ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

«**Μεθοδολογία έρευνας και στατιστική**»

Μάθημα μεταπτυχιακού κύκλου σπουδών

Διάλεξη: **«Μη παραμετρικές συγκρίσεις»**

ΔΙΔΑΣΚΩΝ: Δρ. Αθανάσιος Λ. Τσιόκανος
Επ. Καθηγητής Βιοκινητικής

Εισαγωγή

- Οι μη παραμετρικές συγκρίσεις μεταξύ δυο δειγμάτων χρησιμοποιούνται όταν:

1. Οι μετρήσεις των μεταβλητών έχουν γίνει στην ονομαστική (nominal scale) ή στην τακτική κλίμακα (ordinal scale).

2. Οι μετρήσεις των μεταβλητών έχουν γίνει στην κλίμακα διαστήματος (interval scale) ή λόγου (ratio scale) αλλά δεν ισχύει η παραδοχή της κανονικότητας της μεταβλητής (παρουσιάζει σημαντική λοξότητα).

3. Οι μετρήσεις των μεταβλητών έχουν γίνει στην κλίμακα διαστήματος (interval scale) ή λόγου (ratio scale) αλλά δεν ισχύει η παραδοχή της ομοιογένειας των διακυμάνσεων (οι διασπορές των δύο υπό σύγκριση δειγμάτων της μεταβλητής είναι άνισες).

Εισαγωγή

- Οι μη παραμετρικοί έλεγχοι της σύγκρισης δύο δειγμάτων βασίζονται κυρίως στη διαφορά των διαμέσων (ως εκπροσώπων της κεντρικής τάσης) και οι τεχνικές ανάλυσης έχουν ως αφετηρία τη βαθμική σειρά των αρχικών τιμών.

- Θα εξετάσουμε:

- Τον σειριακό έλεγχο Man-Whitney (U) για δυο ανεξάρτητα δείγματα

- Τον σειριακό έλεγχο Wilcoxon (W) για δυο εξαρτημένα δείγματα

Σειριακός έλεγχος Mann-Witney (U)

- Στόχος του ελέγχου αυτού, που γίνεται για δυο ανεξάρτητα δείγματα, είναι ο υπολογισμός του στατιστικού U και ο έλεγχος (σε κάποιο βαθμό πιθανότητας α) αν τα δυο δείγματα διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τις βαθμικές σειρές.
- Η μηδενική υπόθεση συνίσταται στο ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των βαθμικών σειρών των δυο δειγμάτων.
- Ο έλεγχος αυτός αποτελεί το μέγιστο μη παραμετρικό ανάλογο του ελέγχου t για ανεξάρτητα δείγματα.

Σε αυτό τον έλεγχο ακολουθούνται τα εξής βήματα:

1. Οι αρχικές τιμές X των δύο ομάδων μπαίνουν σε κοινή σειρά μεγέθους
2. Υπολογίζεται το άθροισμα των σειρών για κάθε ομάδα (ΣR_1 και ΣR_2)
3. Υπολογίζεται το στατιστικό U για την κάθε ομάδα από τους τύπους:

$$U_1=N_1N_2+[N_1(N_1+1)/2]-\Sigma R_1$$

$$U_2=N_1N_2+[N_2(N_2+1)/2]-\Sigma R_2$$

όπου N_1N_2 τα πλήθη των ανεξάρτητων δειγμάτων

4. Εξετάζεται η στατιστική σημαντικότητα του U

Σειριακός έλεγχος Mann-Witney (U)
(στατιστική σημαντικότητα του U)

Άμεσος έλεγχος (για N ≤ 20)

Στον πίνακα Μ ελέγχεται η σημαντικότητα της μικρότερης από τις δυο τιμές U

με επίπεδο πιθανότητας α
με πλήθη των δυο ομάδων N_1 και N_2
η κρίσιμη τιμή είναι Uc

οπότε:
αν U ≤ Uc τότε απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση (διαφορά στατιστικά σημαντική)

αν U > Uc τότε δεχόμαστε τη μηδενική υπόθεση (διαφορά στατιστικά μη σημαντική)

Σειριακός έλεγχος Mann-Witney (U)
(στατιστική σημαντικότητα του U)

<u>Έμμεσος έλεγχος (για N > 20)</u>

Ελέγχεται η σημαντικότητα οποιασδήποτε από τις δυο τιμές U έμμεσα με βάση το στατιστικό:

$$Z = \frac{U - \frac{N_1 N_2}{2}}{\sqrt{\frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12}}}$$

Συγκρίνεται η υπολογισθείσα τιμή Z με την κρίσιμη Zc (με αυτήν που αντιστοιχεί στην πιθανότητα α)

αν Z ≥ Zc τότε απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση (διαφορά στατιστικά σημαντική)

αν Z < Zc τότε δεχόμαστε τη μηδενική υπόθεση (διαφορά στατιστικά μη σημαντική).

Σειριακός έλεγχος Mann-Witney (U)
(ένα παράδειγμα*)

Σε αγώνα δρόμου 10 km σε ανώμαλο έδαφος με δυο ομάδες δρομέων με 10 αθλητές η καθεμιά, είχαμε την εξής κατάταξη σε θέσεις για την κάθε ομάδα:

Ομάδα 1	1	3	4	7	8	9	11	14	15	17
Ομάδα 2	2	5	6	10	12	13	16	18	19	20

Το ζητούμενο είναι να ελεγχθεί (σε επίπεδο $\alpha = 0.05$) αν οι δύο ομάδες διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ως προς τις επιδόσεις τους.

1) Οι επιδόσεις είναι ήδη σε σειρά μεγέθους
2) $\Sigma R_1 = 89$ και $\Sigma R_2 = 121$
3) Το στατιστικό U για τη κάθε ομάδα είναι

$U_1 = (10)(10) + [10(10 + 1)/2] - 89 = 100 + 55 - 89 = 66$

$U_2 = (10)(10) + [10(10 + 1)/2] - 121 = 100 + 55 - 121 = 34$

Η μικρότερη τιμή U είναι η $U_2 = 34$

* Από το βιβλίο του Γ. Βαγενά «Στατιστικές εφαρμογές στη Φ.Α. και στον Αθλητισμό», Αθήνα, 1995.

Σειριακός έλεγχος Mann-Witney (U)
(ένα παράδειγμα*)

Επειδή $N_1+N_2=20$ ο έλεγχος γίνεται άμεσα με βάση τις κρίσιμες τιμές U στον πίνακα Μ.

Με $\alpha = 0.05$

Με $N_1 = 10$ και $N_2 = 10$

Η κρίσιμη τιμή είναι $Uc = 23$

Και επειδή $U=34 > Uc= 23$, δεχόμαστε τη μηδενική υπόθεση (η διαφορά στατιστικά μη σημαντική), άρα οι δύο ομάδες δε διαφέρουν σημαντικά ως προς την τελική κατάταξη.

* Από το βιβλίο του Γ. Βαγενά «Στατιστικές εφαρμογές στη Φ.Α. και στον Αθλητισμό», Αθήνα, 1995.

Πίνακας Μ

Παράρτημα Μ - Κρίσιμες τιμές U για τον έλεγχο **Mann-Whitney**

Πιθανότητες : **p = 0.05** για μονόπλευρο και **p = 0.10** για δίπλευρο έλεγχο.

N_1 \ N_2 →	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20
1											0
2	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4
3	3	4	5	5	6	7	7	8	9	9	11
4	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	18
5	9	11	12	13	15	16	18	19	20	22	25
6	12	14	16	17	19	21	23	25	26	28	32
7	15	17	19	21	24	26	28	30	33	35	39
8	18	20	23	26	28	31	33	36	39	41	47
9	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	54
10	24	27	31	34	37	41	44	48	51	55	62
11	27	31	34	38	42	46	50	54	57	61	69
12	30	34	38	42	47	51	55	60	64	68	77
13	33	37	42	47	51	56	61	65	70	75	84
14	36	41	46	51	56	61	66	71	77	82	92
15	39	44	50	55	61	66	72	77	83	88	100
16	42	48	54	60	65	71	77	83	89	95	107
17	45	51	57	64	70	77	83	89	96	102	115
18	48	55	61	68	75	82	88	95	102	109	123
19	51	58	65	72	80	87	94	101	109	116	130
20	54	62	69	77	84	92	100	107	115	123	138

Πιθανότητες : **p = 0.025** για μονόπλευρο και **p = 0.05** για δίπλευρο έλεγχο.

N_1 \ N_2 →	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20
1											0
2	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2
3	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	8
4	4	5	6	7	8	9	10	11	11	12	13
5	7	8	9	11	12	13	14	15	17	18	20
6	10	11	13	14	16	17	19	21	22	24	27
7	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	34
8	15	17	19	22	24	26	29	31	34	36	41
9	17	20	23	26	28	31	34	37	39	42	48
10	20	23	26	29	33	36	39	42	45	48	55
11	23	26	30	33	37	40	44	47	51	55	62
12	26	29	33	37	41	45	49	53	57	61	69
13	28	33	37	41	45	50	54	59	63	67	76
14	31	36	40	45	50	55	59	64	67	74	83
15	34	39	44	49	54	59	64	70	75	80	90
16	37	42	47	53	59	64	70	75	81	86	98
17	39	45	51	57	63	67	75	81	87	93	105
18	42	48	55	61	67	74	80	86	93	99	112
19	45	52	58	65	72	78	85	92	99	106	119
20	48	55	62	69	76	83	90	98	105	112	127

Πιθανότητες : **p = 0.01** για μονόπλευρο και **p = 0.02** για δίπλευρο έλεγχο.

	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20
1											
2					0	0	0	0	0	0	1
3	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	5
4	3	3	4	5	5	6	7	7	8	9	10
5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16
6	7	8	9	11	12	13	15	16	18	19	22
7	9	11	12	14	16	17	19	21	23	24	28
8	11	13	15	17	20	22	24	26	28	30	34
9	14	16	18	21	23	26	28	31	33	36	40
10	16	19	22	24	27	30	33	36	38	41	47
11	18	22	25	28	31	34	37	41	44	47	53
12	21	24	28	31	35	38	42	46	49	53	60
13	23	27	31	35	39	43	47	51	55	59	67
14	26	30	34	38	43	47	51	56	60	65	73
15	28	33	37	42	47	51	56	61	66	70	80
16	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	87
17	33	38	44	49	55	60	66	71	77	82	93
18	36	41	47	53	59	65	70	76	82	88	100
19	38	44	50	56	63	69	75	82	88	94	107
20	40	47	53	60	67	73	80	87	93	100	114

Από τους Man, H. B. & Whitney, D. R. (1947). On a test of whether one or two random variables is stochastically larger than the other. Annals of Mathematical Statistics, 18 : 52-54. Μετά από άδεια του Institute of Mathematical Statistics.

Σειριακός έλεγχος Mann-Witney (U)
(ένα παράδειγμα στο SPSS)

Θα εξετάσουμε τα δεδομένα από ένα πείραμα που σχεδιάστηκε για να εξετάσει αν οι άνδρες και οι γυναίκες διαφέρουν ως προς την έμφαση που δίνουν στη σπουδαιότητα της εξωτερικής εμφάνισης (ελκυστικότητας) του συντρόφου τους.

Παλιότερες έρευνες έδειξαν ότι οι άνδρες έδιναν μεγαλύτερη σημασία στην εξωτερική εμφάνιση απ' ότι οι γυναίκες.

Όμως διαφημιστικές τάσεις και κοινωνικοί λόγοι ίσως σήμερα να έχουν διαφοροποιήσει τα πράγματα.

Στο πείραμά μας άνδρες και γυναίκες κλήθηκαν να απαντήσουν με βάση μια δεκάβαθμη κλίμακα στη σπουδαιότητα που δίνουν στην εξωτερική εμφάνιση (μεταξύ 10 άλλων χαρακτηριστικών) του ιδανικού συντρόφου.

Η υπόθεσή μας είναι ότι άνδρες και γυναίκες διαφέρουν στη σπουδαιότητα που αποδίδουν στην εξωτερική εμφάνιση.

Σειριακός έλεγχος Mann-Witney (U)
(ένα παράδειγμα στο SPSS)

SEX 1 = male 2 = female	RATING
1	4
1	6
1	5
1	8
1	5
1	2
1	4
1	4
1	5
1	7
1	5
1	4
1	3
1	3
1	5
1	3
1	3
1	8
1	6
1	4
2	4
2	2
2	7
2	4
2	6
2	7
2	5
2	2
2	6
2	6
2	6
2	6
2	3
2	5
2	7

SEX 1 = male 2 = female	RATING
2	4
2	6
2	6
2	7
2	8

Τα δεδομένα παρουσιάζονται στον πίνακα παραπλεύρως

Σειριακός έλεγχος Mann-Witney (U)
(ένα παράδειγμα στο SPSS)

Αφού εισάγουμε τα δεδομένα με ανεξάρτητη μεταβλητή (Sex) και εξαρτημένη (Rating) θα προβούμε στην ανάλυση:

Analyze → Nonparametric Tests → 2 Independent Samples → στο παράθυρο διαλόγου που ανοίγει βάζουμε στο Test Variable List τη μεταβλητή Rating και στο Grouping Variable την Sex, και στο Define Groups βάζουμε αντίστοιχα 1 και 2.

Ως Test Type μαρκάρουμε μόνο το Mann-Whitney U.

Στη συνέχεια OK για να εκτελεστεί η ανάλυση.

Σειριακός έλεγχος Mann-Witney (U)
(ένα παράδειγμα στο SPSS)

Ranks

	Sex of subject	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Rating of the importance of body as characteristic in a partner	Male	20	17,88	357,50
	Female	20	23,13	462,50
	Total	40		

Αυτό το μέρος των αποτελεσμάτων δεν μας ενδιαφέρει ιδιαίτερα. Το πρόγραμμα αφού ταξινόμησε τις τιμές κατά μέγεθος για την κάθε ομάδα μας παρουσιάζει τη μέση βαθμική σειρά για την κάθε ομάδα για να δούμε σε ποια ομάδα αυτή φαίνεται μεγαλύτερη σε σχέση με την άλλη.

Σειριακός έλεγχος Mann-Witney (U)
(ένα παράδειγμα στο SPSS)

Test Statistics[b]

	Rating of the importance of body as characteristic in a partner
Mann-Whitney U	147,500
Wilcoxon W	357,500
Z	-1,441
Asymp. Sig. (2-tailed)	,150
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,157[a]

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Sex of subject

Η υπολογισμένη τιμή U για το Mann-Whitney U Test είναι 147.500 ενώ η τιμή του επιπέδου σημαντικότητας (δίπλευρος έλεγχος) είναι 0.157.
Επειδή αυτό το επίπεδο σημαντικότητας δεν είναι μικρότερο από το 0.05, δεν απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση, και άρα δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

Δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ ανδρών και γυναικών στη σπουδαιότητα που αποδίδουν στην εξωτερική εμφάνιση του συντρόφου (U = 147.500, N1 = 20, N2 = 20, p = 0.157, two-tailed).

Σειριακός έλεγχος Wilcoxon (W)

- Ο έλεγχος του Wilcoxon ενδείκνυται για περιπτώσεις που τα αρχικά δεδομένα δυο εξαρτημένων δειγμάτων X_1 και X_2 μιας μεταβλητής X έχουν μεν καταγραφεί υπό τη μορφή ποσοτικών μεταβολών θετικής (+) και αρνητικής (-) κατεύθυνσης σε σειρά μεγέθους, αλλά δίνεται και το μέγεθος της μεταβολής μεταξύ του πρώτου (X_1) και του δευτέρου (X_2) δείγματος της μεταβλητής X.

- Στόχος του ελέγχου αυτού, που γίνεται για δυο εξαρτημένα δείγματα, είναι ο υπολογισμός του στατιστικού W και ο έλεγχος (σε κάποιο βαθμό πιθανότητας α) αν τα δυο δείγματα διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τις βαθμικές σειρές.

- Η μηδενική υπόθεση συνίσταται στο ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των βαθμικών σειρών των δυο δειγμάτων.

- Ο έλεγχος αυτός αποτελεί το μέγιστο μη παραμετρικό ανάλογο του ελέγχου t για εξαρτημένα δείγματα.

Σειριακός έλεγχος Wilcoxon (W)

Σε αυτό τον έλεγχο ακολουθούνται τα εξής βήματα:

1. Υπολογίζονται οι αλγεβρικές μεταβολές μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου δείγματος $d = X_2 – X_1$
2. Οι μεταβολές d ταξινομούνται σε σειρά μεγέθους (R) με βάση τις απόλυτες τιμές (δεν λαμβάνονται υπόψη τα πρόσημα)
3. Υπολογίζονται τα αθροίσματα των βαθμικών σειρών με θετικά (R+) και αρνητικά (R-) πρόσημα ξεχωριστά (ΣR+ και ΣR-) και λαμβάνουμε υπόψη το μικρότερο άθροισμα (W)

4. Εξετάζεται η στατιστική σημαντικότητα του μικρότερου αθροίσματος (W = ΣR+ και ΣR-)

Σειριακός έλεγχος Wilcoxon (W)
(στατιστική σημαντικότητα του W)

Άμεσος έλεγχος (για $N \leq 50$)

Στον πίνακα N ελέγχεται η σημαντικότητα της τιμής W

με επίπεδο πιθανότητας α
με πλήθος δείγματος N
η κρίσιμη τιμή είναι $Wc = W_{(\alpha, N)}$

οπότε:

αν $W \leq Wc$ τότε απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση (η διαφορά στατιστικά σημαντική)

αν $W > Wc$ τότε δεχόμαστε τη μηδενική υπόθεση (η διαφορά στατιστικά μη σημαντική)

Σειριακός έλεγχος Wilcoxon (W)

(στατιστική σημαντικότητα του W)

Έμμεσος έλεγχος (για N > 50)

Ελέγχεται η σημαντικότητα του μικρότερου αθροίσματος W έμμεσα με βάση το στατιστικό:

$$Z = \frac{W - \frac{N(N+1)}{4}}{\sqrt{\frac{N(N+1)(2N+1)}{24}}}$$

Συγκρίνεται η υπολογισθείσα τιμή Z με την κρίσιμη Zc (με αυτήν που αντιστοιχεί στην πιθανότητα α)

αν Z ≥ Zc τότε απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση (η διαφορά στατιστικά σημαντική)

αν Z < Zc τότε δεχόμαστε τη μηδενική υπόθεση (η διαφορά στατιστικά μη σημαντική).

Σειριακός έλεγχος Wilcoxon (W)

(ένα παράδειγμα*)

Μια ομάδα 10 αθλητών αξιολογήθηκε με ένα ειδικό ερωτηματολόγιο σε μια σύνθετη ιδιότητα συμπεριφοράς πριν (X_1) και μετά (X_2) τη συμμετοχή της σε έναν αγώνα και τα αποτελέσματα δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Αθλητές	Αξιολογήσεις		Μεταβολή	Βαθμικές Σειρές		
N	X_1	X_2	$d= X_2-X_1$	R	R+	R-
1	17	16	- 1	- 2		2
2	18	20	+ 2	+ 5	5	
3	10	13	+ 3	+ 8	8	
4	16	19	+ 3	+ 8	8	
5	13	14	+ 1	+ 2	2	
6	15	13	- 2	- 5		5
7	11	16	+ 5	+ 10	10	
8	15	16	+ 1	+ 2	2	
9	12	15	+ 3	+ 8	8	
10	10	12	+ 2	+ 5	5	
					ΣR+ = 48	ΣR- = 7

* Από το βιβλίο του Γ. Βαγενά «Στατιστικές εφαρμογές στη Φ.Α. και στον Αθλητισμό», Αθήνα, 1995.

Σειριακός έλεγχος Wilcoxon (W)
(ένα παράδειγμα*)

Επειδή η μεταβλητή X είναι μεν συνεχής, αλλά με μη κανονική κατανομή στον πληθυσμό, το ζητούμενο είναι να ελεγχθεί (σε επίπεδο α = 0.05) αν οι αθλητές ως προς τις επιδόσεις τους στις δύο αξιολογήσεις διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

1) Οι αλγεβρικές μεταβολές δίνονται στη στήλη του πίνακα $d = X_2 – X_1$
2) Οι μεταβολές d ταξινομήθηκαν σε σειρά μεγέθους με βάση τις απόλυτες τιμές (στήλη R)
3) Τα αθροίσματα είναι ΣR+ = 48 και ΣR- = 7

Το μικρότερο άθροισμα είναι η W = ΣR- = 7

* Από το βιβλίο του Γ. Βαγενά «Στατιστικές εφαρμογές στη Φ.Α. και στον Αθλητισμό», Αθήνα, 1995.

Σειριακός έλεγχος Wilcoxon (W)
(ένα παράδειγμα*)

Επειδή N=10 ο έλεγχος γίνεται άμεσα με βάση τις κρίσιμες τιμές W στον πίνακα N.

με $\alpha = 0.05$

με $N = 10$

η κρίσιμη τιμή είναι $Wc = W_{(0.05,10)} = 8$

Και επειδή $W=7 < Wc= 8$, απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση (η διαφορά στατιστικά σημαντική), άρα οι δύο αξιολογήσεις διαφέρουν σημαντικά ως προς τη σύνθετη ιδιότητα συμπεριφοράς Χ.

* Από το βιβλίο του Γ. Βαγενά «Στατιστικές εφαρμογές στη Φ.Α. και στον Αθλητισμό», Αθήνα, 1995.

Πίνακας Ν

Παράρτημα Ν - Κρίσιμες τιμές **W** για τον έλεγχο **Wilcoxon**

(έλεγχος διπλής κατεύθυνσης)

N	0.05	0.02	0.01	N	0.05	0.02	0.01
6	1			28	117	102	92
7	2	0		29	127	111	100
8	4	2	0	30	137	120	109
9	6	3	2	31	148	130	118
10	8	5	3	32	159	141	128
11	11	7	5	33	171	151	138
12	14	10	7	34	183	162	149
13	17	13	10	35	195	174	160
14	21	16	13	36	208	186	171
15	25	20	16	37	222	198	183
16	30	24	19	38	235	211	195
17	35	28	23	39	250	224	208
18	40	33	28	40	264	238	221
19	46	38	32	41	279	252	234
20	52	43	37	42	295	267	248
21	59	49	43	43	311	281	262
22	66	56	49	44	327	297	277
23	73	62	55	45	344	313	292
24	81	69	61	46	361	329	307
25	90	77	67	47	379	345	323
26	98	85	76	48	397	362	339
27	107	93	84	49	415	380	356
				50	434	398	373

Από το : F. Wilcoxon (1947). "Probability Tables for individual comparisons in Ranking Method. Biometrics, 3 : 114-122. Έχει ζητηθεί άδεια.

Σειριακός έλεγχος Wilcoxon (W)
(ένα παράδειγμα στο SPSS)

Η αστυνομία πολλές φορές χρησιμοποιεί ένα σύστημα με υπολογιστές για τη σύνθεση του πορτρέτου κακοποιών για αναγνώρισή τους από αυτόπτες μάρτυρες, γνωστό ως E-FIT.

Ένα ενδιαφέρον πείραμα πραγματοποιήθηκε: στους συμμετέχοντες προβλήθηκε βίντεο με μια σκηνοθετημένη μικροκλοπή και μετά ζητήθηκε να συνθέσουν με το E-FIT την εικόνα του κακοποιού. Μετά τους ζητήθηκε να αξιολογήσουν την ομοιότητα της σύνθεσης με το πρόσωπο του κακοποιού που θυμόταν από την παρακολούθηση του βίντεο.

Μετά τους παρουσιάστηκε μια φωτογραφία του κακοποιού και πάλι τους ζητήθηκε να αξιολογήσουν την ομοιότητά της με την E-FIT εικόνα.

Η υπόθεση που καλούμαστε να ελέγξουμε (one-tailed) είναι ότι οι βαθμοί αξιολόγησης της E-FIT του κακοποιού θα πλεονεκτούν όταν ανακαλούμε το πρόσωπο του κακοποιού με τη μνήμη μας παρά όταν βλέπουμε τη φωτογραφία του κακοποιού.

Οι εξαρτημένες μεταβλητές είναι τακτικής κλίμακας και οι βαθμοί είναι από το 1 ως το 7 (1=πολύ καλή ομοιότητα, 7=δεν υπάρχει ομοιότητα).

Σειριακός έλεγχος Wilcoxon (W)

(ένα παράδειγμα στο SPSS)

E-FIT RATING 1 (from memory)	E-FIT RATING 2 (from photograph)
3	6
3	4
3	5
5	6
2	3
4	3
5	3
5	3
4	3
3	3
2	3
6	6
5	3
4	3
3	3
3	5
4	5
3	2
4	5
3	5
3	2
5	6
3	4
4	3
4	4
4	2
4	5
3	3
5	3
4	3
3	2
3	3
6	4
3	3
3	2
3	3

E-FIT RATING 1 (from memory)	E-FIT RATING 2 (from photograph)
2	4
2	5
5	6
3	5
6	4
2	3
5	5
4	2
3	5
3	2
5	6
4	2

Τα δεδομένα παρουσιάζονται στον πίνακα παραπλεύρως

Σειριακός έλεγχος Wilcoxon (W)
(ένα παράδειγμα στο SPSS)

Αφού εισάγουμε τα δεδομένα με τις δυο εξαρτημένες μεταβλητές (E-FIT RATING 1-from memory) και (E-FIT RATING 1-from photograph) θα προβούμε στην ανάλυση:

Analyze → Nonparametric Tests → 2 Related Samples → στο παράθυρο διαλόγου που ανοίγει βάζουμε στο Test Pair(s) List τις δυο μεταβλητές

Ως Test Type μαρκάρουμε μόνο το Wilcoxon.

Στη συνέχεια OK για να εκτελεστεί η ανάλυση.

Σειριακός έλεγχος Wilcoxon (W)
(ένα παράδειγμα στο SPSS)

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Efit rating 2 - Efit rating 1	Negative Ranks	19[a]	20,26	385,00
	Positive Ranks	20[b]	19,75	395,00
	Ties	9[c]		
	Total	48		

a. Efit rating 2 < Efit rating 1

b. Efit rating 2 > Efit rating 1

c. Efit rating 2 = Efit rating 1

Αυτό το μέρος των αποτελεσμάτων δεν μας ενδιαφέρει ιδιαίτερα. Το πρόγραμμα στην αρχή υπολόγισε τις διαφορές των τιμών του κάθε υποκειμένου στις δυο καταστάσεις, μετά τις ταξινόμησε κατά σειρά μεγέθους ως απόλυτες τιμές (ανεξαρτήτως προσήμου) και παραβλέποντας τις τυχόν μηδενικές διαφορές. Αφού έγινε η ενιαία ταξινόμηση ξαναμπήκαν τα πρόσημα. Έτσι εδώ, με τα mean ranks φαίνεται αν η βαθμική σειρά με τις θετικές διαφορές είναι υψηλότερη ή μικρότερη από την αντίστοιχη με τις αρνητικές διαφορές, ή είναι σχεδόν ίσες (όπως εδώ).

Σειριακός έλεγχος Wilcoxon (W)

(ένα παράδειγμα στο SPSS)

Test Statistics[b]

	Efit rating 2 - Efit rating 1
Z	-,072[a]
Asymp. Sig. (2-tailed)	,943

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Η υπολογισμένη τιμή Z για το Wilcoxon W Test είναι -0.072. Η τιμή του επιπέδου σημαντικότητας (δίπλευρος έλεγχος) είναι 0.943, όμως επειδή εμείς κάναμε μονόπλευρο έλεγχο η ζητούμενη τιμή είναι 0.943/2 = 0.4715 Επειδή αυτό το επίπεδο σημαντικότητας δεν είναι μικρότερο από το 0.05, δεν απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση, και άρα δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

Δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο συνθηκών (Z = - 0.072, N-ties =39, p = 0.4715, one-tailed).

Βιβλιογραφία

- **Βαγενάς Γ. (1995). *Στατιστικές εφαρμογές στη φυσική αγωγή και στον αθλητισμό*. Αθήνα.**

- **Green S.B., Salkind N.J., Akey T.M. (1997). *Using SPSS for Windows: Analyzing and Understanding Data*. Prentice-Hall Inc, Upper Saddle River, NJ.**

- **Kinnear P.R., Gray C.D. (1997). *SPSS for Windows Made Simple.* Psychology Press Ltd, East Sussex, UK.**

- **Brace N., Kemp R., Snelgar R. (2000). *SPSS for Psychologists.* Palgrave, N.Y.**