



Ευαγγελία-Γεωργία Κωστάκη

Βιοστατιστικός-Επιδημιολόγος PhD,
Μέλος ΕΔΙΠ
Εργαστήριο Υγιεινής,
Επιδημιολογίας και Ιατρικής
Στατιστικής
Ιατρική Σχολή, Εθνικό και
Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο
Αθηνών

ekostakh@med.uoa.gr

**Ανάλυση ποσοτικών δεδομένων (2):
t-test για δείγματα με αντιστοιχία κατά ζεύγη**

1

Πιθανά ερωτήματα

- Διαφέρουν τα επίπεδα διαστολικής πίεσης μεταξύ ανδρών και γυναικών;
 - Πίεση: ποσοτική μεταβλητή
 - Φύλο: ποιοτική μεταβλητή με 2 επίπεδα
- Υπάρχει σχέση μεταξύ ηλικίας και διαστολικής πίεσης;
 - Ηλικία: ποσοτική μεταβλητή
 - Συστολική πίεση: ποσοτική μεταβλητή



2

Διερεύνηση σχέσεων

	Έκβαση (ανταπόκριση)	
Έκθεση / Παρέμβαση	Ποσοτική	Ποιοτική
Ποιοτική	• t-test	• Χ ²
Ποσοτική	• Συσχέτιση	

3

Είδη t-test

Έλεγχος ενός δείγματος (one-sample t-test):

- Συγκρίνουμε τη μέση τιμή ενός δείγματος με μία συγκεκριμένη τιμή. Παράδειγμα: Υπάρχει διαφορά στο δείκτη μάζας σώματος μεταξύ ασθενών με σακχαρώδη διαβήτη και γενικού πληθυσμού;

Πολλαπλά δείγματα:

Εξαρτημένα δείγματα (paired t-test):

- Συγκρίνουμε τη μέση τιμή δύο κατανομών στις οποίες οι παρατηρήσεις αφορούν τον ίδιο πληθυσμό. Παράδειγμα: Υπάρχει διαφορά στο δείκτη μάζας σώματος των γυναικών πριν και μετά την εγκυμοσύνη;

Ανεξάρτητα (μη σχετιζόμενα) δείγματα (two-sample t-test):

- Συγκρίνουμε τη μέση τιμή δύο ανεξάρτητων κατανομών. Παράδειγμα: Υπάρχει διαφορά στο δείκτη μάζας σώματος μεταξύ ανδρών και γυναικών;

4

Συνοπτικά two-sample t-test (I)

Αν θέλουμε να συγκρίνουμε 2 μέσες τιμών ενός ποσοτικού μεγέθους σε 2 ανεξάρτητους πληθυσμούς: **two-sample t-test**

- Καθορίζουμε H_0 και H_A :

H_0 : Δεν υπάρχει πραγματική διαφορά μεταξύ των μ_1 και μ_2 των 2 ανεξάρτητων πληθυσμών $\rightarrow \mu_1 = \mu_2$ ή $\mu_1 - \mu_2 = \Delta = 0$

H_A : Υπάρχει πραγματική διαφορά μεταξύ των μ_1 και μ_2 των 2 ανεξάρτητων πληθυσμών $\rightarrow \mu_1 \neq \mu_2$ ή $\mu_1 - \mu_2 = \Delta \neq 0$

5

Συνοπτικά two-sample t-test (II)

- Μετά τη στατιστική δοκιμασία, **απορρίπτουμε την H_0** αν:

- ✓ Καταλήξουμε σε πολύ μικρή p-value ($< 0,05$)
- ✓ Το μηδέν δεν περιλαμβάνεται στο 95% ΔΕ της διαφοράς των μέσων τιμών

Οι μέσες τιμές των 2 ανεξάρτητων πληθυσμών διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο 5%

- Μετά τη στατιστική δοκιμασία, **αποτυγχάνουμε να απορρίψουμε την H_0** αν:

- ✓ Καταλήξουμε σε μεγάλη p-value ($> 0,05$)
- ✓ Το μηδέν περιλαμβάνεται στο 95% ΔΕ της διαφοράς των μέσων τιμών

Οι μέσες τιμές των 2 ανεξάρτητων πληθυσμών δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο 5%

6

Παράδειγμα

Table II. Patients’ clinicopathologic characteristics.

Variable	No complications	Complications	<i>p</i> -Value
Age	61.6 ± 11.2	65.9 ± 12.0	< 0.001
Gender			0.187
Male	1737	328	
Female	629	101	
BMI (kg/m ²)	23.6 ± 3.4	24.1 ± 3.8	0.059
Hemoglobin level (g/dl)	12.4 ± 2.3	11.9 ± 2.3	< 0.001
Serum prealbum (g/dl)	23.3 ± 5.6	22.3 ± 5.7	0.001

Zhou et al. 2015

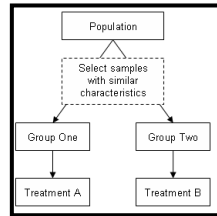
7

Paired t-test

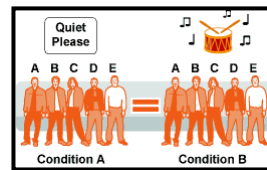
8

Έλεγχος πολλαπλών δειγμάτων

- ▶ Ανεξάρτητα δείγματα
(*two-sample t-test*)



- ▶ Εξαρτημένα δείγματα
(*paired t-test*)



9

t-test κατά ζεύγη (paired t-test)

Μερικές φορές οι παρατηρήσεις των 2 συγκρινόμενων ομάδων εμφανίζουν **ατομική αντιστοιχία (δηλ. δεν είναι ανεξάρτητες)**.

ΙΔΙΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ!

Για κάθε παρατήρηση στην 1η ομάδα υπάρχει μία αντίστοιχη στη 2η ομάδα.

Π.χ.:

- 1) Μέτρηση της συστολικής αρτηριακής πίεσης στα ίδια άτομα, πριν και μετά από χρήση αντισυλληπτικών.
- 2) Σύγκριση αποτελεσματικότητας 2 φαρμάκων στους ίδιους ασθενείς.

Τότε οι συγκρίσεις πρέπει να γίνονται κατά ζεύγη!

10

Συγκρίσεις κατά ζεύγη

- Η αντιστοιχία κατά ζεύγη **ελαττώνει** την επιρροή από εξωτερικούς παράγοντες που αυξάνουν τη μεταβλητότητα των μετρήσεων.
- Αν οι μετρήσεις γίνονται στα ίδια άτομα (στην ίδια ερευνητική μονάδα), τότε ένα σημαντικό μέρος της βιολογικής μεταβλητότητας που υπάρχει μεταξύ ανθρώπων **εξαφανίζεται**. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα **πιο ακριβείς συγκρίσεις**.
- Μερικές φορές οι μετρήσεις δε γίνονται στα ίδια άτομα, αλλά σε εξομοιωμένα (matched) άτομα. Έτσι, είναι δυνατόν να χορηγηθούν τα συγκρινόμενα φάρμακα σε δίδυμα αδέρφια ή σε άτομα του ίδιου φύλου, ηλικίας, βάρους, κ.λπ. Πάλι θα γίνει **σύγκριση κατά ζεύγη**.
- Αντί για τα ζεύγη παρατηρήσεων χρησιμοποιώ στην ανάλυση τη **ΔΙΑΦΟΡΑ** των παρατηρήσεων!

ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΗ t-test κατά ζεύγη: Η κατανομή της διαφοράς να είναι κανονική.

11

t-test κατά ζεύγη: Μελέτη σε διαφορετικά δωμάτια και επιδόσεις (I)

- Πληθυσμοί:
 - Pop 1: Αποτελέσματα εξετάσεων μετά από μελέτη σε δωμάτιο A
 - Pop 2: Αποτελέσματα εξετάσεων μετά από μελέτη σε δωμάτιο B
- Προϋποθέσεις paired t-test:
 - Η κατανομή της διαφοράς να είναι **κανονική**

12

t-test κατά ζεύγη: Μελέτη σε διαφορετικά δωμάτια και επιδόσεις (II)

Έλεγχος υπόθεσης

Διατύπωση μηδενικής και εναλλακτικής υπόθεσης:

H_0 : Τα αποτελέσματα των εξετάσεων **ΔΕΝ** διαφέρουν μετά από μελέτη στο δωμάτιο Α ή Β

Vs

H_1 : Τα αποτελέσματα των εξετάσεων **διαφέρουν** μετά από μελέτη στο δωμάτιο Α ή Β

13

t-test κατά ζεύγη: Μελέτη σε διαφορετικά δωμάτια και επιδόσεις (III)

Test statistic (paired t-test)

$$t = \frac{(M - \mu_M)}{S_M}$$

14

t-test κατά ζεύγη: Μελέτη σε διαφορετικά δωμάτια και επιδόσεις (IV)

Εκτίμηση χαρακτηριστικών κατανομής διαφορών:

- Πληθυσμός: $\mu_M = 0$ (μηδενική διαφορά)
- Δείγμα: $M = -11$, $s = 4.301$, $s_M = 1.923$

Difference Score X-Y	Deviation Score (Score - Mean)	Squared Deviation (Score - Mean) ²
-11	0	0
-15	-4	16
-14	-3	9
-4	7	49
-11	0	0
$M = -11$		$SS_X = 74$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X - M)^2}{N - 1}} = \sqrt{\frac{74}{5 - 1}} = 4.301 \quad s_M = \frac{s}{\sqrt{N}} = \frac{4.301}{\sqrt{5}} = 1.923$$

15

t-test κατά ζεύγη: Μελέτη σε διαφορετικά δωμάτια και επιδόσεις (V)

$$\mu_M = 0, s_M = 1.923, M = -11, N = 5$$

Εκτίμηση της ποσότητας t:

$$t = \frac{(M - \mu_M)}{s_M} = \frac{(-11 - 0)}{1.923} = -5.720$$

16

t-test κατά ζεύγη: Μελέτη σε διαφορετικά δωμάτια και επιδόσεις (VI)

$$\mu_M = 0, s_M = 1.923, M = -11, N = 5$$

Προσδιορίζουμε την κρίσιμη τιμή (cut-off):

- Σε επίπεδο σημαντικότητας 5%
- Σε βαθμούς ελευθερίας: $N - 1 = 5 - 1 = 4$

$$t_{\text{crit}} = 2.776$$

17

t-test κατά ζεύγη: Μελέτη σε διαφορετικά δωμάτια και επιδόσεις (VII)

$$\mu_M = 0, s_M = 1.923, M = -11, N = 5, df = 4$$

Συμπερασματολογία:

$$t(4) = -5.720, p = 0.00462 < 0.05$$

Τα άτομα όταν μελετούν σε διαφορετικά δωμάτια έχουν διαφορετικές επιδόσεις.

18

t-test κατά ζεύγη: Συστολική πίεση (mmHg) και χορήγηση φαρμάκου (I)

Άτομα	Συστολική πίεση πριν θεραπεία	Συστολική πίεση μετά θεραπεία	Παρατηρηθείσα διαφορά
1	160	164	-4
2	170	134	36
3	170	150	20
4	152	140	12
5	142	121	21
6	144	132	12
7	136	141	-5
8	147	153	-6
9	148	132	16
10	126	99	27
11	147	126	21
12	139	133	6

19

t-test κατά ζεύγη: Συστολική πίεση (mmHg) και χορήγηση φαρμάκου (II)

Έλεγχος Υπόθεσης:

H_0 : Δεν υπάρχει διαφορά στη συστολική πίεση πριν και μετά τη χορήγηση του φαρμάκου ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ($\delta=0$)

Vs

H_1 : Υπάρχει διαφορά στη συστολική πίεση πριν και μετά τη χορήγηση του φαρμάκου ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ($\delta \neq 0$)

Για να καταλήξω σε συμπέρασμα εφαρμόζω t-test κατά ζεύγη:

- Βρίσκω p-value
- Βρίσκω το 95% Διάστημα Εμπιστοσύνης της διαφοράς

ΑΠΟΡΡΙΠΤΩ H_0 αν p-value < 0.05

ή το **0** (η τιμή που υποδεικνύει η H_0) ΔΕΝ ανήκει στο 95% ΔΕ της διαφοράς

20

$$\bar{\delta} = 13, SE_{\delta} = 3,83$$

$$\text{➤ } 95\% \Delta\text{Ε: } \bar{\delta} \pm t * SE_{\delta} = 13 \pm 2,2 * 3.83$$

4,6 mmHg

21,4 mmHg

➤ p-value < 0,05

Ερμηνεία: Η χορήγηση του φαρμάκου μειώνει τη συστολική πίεση κατά μέσο όρο 13 mmHg, ενώ με 95% εμπιστοσύνη η πραγματική μέση υποτασική δραστηριότητα βρίσκεται μεταξύ 4,6 και 21,4 mmHg.

Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο 5% (p-value < 0,05 και το 0 δεν περιέχεται στο 95% ΔΕ).

Η συστολική πίεση διαφέρει σε στατιστικά σημαντικό βαθμό πριν και μετά τη χορήγηση του σκευάσματος.

21

t-test κατά ζεύγη: Σύγκριση επιπέδων ορμόνης σε δυο στάδια εγκυμοσύνης

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair	afp1	35.4723	115	13.14950	1.22620
1	afp2	157.5737	115	67.51891	6.29617

Paired Samples Test

		Paired Differences			95% Confidence Interval of the Difference			t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper				
Pair 1	afp1 - afp2	-122.101	63.77073	5.94665	-133.882	-110.321		-20.533	114	.000

Το $p < 0,001$, άρα υπάρχει διαφορά μεταξύ των επιπέδων της ορμόνης σε διαφορετικές χρονικές περιόδους κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης σε βαθμό ισχυρά στατιστικά σημαντικό.

22

Effectiveness of educational intervention on breast cancer knowledge and breast self-examination among female university students in Bangladesh: a pre-post quasi-experimental study

Rumpa Sarker¹, Md. Saiful Islam^{1,2}, Md. Sabrina Moonajilin¹, Mahmudur Rahman¹, Halley Alpha Giesecke^{1,2} and Paul R. Ward²

Table 2 Assessment of total difference in the knowledge of breast cancer among participants (pre-test vs. post-test)

Variables	Correct percentages	Mean	SD	(Min-Max)	r ^a	P-value
Knowledge about symptoms of breast cancer (total score = 8)						
Post-test	79.4%	6.35	1.15	(2.88–3.09)	42.343	<0.001
Pre-test	37.4%	2.99	1.05	(6.24–6.46)		
Differences	42.0%	3.36	1.59	–		
Knowledge about risks of breast cancer (total score = 10)						
Post-test	75.6%	7.56	1.04	(3.23–3.47)	52.161	<0.001
Pre-test	33.5%	3.35	1.19	(7.46–7.67)		
Differences	42.1%	4.21	1.62	–		
Knowledge about treatment of breast cancer (total score = 6)						
Post-test	77.2%	4.63	0.84	(1.70–1.88)	45.211	<0.001
Pre-test	29.8%	1.79	0.90	(4.54–4.71)		
Differences	47.3%	2.84	1.26	–		

23

	Experimental group (N=43)	Control group (N=43)	Test and p values
	$\chi \pm SD$	$\chi \pm SD$	
Pre-test	48.28±14.06	46.72±18.26	p=0.660
Post-test	37.05±12.30	49.51±19.21	p=0.000**
	p=0.000**	p=0.002*	

*p<0.01; **p<0.001; ¹t = t-test for independent samples; ²t = paired-t test;

Acta Clin Croat 2019; 58:321-332

doi: 10.20471/acc.2019.58.02.16

Original Scientific Paper



THE EFFECT OF HOME CARE FOR STROKE PATIENTS AND EDUCATION OF CAREGIVERS ON THE CAREGIVER BURDEN AND QUALITY OF LIFE*

Hacer Gök Uğur¹ and Behice Erci²

¹Department of Public Health Nursing, Ondu University Faculty of Health Sciences, Ondu, Turkey;

²Department of Public Health Nursing, Isuzu University Nursing Faculty, Malatya, Turkey

SUMMARY – The aim of this study was to determine the effect of home care provided for stroke patients and education of caregivers on the caregiver burden and quality of life. The study was conducted by using a true experimental method with pre-test and post-test control group. The study included 43 experimental and 43 control patients and their caregivers. The Patient and Caregiver Description Form, Patient Problem Identifying Form, Caregiving Burden Scale and SF-36 Quality of Life Scale were used to collect data in the study. Nursing care was provided to the experimental group patients according to the model of daily living activities, while their caregivers received training and consultancy. In the control group, there was no such intervention. Percentage distribution, χ^2 , independent sample t-test, paired t-test, Mann-Whitney U test, and Wilcoxon signed-rank tests were used on statistical analyses. There was no significant difference in pre-test score means between experimental and control group caregivers. However, a statistically significant difference was found in all sub-dimensions of the quality of life scale between pre-test and post-test score means in the experimental group caregivers. This study results indicated that home care provided for stroke patients and education of caregivers decreased the caregiver burden and increased their quality of life.

24

Αν αντί t-test κατά ζεύγη χρησιμοποιούσαμε απλό t-test θα ήταν λάθος;

- Σε περιπτώσεις παρατηρήσεων κατά ζεύγη ενδείκνυται το t-test κατά ζεύγη, γιατί η δοκιμασία αυτή είναι πιο **ισχυρή** από το απλό t-test.
- Δηλαδή, **τεκμηριώνει** με μικρότερο αριθμό παρατηρήσεων την ενδεχόμενη στατιστική σημαντικότητα μιας πραγματικής διαφοράς.
- Αν δηλαδή εφαρμόσουμε **απλό t-test** και το αποτέλεσμα είναι **στατιστικά σημαντικό** τότε δεν είναι **διαβλητό** ενώ αν δεν προκύψει σημαντική διαφορά, αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι η δοκιμασία που επιλέχθηκε δεν έχει επαρκή ισχύ για να εντοπίσει τη διαφορά εφόσον αυτή υπάρχει στον πληθυσμό.