

## Κεφάλαιο 14

### Ανάλυση Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης

1

### Ανάλυση Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης

- Παραμετρικό στατιστικό κριτήριο για τη μελέτη της επίδρασης μιας ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη
- Λογική παρόμοια με το κριτήριο  $t$ , αλλά, όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, επιτρέπει στον ερευνητή να συγκρίνει μέσους όρους από περισσότερα από δύο δείγματα (επίπεδα της ανεξάρτητης μεταβλητής)
- Χρησιμοποιεί στην ανάλυση δεδομένων που προέρχονται από σχεδιασμούς τόσο **ανεξάρτητων δειγμάτων** (δηλαδή, μετρήσεις που προέρχονται από ομάδες στις οποίες συμμετέχουν διαφορετικά άτομα) όσο και **εξαρτημένων δειγμάτων** (δηλαδή, μετρήσεις που προέρχονται από τη συμμετοχή του κάθε ατόμου σε όλες τις ερευνητικές συνθήκες)

2

## Ανάλυση Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης ανεξάρτητων δειγμάτων

- Η διακύμανση των τιμών **μεταξύ των πειραματικών συνθηκών** οφείλεται τόσο στην **επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής** όσο και στο **σφάλμα**.
- Στον **ερευνητικό σχεδιασμό ανεξάρτητων δειγμάτων**, όπου συμμετέχουν διαφορετικά άτομα σε κάθε συνθήκη, το σφάλμα θα πρέπει να αποδοθεί στις **ατομικές διαφορές** μεταξύ των ατόμων και στο **σφάλμα μέτρησης** (αφού πάντοτε θα συμβεί κάποιο τυχαίο σφάλμα σε ένα πείραμα παρά τις προσπάθειες του ερευνητή να εξασφαλίσει τις ίδιες συνθήκες για όλους τους συμμετέχοντες)
- Έτσι, η συνολική διακύμανση μεταξύ των συνθηκών προκύπτει από τρεις πηγές:
  1. την επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής,
  2. τις ατομικές διαφορές, και
  3. το σφάλμα μέτρησης.

3

## Προϋποθέσεις για τη χρήση του τεστ

<b>Διαφορές ή συσχέτιση</b>	Διαφορές
<b>Κλίμακα μέτρησης</b>	Τουλάχιστον ίσων διαστημάτων
<b>Σχεδιασμός</b>	Ανεξάρτητων δειγμάτων
<b>Σημείωση</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Πρέπει να πληρούνται οι προϋποθέσεις για τη χρήση των παραμετρικών κριτηρίων</li><li>■ Η ανάλυση διακύμανσης, όπως και το κριτήριο <math>t</math>, είναι ένα ισχυρό στατιστικό κριτήριο: επηρεάζεται ελάχιστα από την παραβίαση της κανονικότητας του πληθυσμού και δεν είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στην παραβίαση της ομοιογένειας των διακυμάνσεων των κατανομών (με την προϋπόθεση ότι τα δείγματα έχουν το ίδιο πλήθος τιμών)</li></ul>

4

## Ένα παράδειγμα

Ένας φοιτητής θέλησε να συγκρίνει την επίδραση τεσσάρων διαφορετικών ενισχυτών (θετικών και αρνητικών) στην επίδοση παιδιών σχολικής ηλικίας σε ένα έργο οπτικής διάκρισης.

Οι τέσσερις ενισχυτές που χρησιμοποίησε ήταν ο έπαινος (E1), ένα γλύκισμα (E2), η μομφή (στην περίπτωση που γινόταν λάθος - E3), και η σιωπή (E4).

Χρησιμοποίησε 28 μαθητές μιας τάξης τους οποίους τοποθέτησε τυχαία στις τέσσερις πειραματικές συνθήκες (επτά μαθητές σε κάθε ομάδα).

Η μέτρηση της επίδοσης των μαθητών στο συγκεκριμένο έργο έγινε με το συνολικό αριθμό των λαθών που έκαναν κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας.

5

## Τα δεδομένα και η υπόθεση

Έπαινος (E1)	Γλύκισμα (E2)	Μομφή (E3)	Σιωπή (E4)
68	78	94	54
63	69	82	51
58	58	73	32
51	57	67	74
41	53	66	65
40	52	61	80
34	48	61	73

**Μηδενική υπόθεση:** Δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των τεσσάρων ερευνητικών συνθηκών ως προς την επίδοση των μαθητών στο έργο οπτικής διάκρισης ( $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ )

6

## Τα αποτελέσματα από το SPSS

### Descriptives

Λάθη

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Έπαινος	7	50,71	12,854	4,859	38,83	62,60	34	68
Γλύκισμα	7	59,29	10,579	3,998	49,50	69,07	48	78
Μομφή	7	72,00	12,166	4,598	60,75	83,25	61	94
Σιωπή	7	61,29	16,730	6,323	45,81	76,76	32	80
Total	28	60,82	14,705	2,779	55,12	66,52	32	94

7

## Τα αποτελέσματα από το SPSS

### ANOVA

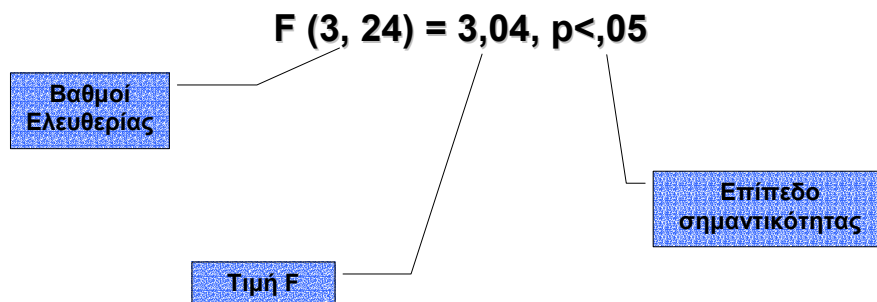
Λάθη

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1607,821	3	535,940	3,041	,048
Within Groups	4230,286	24	176,262		
Total	5838,107	27			

8

## Το αποτέλεσμα

Παρουσίαση του αποτελέσματος σύμφωνα με τη μορφοποίηση της APA:



9

## Συμπέρασμα

- Υπάρχει επίδραση των διαφορετικών μορφών ενίσχυσης στην επίδοση, αφού το αποτέλεσμα ήταν στατιστικά σημαντικό ( $p < 0,05$ )
- Επομένως, απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση και δεχόμαστε την εναλλακτική

10

## Πολλαπλές συγκρίσεις

- Όταν συγκρίνουμε τρεις ή περισσότερες ομάδες ατόμων πραγματοποιώντας ανάλυση διακύμανσης, μια στατιστικά σημαντική τιμή F δεν μας δίνει καμιά πληροφορία για το πού εστιάζεται η επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής, παρά μόνο για το ότι υπάρχει επίδραση.
- Συγκεκριμένα, αυτό που γνωρίζουμε από το αποτέλεσμα που πήραμε είναι ότι τουλάχιστον ένας μέσος όρος διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τουλάχιστον έναν άλλο μέσο όρο.
- Έτσι, επειδή δεν γνωρίζουμε ποια μορφή ενίσχυσης είναι υπεύθυνη για τις διαφορές στις επιδόσεις, θα πρέπει να προχωρήσουμε σε **επιμέρους συγκρίσεις** ανάμεσα στις διαφορετικές συνθήκες:

E1 με E2

E1 με E3

E1 με E4

E2 με E3

E2 με E4

E3 με E4

11

## Κριτήρια πολλαπλών συγκρίσεων

- Στατιστικά κριτήρια που πραγματοποιούνται για τη σύγκριση των επιμέρους διαφορών μεταξύ των ερευνητικών συνθηκών
- A priori κριτήρια πολλαπλών συγκρίσεων: Κριτήρια πολλαπλών συγκρίσεων η χρήση των οποίων αποφασίζεται πριν την πραγματοποίηση της έρευνας
- Post hoc κριτήρια πολλαπλών συγκρίσεων: Κριτήρια πολλαπλών συγκρίσεων η χρήση των οποίων αποφασίζεται μετά την πραγματοποίηση της Ανάλυσης Διακύμανσης:
  - Π.χ., LSD, τεχνική Bonferroni, Tukey HSD τεστ, Scheffé τεστ, κ.ά.

12

## Τα αποτελέσματα από το SPSS

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Λάθη

LSD

(I) Ενισχυτής	(J) Ενισχυτής	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Έπαινος	Γλύκισμα	-8,571	7,097	,239	-23,22	6,08
	Μομφή	-21,286*	7,097	,006	-35,93	-6,64
	Σιωπή	-10,571	7,097	,149	-25,22	4,08
Γλύκισμα	Έπαινος	8,571	7,097	,239	-6,08	23,22
	Μομφή	-12,714	7,097	,086	-27,36	1,93
	Σιωπή	-2,000	7,097	,780	-16,65	12,65
Μομφή	Έπαινος	21,286*	7,097	,006	6,64	35,93
	Γλύκισμα	12,714	7,097	,086	-1,93	27,36
	Σιωπή	10,714	7,097	,144	-3,93	25,36
Σιωπή	Έπαινος	10,571	7,097	,149	-4,08	25,22
	Γλύκισμα	2,000	7,097	,780	-12,65	16,65
	Μομφή	-10,714	7,097	,144	-25,36	3,93

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

13

## Πώς θα επιλέξουμε το κατάλληλο κριτήριο πολλαπλών συγκρίσεων;

- Για μία προσχεδιασμένη (a priori) σύγκριση μεταξύ δύο μέσων όρων χρησιμοποιήστε το κριτήριο t.
- Για περισσότερες προσχεδιασμένες συγκρίσεις χρησιμοποιήστε τη διαδικασία Bonferroni.
- Αν θέλετε να συγκρίνετε όλα τα πιθανά ζεύγη μέσων όρων, χρησιμοποιήστε το Tukey HSD.
- Το κριτήριο Scheffé, αν και χρησιμοποιείται από πολλούς πολύ συχνά, δεν είναι κατάλληλο για κάποια ιδιαίτερη περίπτωση (Howell, 1997).
- Η απόφαση για το ποιο κριτήριο θα επιλεγεί δεν πρέπει να βασίζεται στο ποιο δίνει στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα (με άλλα λόγια, δεν πραγματοποιούμε όλα τα κριτήρια για να επιλέξουμε τελικά αυτό που μας έδωσε μια στατιστικά σημαντική τιμή...).

14

## Το μέγεθος της επίδρασης

- Μια εκτίμηση του βαθμού στον οποίο η διακύμανση μεταξύ των τιμών μπορεί να αποδοθεί στην επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής
- Το  $\eta^2$ : μια σχετικά εσφαλμένη εκτίμηση (καθώς τείνει να υπερεκτιμά την τιμή που θα παίρναμε αν είμαστε σε θέση να μετρήσουμε ολόκληρους πληθυσμούς), ο υπολογισμός της όμως είναι εξαιρετικά απλός και πολύ χρήσιμος ως μια πρώτη προσέγγιση
- Ο τύπος υπολογισμού:

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

- Στο παράδειγμά μας, η τιμή του  $\eta^2$  ήταν 0,28, πράγμα που μας οδηγεί στο να συμπεράνουμε ότι το 28% της διακύμανσης των επιδόσεων των μαθητών μπορεί να αποδοθεί στην επίδραση του ενισχυτή.

15

## Ανάλυση Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης εξαρτημένων δειγμάτων

- Στατιστικό κριτήριο που εφαρμόζεται στα δεδομένα από ερευνητικούς σχεδιασμούς με περισσότερες από δύο ερευνητικές συνθήκες στις οποίες έχουν μετρηθεί οι ίδιοι συμμετέχοντες
- Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο καθώς εξαλείφονται οι ατομικές διαφορές μεταξύ των ατόμων που συμμετέχουν στην έρευνα (εφόσον πρόκειται για τα ίδια άτομα σε όλες τις συνθήκες)
- Οι υπολογισμοί είναι λίγο διαφορετικοί από την ανάλυση διακύμανσης ανεξάρτητων δειγμάτων, ωστόσο η γενική λογική της τεχνικής παραμένει η ίδια

16



## Ανάλυση Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης εξαρτημένων δειγμάτων

- Η διαφορά μεταξύ της ανάλυσης διακύμανσης εξαρτημένων δειγμάτων και αυτής των ανεξάρτητων δειγμάτων είναι πολύ μικρή και έγκειται στο ότι στην ανάλυση διακύμανσης εξαρτημένων δειγμάτων το σφάλμα μειώνεται με την αφαίρεση ολόκληρης της συμβολής των ατομικών διαφορών σε αυτό.
- Έτσι, το άθροισμα τετραγώνων εντός των ομάδων που υπολογίζαμε στην ανάλυση διακύμανσης ανεξάρτητων δειγμάτων ( $SS_{within}$ ), επιμερίζεται τώρα σε άθροισμα τετραγώνων μεταξύ των συμμετεχόντων ( $SS_{bet.subjs}$  – αυτό που οφείλεται στις ατομικές διαφορές) και σε άθροισμα τετραγώνων του σφάλματος μέτρησης ( $SS_{error}$ ).

17

## Προϋποθέσεις για τη χρήση του τεστ

<b>Διαφορές ή συσχέτιση</b>	Διαφορές
<b>Κλίμακα μέτρησης</b>	Τουλάχιστον ίσων διαστημάτων
<b>Σχεδιασμός</b>	Εξαρτημένων δειγμάτων (ή επαναληπτικών μετρήσεων)

18