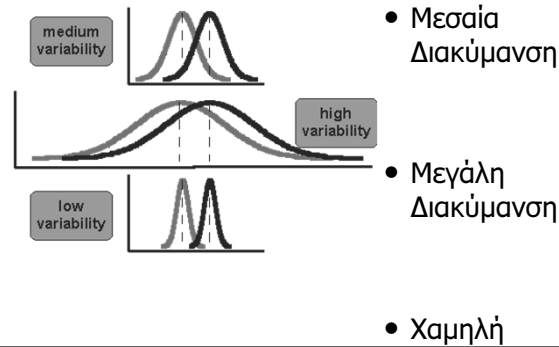
Έννοιες

- SS_{group} , SS_{error} , MS_{group} , MS_{error}
- Βαθμοί ελευθερίας - Degrees of freedom
- F statistic
- Τεστ πολλαπλών συγκρίσεων
- LSD, Bonferroni tests
- Familywise error rate συγκρίσεις* α
- Bonferroni προσαρμογή συγκρίσεις/ α
- Magnitude of effect, η^2

Συνολική διακύμανση χωρίζεται στην διακύμανση 'εντός' των ομάδων και 'μεταξύ' των ομάδων.

<u>Εντός των ομάδων</u> <u>Διακύμανση</u>	<u>Μεταξύ των ομάδων</u> <u>Διακύμανση</u>
Ατομικές Διαφορές	Ατομικές Διαφορές
Σφάλμα της Μέτρησης	Σφάλμα της Μέτρησης
	Επιδράσεις της παρέμβασης

Διακύμανση και Μέσοι Όροι



H0: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$
 H1: τουλάχιστον 2 μέσοι όροι είναι διαφορετικοί

- Συνολική διακύμανση: διαφορές μεταξύ κάθε παρατήρησης και γενικού μέσου όρου

$$s_{\text{total}}^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}$$

Η Συνολική διακύμανση μπορεί να χωριστεί σε 2 είδη: $s_{\text{total}}^2 = s_{\text{within}}^2 + s_{\text{between}}^2$

• Εντός των Ομάδων $s_1^2 = \frac{\sum (x - \bar{x}_1)^2}{n_1}$ $s_{\text{within}}^2 = s_1^2 + s_2^2 + s_3^2 + s_4^2$

• Μεταξύ των Ομάδων $s_{\text{between}}^2 = (\bar{x}_1 - \bar{x})^2 + (\bar{x}_2 - \bar{x})^2 + (\bar{x}_3 - \bar{x})^2 + (\bar{x}_4 - \bar{x})^2$

Ο δείκτης F θα είναι: $F = \frac{s_{\text{between}}^2}{s_{\text{within}}^2}$...και αφού ρυθμίσουμε για τον αριθμό των παρατηρήσεων και τον αριθμό των ομάδων (δηλ. του βαθμούς ελευθερίας, έχουμε: $F_{\text{adj}} = \frac{MS_B}{MS_W}$

*Αν η H0 είναι αληθής τότε, MS-μεταξύ και MS-εντός (MS σφάλμα) είναι περίπου ίδια σε μέγεθος για αυτό και η προσδοκία μας σε αυτή την περίπτωση είναι ότι η τιμή του F είναι 1
 *Αν η H0 είναι ψευδής, και οι μέσοι όροι είναι διαφορετικοί μεταξύ τους, τότε το MS-μεταξύ θα είναι μεγαλύτερο από το MS-εντός (σφάλμα) και η προσδοκία μας είναι ότι το $F > 1$

	<u>Control</u>	<u>GM Group</u>	<u>Own Words</u>	
	40	34	12	
	30	75	2	
	11	40	32	
	22	51	5	
	55	72	14	
Mean	31.60	54.40	13.00	33.00
St Dev	16.86	18.50	11.70	22.92

Βήματα

- Προετοιμασία δεδομένων.
- Απουσία απαντήσεων - Scan for missing data or errors in the database.
- Προϋποθέσεις - Run tests for assumptions.
- Τι κάνουμε όταν απουσιάζουν πολλές τιμές; Decide on the treatment of missing values.
- Δύναμη του τεστ.
- Προσαρμογή επιπέδου σημαντικότητας - Adjust alpha depending on the number of comparisons.
- Τεστ πολλαπλών συγκρίσεων - Decide on multiple comparison procedure.
- Decide on the use of 'magnitude of effect measures'.

Περίληψη

- Χρειαζόμαστε δεδομένα από τουλάχιστον 2 δειγματοληπτικές κατανομές.
- Το τεστ εξετάζει το μέγεθος των παρατηρήσιμων διαφορών μεταξύ των ομάδων.
- Η καταπάτηση των προϋποθέσεων δεν φέρνει τόσο δραματικά αποτελέσματα (με εξαίρεση την ανεξαρτησία των παρατηρήσεων).

Παράδειγμα

- Διαφορές;

Τεστ Πολλαπλών Συγκρίσεων

- Πόσα υπάρχουν;

Παραγοντική Ανάλυση Διακύμανσης

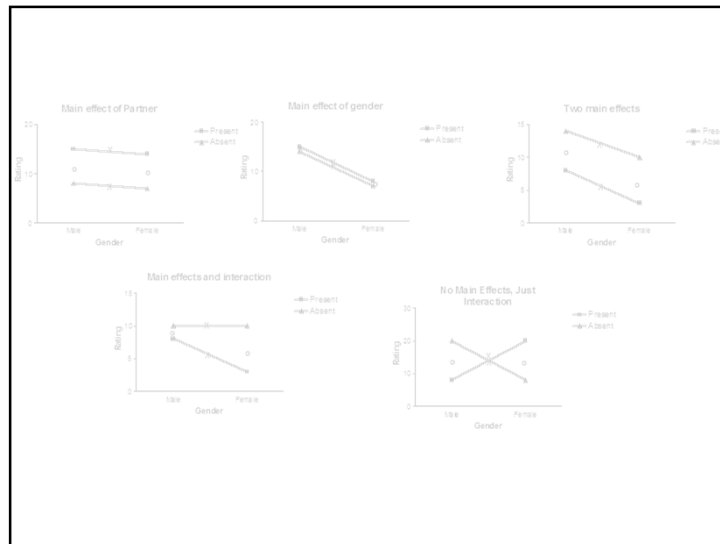
- Όταν διερευνούμε:
 - Τις επιδράσεις 2 ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών.
 - Για παράδειγμα, όταν θέλουμε να δούμε πώς η κούραση και η διέγερση επηρεάζουν τη μνήμη.
 - Πόσες μεταβλητές; Πόσα επίπεδα;

Τί σημαίνει παραγοντικό;

- Σειρές X Στήλες
- Τουλάχιστον 2 ανεξάρτητες μεταβλητές
- Όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί των μεταβλητών πρέπει να έχουν παρατηρήσεις
- Κελιά

Παράδειγμα

- 2 x 2: παρουσία/απουσία φίλου-ης; φύλο
- Εξαρτημένη μεταβλητή: πόνος-άγχος
- 3 μηδενικές υποθέσεις
 - Παρουσία συντρόφου δεν επηρεάζει
 - $\mu_{\text{present}} = \mu_{\text{absent}}$
 - Το φύλο δεν επηρεάζει
 - $\mu_{\text{male}} = \mu_{\text{female}}$
 - Δεν υπάρχει αλληλεπίδραση
 - Η παρουσία ή όχι του συντρόφου δεν σχετίζεται με διαφορετικά επίπεδα πόνου για τα διαφορετικά φύλα
 - Οι άνδρες δεν έχουν διαφορετικά επίπεδα πόνου από τις γυναίκες, είτε έχουν σύντροφο είτε όχι



Παράδειγμα

- Bushman μελέτη
 - Δύο ανεξάρτητες μεταβλητές
 - 2 είδη video
 - Άνδρες - γυναίκες

2 X 2 Παραγοντικό Σχέδιο (Factorial)

	Βία Video	Χωρίς Βία Video
Άνδρες		
Γυναίκες		

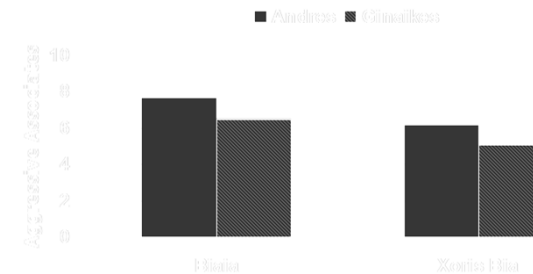
Παράδειγμα - συνέχεια

- Bushman μελέτη
- Εξαρτημένη μεταβλητή = αριθμός επιθετικών συμπεριφορών
- 50 άτομα σε κάθε κελί
- Ας δούμε means και st. dev.

Δεδομένα

	Βία Video	Χωρίς Βία Video	Means
Άνδρες	7.7 (4.6)	6.2 (3.5)	6.95
Γυναίκες	6.5 (4.2)	5.1 (2.8)	5.80
Means	7.1	5.65	6.375

Ευρήματα



Τι πρέπει να υπολογιστεί

- Διαφορές εξαιτίας της έκθεσης στα βίντεο
 - Τα βίαια σχετίζονταν με μεγαλύτερη επιθετικότητα σε σχέση με τα βίντεο χωρίς βία
- Διαφορές εξαιτίας του φύλου
 - Άνδρες πιο επιθετικοί από γυναίκες
- Αλληλεπίδραση video και φύλο
 - Τι σημαίνει;
 - Γιατί λέμε ότι όταν έχουμε αλληλεπίδραση δεν ισχύουν οι κύριες επιδράσεις;
 - Η έκθεση σε βίαια βίντεο επηρεάζει με τον ίδιο τρόπο άνδρες και γυναίκες;
- Σφάλμα της μέτρησης
 - Η κατά μέσο όρο διακύμανση εντός των κελιών
- Sum of squares και mean squares
 - Συνολικές διακυμάνσεις και κατά μέσο όρο διακυμάνσεις

Έννοιες

- SS_{group} , SS_{error} , $SS_{\text{interaction}}$, MS_{group} , MS_{error}
- Βαθμοί ελευθερίας
- F statistic
- Τεστ πολλαπλών συγκρίσεων
- LSD, Bonferroni tests
- Familywise error rate $c \cdot \alpha$
- Κύριες επιδράσεις (main effects)
- Απλές επιδράσεις (simple effects)
- Αλληλεπιδράσεις (interaction, εξήγησή τους)
- Εναλλακτικές προσεγγίσεις, η^2 , Omega squared

Υπολογισμοί

- Συνολικά sum of squares

$$SS_{\text{total}} = \sum (X - \bar{X}_{..})^2$$

- Κύριες επίδρασης sum of squares

$$SS_{\text{video}} = ng \sum (\bar{X}_V - \bar{X}_{..})^2$$

$$SS_{\text{gender}} = nv \sum (\bar{X}_G - \bar{X}_{..})^2$$

Υπολογισμοί-συνέχεια

- Αλληλεπίδρασης sum of squares
 - Calculate SS_{cells} and subtract SS_V and SS_G

$$SS_{\text{cells}} = n \sum (\bar{X}_{ij} - \bar{X}_{..})^2$$

- $SS_{\text{error}} = SS_{\text{total}} - SS_{\text{cells}}$
 - or, MS_{error} can be found as average of cell variances

Βαθμοί Ελευθερίας - Degrees of Freedom

- df κυρίων επιδράσεων = αριθμός επιπέδων - 1
- df της αλληλεπίδρασης = γινόμενο των $df_{\text{main effects}}$
- df σφάλματος = N - # cells
- $df_{\text{total}} = N - 1$

Πίνακας Αποτελεσμάτων

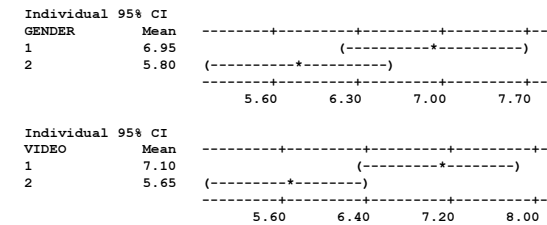
Source	df	SS	MS	F
Video	1	105.125	105.125	7.14
Gender	1	66.125	66.125	4.49
VXG	1	0.125	0.125	.01
Error	196	2885.610	14.723	
Total	199	3056.980		

Πίνακας Αποτελεσμάτων

● Analysis of Variance for AGGASSOC

Source	DF	SS	MS	F	P
● GENDER	1	66.1	66.1	4.49	0.035
● VIDEO	1	105.1	105.1	7.14	0.008
● Interaction	1	0.1	0.1	0.01	0.927
● Error	196	2885.6	14.7		
● Total	199	3057.0			

Πίνακας Αποτελεσμάτων



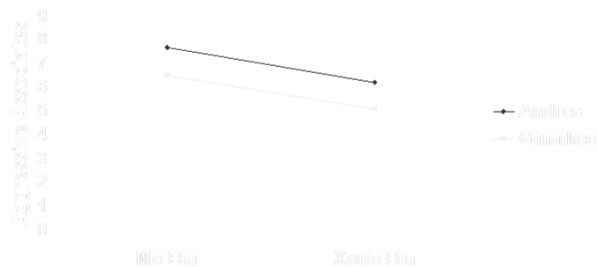
Συμπεράσματα

- Κύριες επιδράσεις
 - Διαφορές εξαιτίας του video
 - Περισσότερη επιθετικότητα στα βία video
 - Διαφορές κατά φύλο
 - Άνδρες πιο επιθετικοί από τις γυναίκες
- Αλληλεπίδραση
 - Δεν υπάρχει
 - Η έκθεση σε διαφορετικά βίντεο έχει την ίδια επίδραση και στους άνδρες και στις γυναίκες.
 - Παράλληλες γραμμές

Διάγραμμα Αλληλεπίδρασης

- Σχήμα με γραμμές (line graph)
- Κοιτάμε αν οι γραμμές είναι παράλληλες ή όχι
 - Τα video δεν επηρεάζουν διαφορετικά τους άνδρες από τις γυναίκες
- Μή παράλληλες γραμμές δηλώνουν αλληλεπίδραση
 - Ordinal and disordinal interactions (when lines cross)

Διάγραμμα Αλληλεπίδρασης



Απλές Επιδράσεις - Simple Effects

- Επιδράσεις μιας ανεξάρτητης μεταβλητής στο ένα από τα επίπεδα της άλλης ανεξάρτητης μεταβλητής.
- Πχ., Διαφορές μεταξύ ανδρών και γυναικών στα βία video μόνο, ή μόνο στα video χωρίς βία

Εναλλακτικοί Τρόποι Υπολογισμού των Επιδράσεων

- Eta Squared

$$\eta^2 = \frac{SS_{group}}{SS_{total}}$$

– % συνολικής διακύμανσης που εξηγείται από την συνθήκη/ομάδα/κλπ.

- Omega squared

– Έχει λιγότερη προκατάληψη

– (k = αριθμός επιπέδων της ανεξάρτητης μεταβλητής που εξετάζεται στην προκειμένη περίπτωση/ομάδες). Άρα ελέγχουμε για τον αριθμό των ομάδων που συνεισφέρουν τα συγκεκριμέ

$$\omega^2 = \frac{SS_{group} - (k - 1)MS_{error}}{SS_{total} + MS_{error}}$$

Παράδειγμα

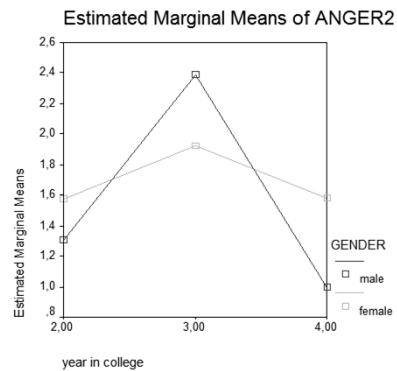
Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ANGER2

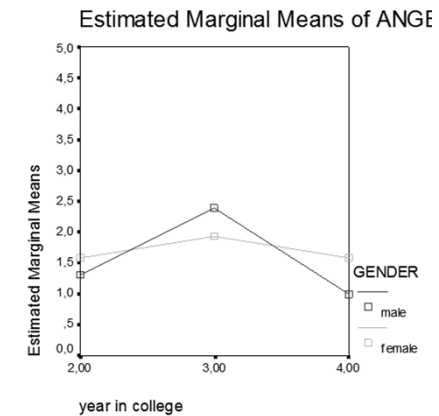
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6,815 ^a	5	1,363	2,226	,059
Intercept	105,731	1	105,731	172,699	,000
YEAR	6,727	2	3,364	5,494	,006
GENDER	,161	1	,161	,263	,609
YEAR * GENDER	1,993	2	,997	1,628	,202
Error	54,488	89	,612		
Total	313,111	95			
Corrected Total	61,303	94			

a. R Squared = ,111 (Adjusted R Squared = ,061)

Παράδειγμα



Παράδειγμα



Παράδειγμα

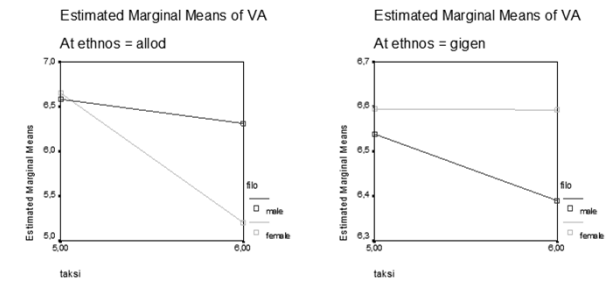
Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: VA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	23,352 ^a	7	3,336	4,050	,000
Intercept	5980,418	1	5980,418	7261,046	,000
GENDER	1,432	1	1,432	1,739	,188
ETHNOS	4,340	1	4,340	5,269	,022
GRADE	8,100	1	8,100	9,834	,002
GENDER * ETHNOS	3,934	1	3,934	4,777	,029
GENDER * GRADE	2,459	1	2,459	2,986	,084
ETHNOS * GRADE	5,697	1	5,697	6,917	,009
GENDER * ETHNOS * GRADE	4,070	1	4,070	4,942	,027
Error	602,897	732	,824		
Total	31897,750	740			
Corrected Total	626,250	739			

a. R Squared = ,037 (Adjusted R Squared = ,028)

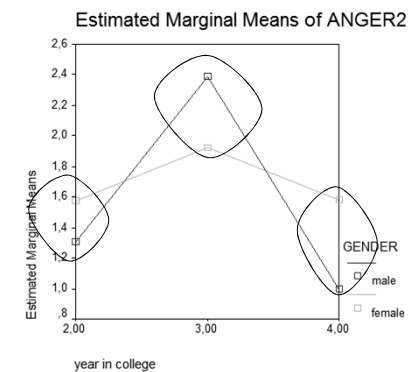
Παράδειγμα



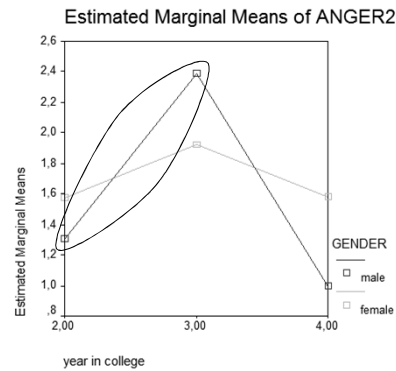
Ερωτήσεις

- Ποιός είναι ο ορισμός του παραγοντικού σχεδίου;
- Πόσες ανεξάρτητες μεταβλητές μπορούμε να έχουμε;
 - Πόσα επίπεδα εντός μιας ανεξάρτητης μεταβλητής;
- Πώς διαφέρει η κύρια επίδραση από την αλληλεπίδραση;
- Πώς διαφέρει η κύρια επίδραση από την απλή επίδραση;

Παράδειγμα Κύριων Επιδράσεων



Παράδειγμα Απλών Επιδράσεων



Ερωτήσεις – συνέχεια

- Δώστε ένα παράδειγμα όπου περιμένετε αλληλεπίδραση.
- Τι συμβαίνει στο F όταν το MS_{error} είναι μικρό;
- Σε τί διαφέρουν τα eta-squared και omega-squared;
- Τι είναι η disordinal αλληλεπίδραση;
- Ποιοί παράγοντες συνεισφέρουν στο να φτάσει η αλληλεπίδραση επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας;
- Τι δηλώνουν τα magnitude of effect measures; effect sizes;

Δειγματοληψία – Υπολογισμός του μεγέθους του Δείγματος

Διάλεξη 13

Σκοπός

- Ο σκοπός αυτής της παρουσίασης είναι η παρουσίαση των διαφορετικών τύπων δειγματοληψίας και η σχετική παρουσίαση υπολογισμών για το μέγεθος του δείγματος που απαιτείται για να υπάρχει πιθανότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων στον σχετικό πληθυσμό

Στόχος της Παρουσίασης

- Τη βασική **ορολογία** και τις **έννοιες** που διέπουν την έννοια της δειγματοληψίας
- Τις δύο κύριες **μεθόδους δειγματοληψίας**: τη δειγματοληψία με πιθανότητα και τη δειγματοληψία χωρίς πιθανότητα
- Τα **διαφορετικά είδη** δειγματοληψίας για κάθε κύρια μέθοδο
- Τα **πλεονεκτήματα** και τα **μειονεκτήματα** της κάθε μεθόδου
- Τις βασικές αρχές που καθορίζουν το **μέγεθος ενός δείγματος**

Μερικές Βασικές Έννοιες

- **Πληθυσμός**: το σύνολο των «**μονάδων**» που συνθέτουν μια ευρύτερη ομάδα (π.χ. όλοι οι φοιτητές ενός πανεπιστημιακού ιδρύματος, όλοι οι φοιτητές που παρακολουθούν ένα συγκεκριμένο μάθημα, όλα τα άτομα με νοητική υστέρηση, όλα τα νοικοκυριά σε μια γεωγραφική περιοχή, το σύνολο των σχολικών μονάδων στην Ελληνική επικράτεια, κ.ά).
- **Μονάδα**: με αυτόν τον όρο αναφερόμαστε σε **καθένα μέλος** του πληθυσμού. Οι μονάδες δεν αντιστοιχούν πάντοτε σε άτομα, αλλά γενικότερα σε περιπτώσεις που αποτελούν το αντικείμενο μιας μελέτης.
- **Δείγμα**: Ένα **υποσύνολο** του πληθυσμού το οποίο επιλέγεται για να μελετηθεί.

Μερικές Βασικές Έννοιες

- **Πλαίσιο δειγματοληψίας**: ο κατάλογος **όλων των μονάδων** του πληθυσμού από το οποίο θα επιλεγεί το δείγμα.
- **Αντιπροσωπευτικό δείγμα**: είναι ένα δείγμα το οποίο έχει όλα τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού. Αποτελεί δηλαδή, μια **μικρογραφία του πληθυσμού**.
- **Τυχαία Δειγματοληψία**: η διαδικασία κατά την οποία κάθε μονάδα του πληθυσμού έχει τις **ίδιες πιθανότητες** να επιλεγεί στο δείγμα.

Μερικές Βασικές Έννοιες

- **Δειγματοληπτικό Σφάλμα**: η **διαφορά** ανάμεσα στο δείγμα και στον πληθυσμό από τον οποίο προέρχεται στη σχετική στατιστική παράμετρο (μ , σ) η οποία διαφορά οφείλετε καθαρά σε θέματα δειγματοληψίας.
- **Μη Δειγματοληπτικό Σφάλμα**: διαφορές ανάμεσα στον πληθυσμό και το δείγμα που προέρχεται από **ελλειμματικές ή εσφαλμένες διαδικασίες** που έχουν συντελεστεί τόσο στα πλαίσια της δειγματοληψίας όσο και γενικότερα στην πορεία της έρευνας (π.χ. ένα μη αποτελεσματικό πλαίσιο δειγματοληψίας ή κακής ποιότητας ερωτήσεις, χαμηλής ποιότητας συνεντεύξεις, λάθη στην εισαγωγή των δεδομένων στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, κ.ά).

Μερικές Βασικές Έννοιες

- **Μη Απόκριση:** ένα είδος μη δειγματοληπτικού σφάλματος, το οποίο εμφανίζεται όταν μερικά μέλη του δείγματος δεν επιθυμούν να συνεργαστούν, δεν μπορούν να εντοπιστούν, ή δεν θέλουν να απαντήσουν σε ένα τμήμα της έρευνας.
- **Απογραφή:** Η αριθμητική καταγραφή ολόκληρου του πληθυσμού. Η φράση «απογραφή» συνήθως αναφέρεται στην αριθμητική καταγραφή ολόκληρου του πληθυσμού ενός κράτους. Έτσι, αν τα δεδομένα μιας έρευνας αναφέρονται σε όλα τα μέλη του πληθυσμού αντί σε ένα δείγμα τότε ονομάζονται δεδομένα απογραφής.

Δειγματοληψία με Πιθανότητες

- Στα πλαίσια αυτής της διαδικασίας για να επιλέξουμε ένα δείγμα βασίζομαστε στην έννοια της **τυχαίας επιλογής**.
- Με αυτή τη μεθοδολογία εξασφαλίζεται η διαδικασία κατά την οποία κάθε μονάδα του πληθυσμού να έχει τις **ίδιες πιθανότητες** να επιλεγεί.
- Μάλιστα, θεωρείται ότι με αυτή τη διαδικασία, το δείγμα που θα προκύψει θα είναι **αντιπροσωπευτικό** του πληθυσμού, μια προϋπόθεση πολύ σημαντική τόσο από μεθοδολογικής άποψης όσο και από στατιστικής.

Δειγματοληψία με Πιθανότητες

- Οι πιο συνηθισμένες **μέθοδοι δειγματοληψίας** με πιθανότητες είναι οι παρακάτω:
- **Απλή Τυχαία Δειγματοληψία**
- **Δειγματοληψία κατά Στρώματα**
- **Συστηματική Δειγματοληψία**
- **Δειγματοληψία κατά συστάδες**

Απλή Τυχαία Δειγματοληψία

- Με αυτή τη μέθοδο, κάθε μέλος του πληθυσμού έχει την **ίδια πιθανότητα** επιλογής στο δείγμα. Με άλλα λόγια, η επιλογή είναι **αμερόληπτη**, με την έννοια ότι κανένα μέλος του πληθυσμού δεν έχει περισσότερες πιθανότητες να επιλεγεί από οποιοδήποτε άλλο.
- Παράδειγμα:
Έτσι, αν αποφασίσουμε να επιλέξουμε τυχαία έναν μαθητή από το σύνολο των 1000 μαθητών ενός νομού, η πιθανότητα καθενός από αυτούς θα είναι 1 προς 1000 ή 1‰.

Απλή Τυχαία Δειγματοληψία

Μετά την επιλογή ενός ατόμου από το σύνολο του πληθυσμού, το άτομο αυτό **διαγράφεται** και έτσι, το επόμενο άτομο έχει τις **ίδιες επίσης πιθανότητες** να επιλεγεί.

Η επιλογή γίνεται με διάφορους τρόπους: οι πιο συνηθισμένοι είναι η χρήση κληρωτίδας ή η χρήση πινάκων τυχαίων αριθμών.

Είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι στην απλή τυχαία δειγματοληψία τα **χαρακτηριστικά** των μελών του πληθυσμού δεν λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαδικασία επιλογής. Αντίθετα, σε πολλές περιπτώσεις είναι εντελώς άγνωστα στον ερευνητή πριν τη διεξαγωγή της έρευνας.

Δειγματοληψία κατά Στρώματα

- Στη δειγματοληψία κατά στρώματα (stratified sampling) προσπαθούμε να επιλέξουμε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα χρησιμοποιώντας κάποιους περιορισμούς στη σύνθεση του δείγματος: **τα στρώματα**.
- Στα πλαίσια αυτής της μεθόδου, χωρίζουμε τον πληθυσμό σε συγκεκριμένα στρώματα με σκοπό να πραγματοποιήσουμε ξεχωριστή επιλογή από κάθε στρώμα.

Δειγματοληψία κατά Στρώματα

- Μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα στρωμάτων είναι:
 - το **επάγγελμα**,
 - η **ηλικία**,
 - το **φύλο**,
 - ο **τόπος κατοικίας**, κλπ.
- Ένα χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης μεθόδου είναι το γεγονός ότι θα πρέπει ο ερευνητής να γνωρίζει **από πριν την κατανομή** στον πληθυσμό των χαρακτηριστικών που σχετίζονται με την μεταβλητή που μελετά.

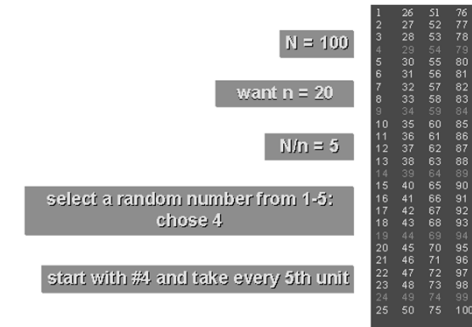
Συστηματική Τυχαία Δειγματοληψία

- Η συστηματική δειγματοληψία (systematic sampling) είναι μια **εναλλακτική μορφή** της απλής τυχαίας δειγματοληψίας με τη μόνη διαφορά ότι η επιλογή των μονάδων του δείγματος γίνεται με **πιο συστηματικό** τρόπο.

Συστηματική Τυχαία Δειγματοληψία

- Πιο συγκεκριμένα η επιλογή των ατόμων γίνεται περιοδικά με βάση ένα **διάστημα δειγματοληψίας** και ένα αρχικό σημείο εκκίνησης.
- Έτσι, αν για παράδειγμα, έχουμε έναν πληθυσμό 120 ατόμων από τον οποίο θέλουμε να πάρουμε ένα δείγμα 30 ατόμων για να τα μελετήσουμε, αρχικά προσδιορίζουμε το διάστημα δειγματοληψίας (συνήθως υπολογίζεται αν διαιρέσουμε τον αριθμό του πληθυσμού δια τον αριθμό των ατόμων του δείγματος, δηλ. $120/30=4$) και στη συνέχεια αφού επιλέξουμε με τυχαίο τρόπο έναν μονοψήφιο αριθμό ως σημείο εκκίνησης (π.χ. 5) αρχίζουμε να επιλέγουμε ανά 4 άτομα (π.χ. 5, 9, 13, 17, 21, κ.ο.κ).

Συστηματική Τυχαία Δειγματοληψία



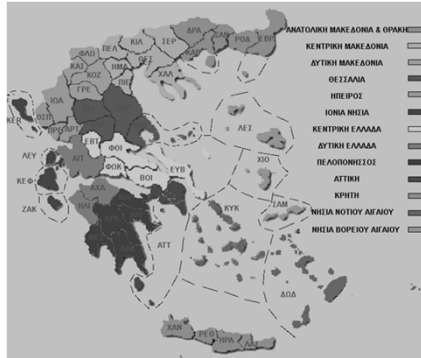
Δειγματοληψία κατά συστάδες

- Σε αυτή τη μέθοδο (cluster sampling) η διαδικασία επιλογής του δείγματος δεν συντελείται σε ατομική βάση αλλά **κατά ομάδες ή συστάδες**.
- Για παράδειγμα, οι μαθητές της χώρας μπορούν να ταξινομηθούν κατά **γεωγραφική περιφέρεια**, κατά **νομό**, κατά **διαμερίσματα**, κατά **σχολεία**.

Δειγματοληψία κατά συστάδες

- Για κάθε συστάδα θα πρέπει να χρησιμοποιείται η μέθοδος της **τυχαίας δειγματοληψίας** ώστε να επιλέγονται οι μονάδες του δείγματος.
- Έτσι, αφού επιλεγθούν με τυχαίο τρόπο κάποιες **γεωγραφικές περιφέρειες**, στη συνέχεια από αυτές τις περιφέρειες επιλέγονται πάλι με τυχαίο τρόπο κάποιοι **νομοί**, στη συνέχεια από αυτούς τους νομούς κάποια **διαμερίσματα**, στη συνέχεια από αυτά τα διαμερίσματα κάποια **σχολεία**, και τέλος από αυτά τα σχολεία κάποιοι **μαθητές**.

Δειγματοληψία κατά συστάδες



Δειγματοληψία χωρίς πιθανότητες

- Το βασικό χαρακτηριστικό των μεθόδων δειγματοληψίας χωρίς πιθανότητα είναι το ότι δεν βασίζονται στην αρχή της **τυχαίας δειγματοληψίας** ως βασικής μεθόδου επιλογής μονάδων.
- Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι τα δείγματα που προέρχονται από μια τέτοια μεθοδολογία δεν είναι **αντιπροσωπευτικά** του πληθυσμού από τον οποίο προέρχονται.

Δειγματοληψία χωρίς πιθανότητες

- Απλά σημαίνει ότι επειδή τα δείγματα αυτά δεν στηρίζονται στην αρχή της θεωρίας των πιθανοτήτων **δεν ήμαστε σίγουροι** κατά πόσο αυτά είναι **αντιπροσωπευτικά** του πληθυσμού.
- Γι' αυτό και συνήθως δεν προτιμώνται, αλλά επιλέγονται όταν οι συνθήκες δειγματοληψίας είναι **χρονοβόρες** και **δαπανηρές** και δεν υπάρχουν ούτε χρόνος ούτε χρήματα.

Δειγματοληψία χωρίς πιθανότητες

- Οι πιο συνηθισμένες μέθοδοι δειγματοληψίας χωρίς πιθανότητες είναι οι παρακάτω:
 - Συμπτωματική Δειγματοληψία
 - Αξιολογική Δειγματοληψία
 - Ποσοστική Δειγματοληψία
 - Δειγματοληψία Χιονοστοιβάδας

Συμπτωματική Δειγματοληψία

- Αυτή η μέθοδος (convenience sampling), χρησιμοποιείται συνήθως στις **διερευνητικές έρευνες** που ο ερευνητής ενδιαφέρεται να αποκτήσει μια **πρώτη**, αδρή και κυρίως **οικονομική ματιά**, στο θέμα που τον ενδιαφέρει.
- Όπως το δηλώνει και το όνομά του, το δείγμα αυτό είναι **ευκαιριακό**. Είναι δηλαδή ένα δείγμα που συνήθως αποτελείται από άτομα που βρίσκονται στο άμεσο περιβάλλον του ερευνητή, το οποίο εντοπίζεται εύκολα και χωρίς μεγάλο κόστος.
- Χρησιμοποιείται πολύ συχνά για **έρευνες πιλότους**, όπου αναζητούμε γενικές σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών που θέλουμε να μελετήσουμε.

Αξιολογική Δειγματοληψία:

- Ο ερευνητής επιλέγει ένα δείγμα βασιζόμενος στη δική του **αξιολογική κρίση** (judgmental sampling) για το κατά πόσο το δείγμα που επιλέγει είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού από τον οποίο προέρχεται.
- Είναι συνήθως μια πιο **προχωρημένη μορφή** της συμπτωματικής δειγματοληψίας.
- Όταν χρησιμοποιείται αυτή η μέθοδος, ο ερευνητής θα πρέπει να είναι **σίγουρος** ότι το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού.

Ποσοστική Δειγματοληψία

- Αυτή η μέθοδος (quota sampling) είναι μια χωρίς πιθανότητες μέθοδος, η οποία έχει πολλές ομοιότητες με τη **δειγματοληψία κατά στρώματα**.
- Όπως και στη δειγματοληψία κατά στρώματα, ο ερευνητής πρώτα εντοπίζει τα «**στρώματα**» και το **ποσοστό** που καθένα αντιπροσωπεύει στον πληθυσμό.
- Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας μια **συμπτωματική** ή μια **αξιολογική** δειγματοληψία επιλέγει τον επιθυμητό αριθμό των ατόμων για κάθε στρώμα.

Δειγματοληψία Χιονοστοιβάδας

- Αυτή είναι μια μέθοδος δειγματοληψίας χωρίς πιθανότητες, η οποία χρησιμοποιείται κυρίως όταν τα χαρακτηριστικά που δείγματος που ενδιαφέρει τον/την ερευνητή/ρια **είναι σπάνια**.
- Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι συνήθως πολύ **δύσκολο** ή είναι πολύ **δαπανηρό** να εντοπίσεις τα μέλη ενός πληθυσμού.

Δειγματοληψία Χιονοστοιβάδας

- Έτσι, αφού εντοπίσουμε κάποια **αρχικά άτομα**, στη συνέχεια τους ζητάμε να εντοπίσουν και αυτά με τη σειρά τους **άτομα από τον ίδιο με αυτά πληθυσμό** (snowball sampling), θεωρώντας ότι είναι πιο εύκολο γι' αυτά να βρουν άτομα με τα ίδια χαρακτηριστικά παρά για τον ερευνητή.
- Το μεγάλο μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι το ότι με αυτή την τεχνική **μειώνεται** η πιθανότητα τα μέλη του δείγματος να καλύπτουν **όλο το φάσμα** των χαρακτηριστικών του πληθυσμού.

Το Μέγεθος του Δείγματος

- Είναι αλήθεια ότι το ζήτημα του **μεγέθους του δείγματος**, δηλαδή του αριθμού των ατόμων που θα πρέπει να συμμετέχουν σε μια έρευνα αποτελεί ένα από τα κυρίαρχα θέματα στο χώρο των ποσοτικών μεθόδων.

Το Μέγεθος του Δείγματος

- Άλλωστε, η έννοια της δειγματοληψίας επικεντρώνεται ακριβώς σε αυτό το σημείο:
- Από τη στιγμή που δεν είναι απαραίτητο να μελετήσουμε όλον τον πληθυσμό αλλά ένα μόνο μικρό κομμάτι του, ο **ακριβής αριθμός των ατόμων** που θα αποτελούν το δείγμα αποκτά αυτόματα κυρίαρχη θέση.

Το Μέγεθος του Δείγματος

- Το συγκεκριμένο ζήτημα έχει δύο διαστάσεις:
 - μια **στατιστική**
- και
- μια **οικονομική**

Η στατιστική πλευρά του θέματος

- Από τη μία, ο αριθμός των ατόμων που συμμετέχουν σε μια έρευνα θα πρέπει να είναι **αρκετά μεγάλος** ώστε να επιτρέπει τη **στατιστική εγκυρότητα** των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν από τις αναλύσεις των δεδομένων.
- Από την άλλη, κάθε στατιστικό κριτήριο που χρησιμοποιούμε χρειάζεται ένα **ελάχιστο αριθμό** περιπτώσεων ώστε τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από αυτές να είναι έγκυρα.
- Αυτό, στη στατιστική ονομάζεται **Ισχύς (Power)**

Η οικονομική πλευρά του θέματος

- Επιπρόσθετα, επειδή η συλλογή δεδομένων είναι τις περισσότερες φορές αρκετά **δαπανηρή** και **χρονοβόρα**, ο ακριβής προσδιορισμός των απαραίτητων από στατιστικής άποψης ατόμων που θα συμμετέχουν στην έρευνα επιτρέπει στον ερευνητή να διαχειρίζεται με μεγαλύτερη άνεση το **χρονοδιάγραμμα** αλλά και τα **κονδύλια** και που έχει στη διάθεσή του.

Το μέγεθος του Δείγματος

- Πόσο μεγάλο λοιπόν θα πρέπει να είναι το δείγμα μιας έρευνας για να εξασφαλίζει τουλάχιστον **στατιστική εγκυρότητα**;
- Ο προσδιορισμός του κατάλληλου μεγέθους του δείγματος έχει άμεση σχέση με το **βαθμό ακρίβειας των αποτελεσμάτων** που είναι επιθυμητός για μια συγκεκριμένη έρευνα καθώς και με το ύψος του **συνολικού σφάλματος μέτρησης** που μπορεί να γίνει ανεκτό.

Υπολογισμός του μεγέθους του Δείγματος

- Για τον καθορισμό του κατάλληλου μεγέθους του δείγματος χρειάζονται **τέσσερα κριτήρια**.
- Το πρώτο είναι το **επίπεδο σημαντικότητας** (alpha). Συνήθως ως ελάχιστο αποδεκτό το **0.05**. Δηλαδή, η πιθανότητα τα αποτελέσματα να προέρχονται από τυχαίους παράγοντες είναι μόνο 5%. Όσο το alpha μειώνεται τόσο θα αυξάνεται το μέγεθος του δείγματος.

Υπολογισμός του μεγέθους του Δείγματος

- Το δεύτερο κριτήριο είναι η **ισχύς** (power), που ορίζεται ως **1-β**. Η ισχύς είναι η πιθανότητα να βρούμε ένα στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα ενώ αυτό πραγματικά υπάρχει.
- Μια κοινά αποδεκτή τιμή ισχύος είναι το **0.80**, που σημαίνει ότι υπάρχει 80% πιθανότητα να βρεθεί στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα από ένα τυχαίο δείγμα, όταν υπάρχει πραγματική διαφορά στον πληθυσμό.

Υπολογισμός του μεγέθους του Δείγματος

- Το τρίτο κριτήριο είναι η **αναμενόμενη διαφορά**. Είναι η αναμενόμενη διαφορά ή συσχέτιση ανάμεσα σε δύο ανεξάρτητα δείγματα. Είναι ευρύτερα γνωστό και ως **effect size**. Πώς είναι δυνατόν να γνωρίζουμε αυτή τη διαφορά; Από **προηγούμενες έρευνες** ή **υποθέτοντας**
- Το τέταρτο κριτήριο είναι η **διακύμανση του πληθυσμού**: Είναι επίσης η αναμενόμενη διακύμανση που παρατηρείται στα δείγματα. Όπως και στο effect size, θα πρέπει να το ορίσουμε βασιζόμενοι σε **προηγούμενες έρευνες** ή **υποθέτοντας**. Συχνά χρησιμοποιούμε την **τυπική απόκλιση** του δείγματος (και για τις δύο ομάδες)

Το μέγεθος του δείγματος για τη σύγκριση μεταξύ των μέσων όρων δύο ομάδων

$$N = \frac{4s^2(z_{cv} + z_{power})^2}{D^2}$$

Όπου,

N= το υπολογιζόμενο μέγεθος του δείγματος

Z_{cv}= Z κρίσιμη τιμή για α = .05

Z_{power}= Z τιμή για 1-β

s= τυπική απόκλιση

D= η προβλεπόμενη διαφορά ανάμεσα στους δύο μέσους όρους

Πίνακες για Z_{cv} και Z_{pwr}

Significance Criterion*	z _{crit} Value [†]
.01 (99)	2.576
.02 (98)	2.326
.05 (95)	1.960
.10 (90)	1.645

* Numbers in parentheses are the probabilities (expressed as a percentage) associated with the corresponding CIs. Confidence probability is the probability associated with the corresponding CI.

† A stricter (smaller) significance criterion is associated with a larger z_{crit} value. Values not shown in this table may be calculated in Excel version 97 (Microsoft, Redmond, Wash) by using the formula z_{crit} = NORMSINV(1 - (P/2)), where P is the significance criterion.

Statistical Power	z _{pwr} Value*
.80	0.842
.85	1.036
.90	1.282
.95	1.645

* A higher power is associated with a larger value for z_{pwr}. Values not shown in this table may be calculated in Excel version 97 (Microsoft, Redmond, Wash) by using the formula z_{pwr} = NORMSINV(power). For calculating power, the inverse formula is power = NORMSDIST(z_{pwr}), where z_{pwr} is calculated from Equation (1) or Equation (2) by solving for z_{pwr}.

Ένα παράδειγμα: Διαφορές κατά Φύλο στην Αυτοεικόνα

- $\alpha = 0.05$
- $1-\beta = .80$
- $D = 10$
- $S = 20$

$$N = \frac{4 s^2 (z_{cv} + z_{power})^2}{D^2} = \frac{4 (20)^2 (1.96 + .84)^2}{10^2} = \frac{4 (400) (7.85)}{100} = 126$$

Υπολογισμός Μεγέθους του Δείγματος (2ος Τρόπος)

$$N = \frac{(z_{cv} * \sigma)^2}{(E)^2}$$

Η μέθοδος αυτή απαντά στο ερώτημα «πόσα άτομα χρειαζόμαστε ώστε να υπολογίσω την παράμετρο της μεταβλητής που με ενδιαφέρει (π.χ., μέσος όρος HDL) ορίζοντας ένα συγκεκριμένο επίπεδο στατιστικού σφάλματος που είναι αποδεκτό.

Όπου,

N = το υπολογιζόμενο μέγεθος του δείγματος

Z_{cv} = Z κρίσιμη τιμή για $\alpha = .05$

σ = τυπική απόκλιση

E = το αποδεκτό επίπεδο σφάλματος στον υπολογισμό

Ενδεικτικός Πίνακας Υπολογισμού του Μεγέθους του Δείγματος (Cohen, 1992)

Test	α								
	.01			.05			.10		
	Sm	Med	Lg	Sm	Med	Lg	Sm	Med	Lg
1. Mean dif	586	95	38	393	64	26	310	50	20
2. Sig r	1,163	125	41	783	85	28	617	68	22
3. r dif	2,339	263	96	1,573	177	66	1,240	140	52
4. $P = .5$	1,165	127	44	783	85	30	616	67	23
5. P dif	584	93	36	392	63	25	309	49	19
6. χ^2									
1df	1,168	130	38	785	87	26	618	69	25
2df	1,388	154	56	964	107	39	771	86	31
3df	1,546	172	62	1,090	121	44	880	98	35
4df	1,675	186	67	1,194	133	48	968	108	39
5df	1,787	199	71	1,293	143	51	1,045	116	42
6df	1,887	210	75	1,362	151	54	1,113	124	45
7. ANOVA									
2g ^e	586	95	38	393	64	26	310	50	20
3g ^e	464	76	30	322	52	21	258	41	17
4g ^e	388	63	25	274	45	18	221	36	15
5g ^e	336	55	22	240	39	16	193	32	13
6g ^e	299	49	20	215	35	14	174	28	12
7g ^e	271	44	18	195	32	13	159	26	11
8. Mult R									
2k ^e	698	97	45	481	67	30			
3k ^e	780	108	50	547	76	34			
4k ^e	841	118	55	599	84	38			
5k ^e	901	126	59	645	91	42			
6k ^e	953	134	63	686	97	45			
7k ^e	998	141	66	726	102	48			
8k ^e	1,039	147	69	757	107	50			

Υπολογισμός Μεγέθους του Δείγματος (2ος Τρόπος): Εφαρμογή

Πόσο μεγάλο δείγμα χρειαζόμαστε για να μελετήσω την μαθηματική επίδοση των παιδιών της Ελλάδας στη δοκιμασία μαθηματικών της PISA;

$$N = \frac{(z_{cv} * \sigma)^2}{(E)^2}$$

$$N = \frac{(1.96 * 10)^2}{(1)^2}$$

$$N = \frac{384,16}{1} = 384$$

Statistically significantly above the OECD average
 Not statistically significantly different from the OECD average
 Statistically significantly below the OECD average

Country	On the reading sub-domain					
	On the overall reading scale	Access and retrieval	Range and variety	Reading and evaluation	Comprehension	On the mathematics scale
OECD average	493	496	493	494	494	493
Algeria	556	499	558	554	544	559
Armenia	539	542	541	542	538	543
Australia	536	532	538	536	535	531
Bahrain	533	530	530	540	538	532
Belgium	535	536	532	529	527	539
Canada	534	537	532	532	524	527
Chile	521	521	517	531	518	532
China	520	520	520	521	520	518
Colombia	515	513	513	513	513	514
Czechia	508	519	504	510	506	514
Denmark	506	513	504	505	504	511
Egypt	503	512	502	502	502	508
Estonia	503	503	500	503	497	512
Finland	501	505	502	497	496	505
France	500	500	501	498	501	495
Germany	500	507	503	496	503	507
Greece	497	492	496	494	492	497
Guatemala	499	492	496	492	496	492
Hong Kong	499	508	498	498	496	506
India	497	505	496	502	499	498
Indonesia	497	502	501	493	496	497
Iran	496	496	496	496	496	496
Israel	496	492	497	495	492	496
Italy	495	496	499	493	496	500
Japan	495	507	492	493	495	493
Latvia	494	493	493	493	492	506
Lithuania	494	493	496	494	494	492
Malaysia	494	493	496	494	494	492
Peru	489	488	487	496	492	488
Poland	487	489	487	487	487	487
Romania	486	482	482	482	482	483
Saudi Arabia	484	484	484	484	484	484
Slovenia	483	489	489	489	489	489
Turkey	481	474	484	481	481	481