

Παραδείγματα στην πολλαπλή γραμμική εξάρτηση και την πολλαπλή λογαριθμιστική εξάρτηση

Γιώτα Τουλούμη

Καθηγήτρια Βιοστατιστικής και Επιδημιολογίας
Εργ. Υγιεινής, Επιδημιολογίας και Ιατρικής Στατιστικής
Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ
gtouloum@med.uoa.gr

Βάνα Σύψα

Καθηγήτρια Επιδημιολογίας και Ιατρικής Στατιστικής
Εργ. Υγιεινής, Επιδημιολογίας και Ιατρικής Στατιστικής
Ιατρική Σχολή, ΕΚΠΑ
vsipsa@med.uoa.gr



Παράδειγμα

Επίδραση μολύβδου στο ανάστημα παιδιών

- 522 παιδιά σχολικής ηλικίας από 3 περιοχές (Λαύριο, Ελευσίνα, Λουτράκι)
- Στον πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του τελικού μοντέλου εξάρτησης του αναστήματος παιδιών από ορισμένους προγνωστικούς παράγοντες
 1. Επηρεάζει η έκθεση σε μόλυβδο το ανάστημα των παιδιών;
 2. Ερμηνεύστε τους συντελεστές εξάρτησης υπόλοιπων μεταβλητών. Ποιες μεταβλητές σχετίζονται με το ανάστημα στατιστικά σημαντικά;

Παράγοντες	Συντ. Εξ. (b)	SE(b)	t-test	P
Μόλυβδος (μg/dl)	-0,086	0,037	-2,34	0,020
Φύλο				
	Κατηγορία αναφοράς			
Αγόρι				
Κορίτσι	-0,616	0,426	-1,45	0,149
Ανάστημα πατέρα (cm)				
	0,233	0,032	7,27	<0,001
Επάγγελμα πατέρα				
	Κατηγορία αναφοράς			
Ανειδίκευτος				
Ειδικευμένος	2,038	0,487	4,18	<0,001
Ηλικία παιδιού (έτη)				
	4,654	0,275	16,93	<0,001
Αιμοσφαιρίνη (g/dl)				
	0,736	0,235	3,14	0,002
Πόλη διαμονής				
	Κατηγορία αναφοράς			
Λουτράκι				
Λαύριο	1,179	0,719	1,64	0,102
Ελευσίνα	-0,214	0,612	-0,35	0,726
Σταθερά	36,280	6,607	5,49	<0,001
R ² = 0,45]				

Επηρεάζει η έκθεση σε μόλυβδο το ανάστημα των παιδιών;

- Τα επίπεδα μολύβδου σχετίζονται στατιστικά σημαντικά με ανάστημα παιδιών ($p=0,020$)
- Πιο συγκεκριμένα, για **10** $\mu\text{g}/\text{dl}$ αύξηση στα επίπεδα **μολύβδου** παρατηρείται μέση μείωση του αναστήματος του παιδιού κατά **0,86** cm ανεξάρτητα από το φύλο, την ηλικία, την αιμοσφαιρίνη και τον τόπο διαμονής του παιδιού, καθώς και το ανάστημα και το επάγγελμα του πατέρα
- Παρά τον έλεγχο για διάφορους παράγοντες που επηρεάζουν το ανάστημα του παιδιού και μπορεί να δρουν σαν πιθανοί συγχυτικοί παράγοντες, τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι η έκθεση σε μόλυβδο επηρεάζει αρνητικά και σε βαθμό στατιστικά σημαντικό το ανάστημα των παιδιών

Παράγοντες	Συντ. Εξ. (b)	SE(b)	t-test	P
<i>Μόλυβδος</i> (μg/dl)	-0,086	0,037	-2,34	0,020
<i>Φύλο</i>				
Αγόρι			Κατηγορία αναφοράς	
Κορίτσι	-0,616	0,426	-1,45	0,149
<i>Ανάστημα πατέρα</i> (cm)	0,233	0,032	7,27	<0,001
<i>Επάγγελμα πατέρα</i>				
Ανειδίκευτος			Κατηγορία αναφοράς	
Ειδικευμένος	2,038	0,487	4,18	<0,001
<i>Ηλικία παιδιού</i> (έτη)	4,654	0,275	16,93	<0,001
<i>Αιμοσφαιρίνη</i> (g/dl)	0,736	0,235	3,14	0,002
<i>Πόλη διαμονής</i>				
Λουτράκι			Κατηγορία αναφοράς	
Λαύριο	1,179	0,719	1,64	0,102
Ελευσίνα	-0,214	0,612	-0,35	0,726
<i>Σταθερά</i>	36,280	6,607	5,49	<0,001
$R^2 = 0,45$				

Ποσοτικές μεταβλητές: Ανάστημα πατέρα

- Για **1 cm** αύξηση στο **ανάστημα του πατέρα** παρατηρείται **στατιστικά σημαντική μέση αύξηση** του αναστήματος του παιδιού κατά **0,233 cm** ανεξάρτητα από τα επίπεδα μόλυβδου, το φύλο, την ηλικία, την αιμοσφαιρίνη και τον τόπο διαμονής του παιδιού, καθώς και το επάγγελμα του πατέρα.

Παράγοντες	Συντ. Εξ. (b)	SE(b)	t-test	P
<i>Μόλυβδος</i> (μg/dl)	-0,086	0,037	-2,34	0,020
<i>Φύλο</i>				
Αγόρι		Κατηγορία αναφοράς		
Κορίτσι	-0,616	0,426	-1,45	0,149
<i>Ανάστημα πατέρα</i> (cm)	0,233	0,032	7,27	<0,001
<i>Επάγγελμα πατέρα</i>				
Ανειδίκευτος		Κατηγορία αναφοράς		
Ειδικευμένος	2,038	0,487	4,18	<0,001
<i>Ηλικία παιδιού</i> (έτη)	4,654	0,275	16,93	<0,001
<i>Αιμοσφαιρίνη</i> (g/dl)	0,736	0,235	3,14	0,002
<i>Πόλη διαμονής</i>				
Λουτράκι		Κατηγορία αναφοράς		
Λαύριο	1,179	0,719	1,64	0,102
Ελευσίνα	-0,214	0,612	-0,35	0,726
<i>Σταθερά</i>	36,280	6,607	5,49	<0,001
$R^2 = 0,45$				

Ποσοτικές μεταβλητές: Ηλικία παιδιού

- Για κάθε έτος αύξησης της **ηλικίας** του παιδιού παρατηρείται *στατιστικά σημαντική μέση αύξηση* του αναστήματος του παιδιού κατά **4,654** cm ανεξάρτητα από τα επίπεδα μόλυβδου, το φύλο, την αιμοσφαιρίνη και τον τόπο διαμονής του παιδιού, καθώς και το ανάστημα και το επάγγελμα του πατέρα.

Παράγοντες	Συντ. Εξ. (b)	SE(b)	t-test	P
<i>Μόλυβδος</i> (μg/dl)	-0,086	0,037	-2,34	0,020
<i>Φύλο</i>				
Αγόρι		Κατηγορία αναφοράς		
Κορίτσι	-0,616	0,426	-1,45	0,149
<i>Ανάστημα πατέρα</i> (cm)	0,233	0,032	7,27	<0,001
<i>Επάγγελμα πατέρα</i>				
Ανειδίκευτος		Κατηγορία αναφοράς		
Ειδικευμένος	2,038	0,487	4,18	<0,001
<i>Ηλικία παιδιού</i> (έτη)	4,654	0,275	16,93	<0,001
<i>Αιμοσφαιρίνη</i> (g/dl)	0,736	0,235	3,14	0,002
<i>Πόλη διαμονής</i>				
Λουτράκι		Κατηγορία αναφοράς		
Λαύριο	1,179	0,719	1,64	0,102
Ελευσίνα	-0,214	0,612	-0,35	0,726
<i>Σταθερά</i>	36,280	6,607	5,49	<0,001
$R^2 = 0,45$				

Ποσοτικές μεταβλητές: Αιμοσφαιρίνη

- Για **1 g/dl** αύξηση στην **αιμοσφαιρίνη** του παιδιού παρατηρείται **στατιστικά σημαντική μέση αύξηση** του αναστήματος του παιδιού κατά **0,736 cm** ανεξάρτητα από τα επίπεδα μόλυβδου, το φύλο, την ηλικία, τον τόπο διαμονής του παιδιού, καθώς και το ανάστημα και το επάγγελμα του πατέρα.

Παράγοντες	Συντ. Εξ. (b)	SE(b)	t-test	P
<i>Μόλυβδος</i> (μg/dl)	-0,086	0,037	-2,34	0,020
Φύλο				
Αγόρι		Κατηγορία αναφοράς		
Κορίτσι	-0,616	0,426	-1,45	0,149
<i>Ανάστημα πατέρα</i> (cm)	0,233	0,032	7,27	<0,001
<i>Επάγγελμα πατέρα</i>				
Ανειδίκευτος		Κατηγορία αναφοράς		
Ειδικευμένος	2,038	0,487	4,18	<0,001
<i>Ηλικία παιδιού</i> (έτη)	4,654	0,275	16,93	<0,001
<i>Αιμοσφαιρίνη</i> (g/dl)	0,736	0,235	3,14	0,002
<i>Πόλη διαμονής</i>				
Λουτράκι		Κατηγορία αναφοράς		
Λαύριο	1,179	0,719	1,64	0,102
Ελευσίνα	-0,214	0,612	-0,35	0,726
<i>Σταθερά</i>	36,280	6,607	5,49	<0,001
$R^2 = 0,45$				

Ποιοτικές μεταβλητές 2 κατηγορίες: Φύλο

- Το ανάστημα των **κοριτσιών** είναι χαμηλότερο **από αυτό των αγοριών** κατά μέσο όρο κατά **0,616 cm** ανεξάρτητα από τα επίπεδα μόλυβδου, την αιμοσφαιρίνη, την ηλικία, τον τόπο διαμονής του παιδιού, καθώς και το επάγγελμα του πατέρα
- Η διαφορά μεταξύ των δύο φύλων **δεν** είναι στατιστικά σημαντική ($p=0,149$).

Παράγοντες	Συντ. Εξ. (b)	SE(b)	t-test	P
<i>Μόλυβδος</i> (μg/dl)	-0,086	0,037	-2,34	0,020
<i>Φύλο</i>				
Αγόρι		Κατηγορία αναφοράς		
Κορίτσι	-0,616	0,426	-1,45	0,149
<i>Ανάστημα πατέρα</i> (cm)	0,233	0,032	7,27	<0,001
<i>Επάγγελμα πατέρα</i>				
Ανειδίκευτος		Κατηγορία αναφοράς		
Ειδικευμένος	2,038	0,487	4,18	<0,001
<i>Ηλικία παιδιού</i> (έτη)	4,654	0,275	16,93	<0,001
<i>Αιμοσφαιρίνη</i> (g/dl)	0,736	0,235	3,14	0,002
<i>Πόλη διαμονής</i>				
Λουτράκι		Κατηγορία αναφοράς		
Λαύριο	1,179	0,719	1,64	0,102
Ελευσίνα	-0,214	0,612	-0,35	0,726
<i>Σταθερά</i>	36,280	6,607	5,49	<0,001
$R^2 = 0,45$				

Ποιοτικές με περισσότερες από 2 κατηγορίες

- **Λαύριο με Λουτράκι:**

- Τα παιδιά του **Λαυρίου** είναι υψηλότερα από τα παιδιά του **Λουτρακίου** κατά μέσο όρο κατά 1,179 cm, μετά τον έλεγχο για διαφορές ανάλογα με το φύλο, την ηλικία, τα επίπεδα μόλυβδου και αιμοσφαιρίνης καθώς και το ανάστημα και το επάγγελμα του πατέρα
- Η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική

- **Ελευσίνα με Λουτράκι**

- Η μέση διαφορά στο ανάστημα των παιδιών του **Λουτρακίου** και των παιδιών της **Ελευσίνας** είναι -0,214 cm (με τα παιδιά της Ελευσίνας να είναι χαμηλότερα), αφού ελήφθησαν υπόψη οι διαφορές που οφείλονται στο φύλο, στην ηλικία, στα επίπεδα μόλυβδου και αιμοσφαιρίνης καθώς και το ανάστημα και το επάγγελμα του πατέρα
- Η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική

Παράγοντες	Συντ. Εξ. (b)	SE(b)	t-test	P
<i>Μόλυβδος</i> (μg/dl)	-0,086	0,037	-2,34	0,020
<i>Φύλο</i>				
Αγόρι		Κατηγορία αναφοράς		
Κορίτσι	-0,616	0,426	-1,45	0,149
<i>Ανάστημα πατέρα</i> (cm)	0,233	0,032	7,27	<0,001
<i>Επάγγελμα πατέρα</i>				
Ανειδίκευτος		Κατηγορία αναφοράς		
Ειδικευμένος	2,038	0,487	4,18	<0,001
<i>Ηλικία παιδιού</i> (έτη)	4,654	0,275	16,93	<0,001
<i>Αιμοσφαιρίνη</i> (g/dl)	0,736	0,235	3,14	0,002
<i>Πόλη διαμονής</i>				
Λουτράκι		Κατηγορία αναφοράς		
Λαύριο	1,179	0,719	1,64	0,102
Ελευσίνα	-0,214	0,612	-0,35	0,726
Σταθερά	36,280	6,607	5,49	<0,001

$R^2 = 0,45$

Σταθερά

Εκφράζει τη μέση τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής (δηλαδή του αναστήματος των παιδιών) όταν οι υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές πάρουν την τιμή 0 (αν πρόκειται για ποσοτικές) ή αφορούν την κατηγορία αναφοράς (αν πρόκειται για ποιοτικές μεταβλητές)

Αν δεν σας δινόταν η τιμή του ρ , πως θα αξιολογούσατε αν οι μεταβλητές είναι στατιστικά σημαντικές;

- Υπολογισμός 95%CI του b :

$$b \pm 1.96 * se(b)$$

- Αν **δεν περιλαμβάνεται το 0** εντός των ορίων, τότε ο συντελεστής b διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το 0 \rightarrow επομένως η αντίστοιχη μεταβλητή συσχετίζεται **στατιστικά σημαντικά** με την εξαρτημένη (ανάστημα παιδιού)

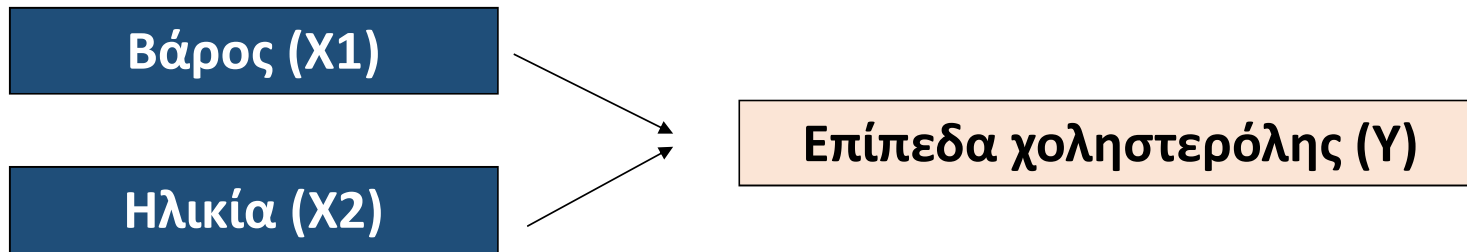
Ερμηνεία R^2

$$R^2=0.45$$

Οι μεταβλητές που έχουν εισαχθεί
στο μοντέλο εξηγούν το 45% της μεταβλητότητας του αναστήματος των παιδιών

Παράδειγμα

Επίδραση βάρους και ηλικίας στα επίπεδα χοληστερόλης



Επίδραση βάρους και ηλικίας στα επίπεδα χοληστερόλης

	b	SE(b)
Μοντέλο 1 (R²=0.07)		
Βάρος	1.622	0.7
Μοντέλο 2 (R²=0.70)		
Ηλικία	5.321	1.1
Μοντέλο 3 (R²=0.71)		
Βάρος	0.417	0.3
Ηλικία	5.217	1.0

A) Τι εκφράζουν οι συντελεστές εξάρτησης της ηλικίας στα μοντέλα 2 και 3;

$$Y=575+5,321*\text{ηλικία}$$

Αύξηση της ηλικίας κατά 1 έτος συσχετίζεται με αύξηση της χοληστερόλης του όρου κατά μέσο όρο κατά 5,321 mg/100 ml

$$Y=77,93+0,417*\text{βάρος}+5,217*\text{ηλικία}$$

Δεδομένου ότι ελέγχουμε για το βάρος (ή για δεδομένη τιμή του βάρους) :

Αύξηση της ηλικίας κατά 1 έτος συσχετίζεται με αύξηση της χοληστερόλης του όρου κατά μέσο όρο κατά 5,217 mg/ 100 ml

B) Συγκρίνετε τα 3 μοντέλα

Ηλικία → Χοληστερόλη

	$b_{\text{ηλικίας}}$	$SE_{\text{ηλικίας}}$	$t = b_{\text{ηλικίας}} / SE_{\text{ηλικίας}}$
Χωρίς έλεγχο βάρους (Μοντέλο 2)	5,321	1,1	4,837
Με έλεγχο βάρους (Μοντέλο 3)	5,217	1,0	5,217

B.E. = $n-2 = 23$ (μοντέλο 2)

B.E. = $n-3 = 22$ (μοντέλο 3)

BE	10%	5%	1%	0,1%
23	1,72	2,07	2,81	3,77

5.217
4.837

Άρα και στις 2 περιπτώσεις $P < 0,1\%$

Πίνακας t-κατανομής

df	0.10	0.05	0.025	0.01
2	2.9200	4.3027	6.2054	9.9250
3	2.3534	3.1824	4.1765	5.8408
4	2.1318	2.7765	3.4954	4.6041
5	2.0150	2.5706	3.1634	4.0321
6	1.9432	2.4469	2.9687	3.7074
7	1.8946	2.3646	2.8412	3.4995
8	1.8595	2.3060	2.7515	3.3554
9	1.8331	2.2622	2.6850	3.2498
10	1.8125	2.2281	2.6338	3.1693
11	1.7959	2.2010	2.5931	3.1058
12	1.7823	2.1788	2.5600	3.0545
13	1.7709	2.1604	2.5326	3.0123
14	1.7613	2.1448	2.5096	2.9768
15	1.7531	2.1315	2.4899	2.9467
16	1.7459	2.1199	2.4729	2.9208
17	1.7396	2.1098	2.4581	2.8982
18	1.7341	2.1009	2.4450	2.8784
19	1.7291	2.0930	2.4334	2.8609
20	1.7247	2.0860	2.4231	2.8453
21	1.7207	2.0796	2.4138	2.8314
22	1.7171	2.0739	2.4055	2.8188
23	1.7139	2.0687	2.3979	2.8073
24	1.7109	2.0639	2.3910	2.7970
25	1.7081	2.0595	2.3846	2.7874
26	1.7056	2.0555	2.3788	2.7787
27	1.7033	2.0518	2.3734	2.7707
28	1.7011	2.0484	2.3685	2.7633
29	1.6991	2.0452	2.3638	2.7564
30	1.6973	2.0423	2.3596	2.7500
31	1.6955	2.0395	2.3556	2.7440
32	1.6939	2.0369	2.3518	2.7385
33	1.6924	2.0345	2.3483	2.7333
34	1.6909	2.0322	2.3451	2.7284
35	1.6896	2.0301	2.3420	2.7238
36	1.6883	2.0281	2.3391	2.7195
37	1.6871	2.0262	2.3363	2.7154
38	1.6860	2.0244	2.3337	2.7116
39	1.6849	2.0227	2.3313	2.7079
40	1.6839	2.0211	2.3289	2.7045
41	1.6829	2.0195	2.3267	2.7012
42	1.6820	2.0181	2.3246	2.6981
43	1.6811	2.0167	2.3226	2.6951

Βάρος → Χοληστερόλη

	$b_{\text{βάρους}}$	$SE_{\text{βάρους}}$	$t = b_{\text{βάρους}} / SE_{\text{βάρους}}$
Χωρίς έλεγχο ηλικίας (Μοντέλο 1)	1,622	0,7	2,317
Με έλεγχο ηλικίας (Μοντέλο 3)	0,417	0,3	1,39

B.E. = $n-2 = 23$ (μοντέλο 1)

B.E. = $n-3 = 22$ (μοντέλο 3)

BE	10%	5%	1%	0,1%
<u>23</u>	<u>1,71</u>	<u>2,07</u>	<u>2,81</u>	<u>3,77</u>

$2,07 < 2,317 < 2,81$
 $1\% < P < 5\%$

BE	10%	5%	1%	0,1%
<u>22</u>	<u>1,72</u>	<u>2,07</u>	<u>2,81</u>	<u>3,77</u>

$1.39 < 1,72$
 $P > 10\%$

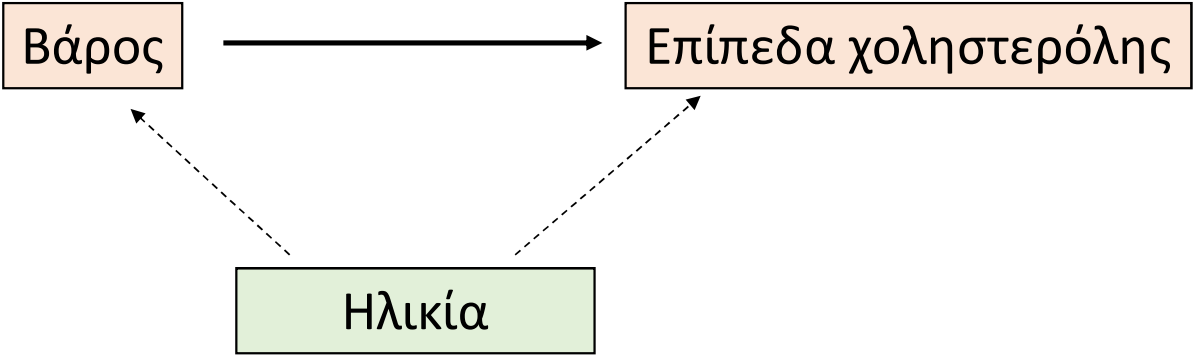
Βάρος \rightarrow Χοληστερόλη

Συμπέρασμα:

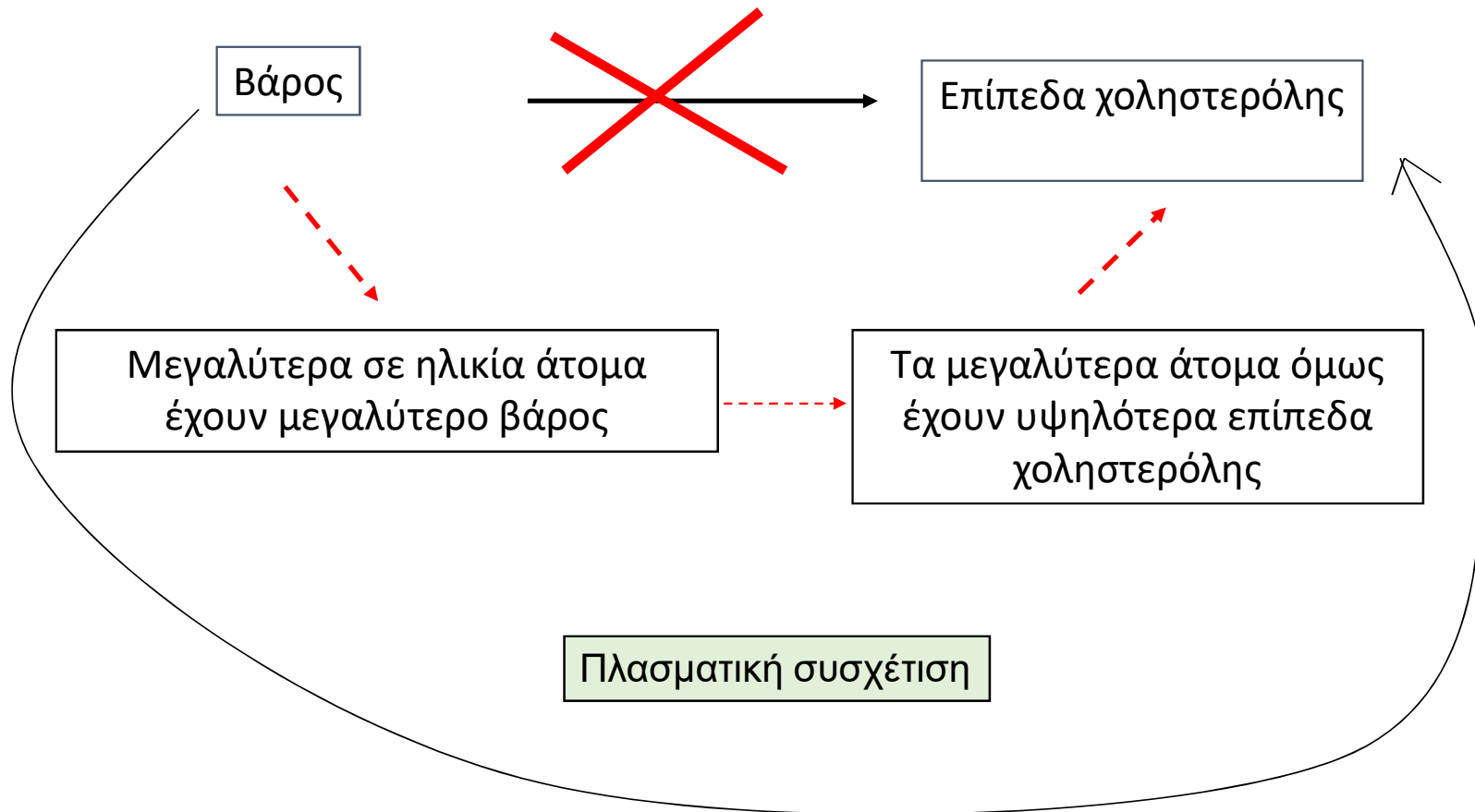
Ο έλεγχος για ηλικία μετέτρεψε τον συντελεστή μερικής εξάρτησης του βάρους σε μη στατιστικά σημαντικό

Γιατί;

Ηλικία συγχυτικός παράγοντας στη σχέση βάρους-χοληστερόλης



Ηλικία συγχυτικός παράγοντας στη σχέση βάρους-χοληστερόλης



Γ) Σχολιάστε τις τιμές του R^2

R^2 : Ποσοστό μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής που μπορεί να ερμηνευτεί (ή να αποδοθεί) στη μεταβλητότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών

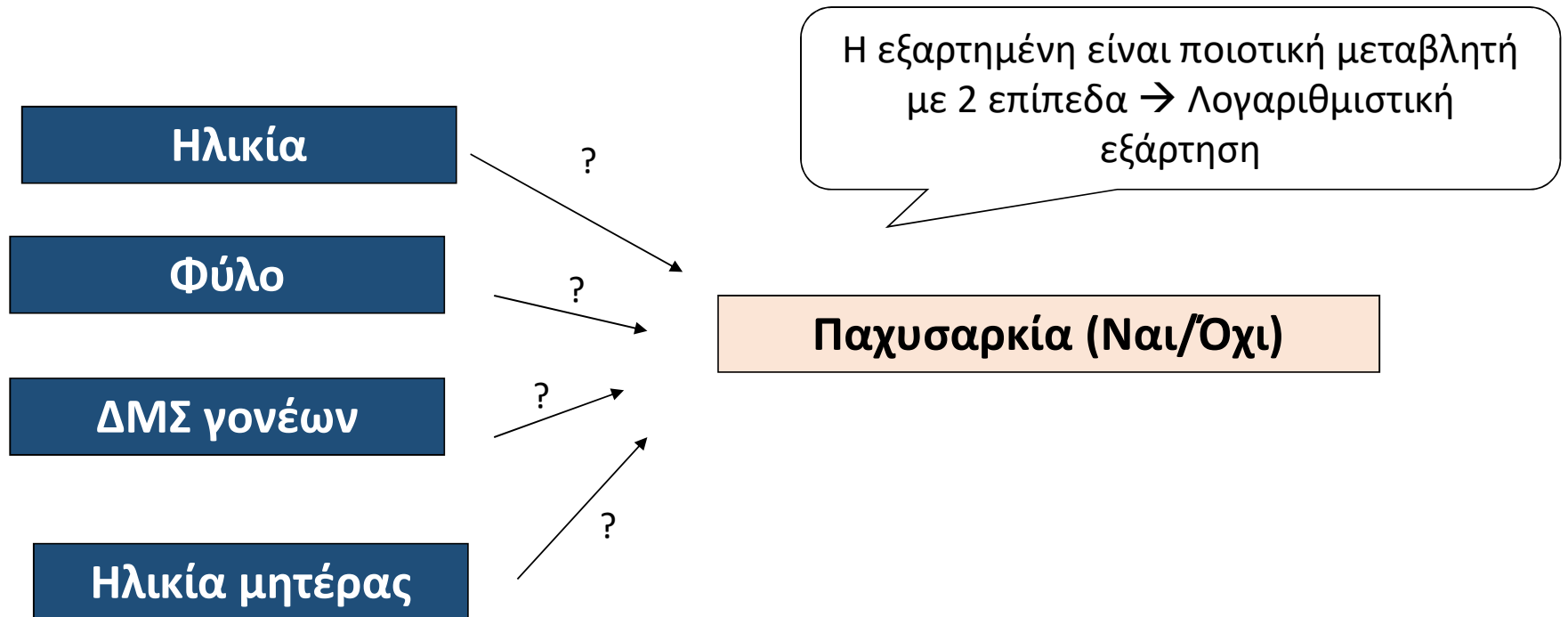
Μοντέλο 3 (ηλικία + βάρος)	$R^2 = 0,7055$ 70,55%
Μοντέλο 1 (βάρος)	$R^2 = 0,0704$ 7,04%
Μοντέλο 2 (ηλικία)	$R^2 = 0,7012$ 70,12%

Μοντέλο 2 και Μοντέλο 3 → Μικρή διαφορά στο R^2

Μοντέλο 1 και Μοντέλο 3 → Μεγάλη διαφορά στο R^2

Παράδειγμα

Προγνωστικοί παράγοντες παχυσαρκίας



Ερμηνεύστε τους σχετικούς λόγους (odds ratios)

<u>Παράγοντας</u>	<u>b</u>	<u>OR</u>	<u>95% CI</u>	<u>P</u>
Ηλικία μαθητή				
Παιδική ηλικία		Κατηγορία αναφοράς		
Πρώτη εφηβεία	-0,15	0,86	0,67-1,11	0,244
Εφηβεία	-1,06	0,35	0,23-0,52	<0,001
Φύλο μαθητή				
Αγόρι		Κατηγορία αναφοράς		
Κορίτσι	-0,31	0,73	0,58-0,92	0,007
ΔΜΣ γονέων				
Δύο γονείς φυσιολογικού βάρους		Κατηγορία αναφοράς		
1 γονέας υπέρβαρος /παχύσαρκος	0,65	1,92	1,39-2,64	<0,001
Δύο γονείς υπέρβαροι /παχύσαρκοι	1,45	4,29	3,00-6,13	<0,001
Ηλικία μητέρας (έτη)	-0,04	0,96	0,94-0,99	0,002

Έφηβοι vs. παιδική ηλικία

- Οι **έφηβοι** έχουν 0,35 φορές **μικρότερο** κίνδυνο για την εμφάνιση παχυσαρκίας σε σχέση με τα **παιδιά**, ανεξάρτητα από το φύλο τους, το ΔΜΣ των γονιών και την ηλικία της μητέρας, με τη διαφορά αυτή να είναι *στατιστικά σημαντική*
- Ισοδύναμα, οι έφηβοι, σε σχέση με τα παιδιά, έχουν μειωμένο κατά $(1-0,35=)$ 65% κίνδυνο να εμφανίσουν παχυσαρκία ανεξάρτητα από το φύλο τους, το ΔΜΣ των γονιών και την ηλικία της μητέρας, με τη διαφορά αυτή να είναι *στατιστικά σημαντική*

Πρώτη εφηβεία vs. παιδική ηλικία

- Τα **παιδιά** έχουν 0,86 φορές **μικρότερο** κίνδυνο για την εμφάνιση παχυσαρκίας **κατά τη διάρκεια της πρώτης εφηβείας σε σχέση με την παιδική ηλικία**, ανεξάρτητα από το φύλο τους, το ΔΜΣ των γονιών και την ηλικία της μητέρας, με τη διαφορά αυτή όμως να μην είναι στατιστικά σημαντική
- Ισοδύναμα τα παιδιά κατά τη διάρκεια της πρώτης εφηβείας έχουν μειωμένο κίνδυνο κατά $(1-0,86=)$ 14% να είναι παχύσαρκα

Παράγοντας	b	OR	95% CI	P
<i>Ηλικία μαθητή</i>				
Παιδική ηλικία		Κατηγορία αναφοράς		
Πρώτη εφηβεία	-0,15	0,86	0,67-1,11	0,244
Εφηβεία	-1,06	0,35	0,23-0,52	<0,001
<i>Φύλο μαθητή</i>				
Αγόρι		Κατηγορία αναφοράς		
Κορίτσι	-0,31	0,73	0,58-0,92	0,007
<i>ΔΜΣ γονέων</i>				
Δύο γονείς φυσιολογικού βάρους		Κατηγορία αναφοράς		
1 γονέας υπέρβαρος /παχύσαρκος	0,65	1,92	1,39-2,64	<0,001
Δύο γονείς υπέρβαροι /παχύσαρκοι	1,45	4,29	3,00-6,13	<0,001
<i>Ηλικία μητέρας</i> (έτη)	-0,04	0,96	0,94-0,99	0,002

Φύλο (κορίτσια vs. αγόρια)

- Τα **κορίτσια** έχουν **μειωμένη** κατά **27%** πιθανότητα εμφάνισης παχυσαρκίας **σε σχέση με τα αγόρια**, ανεξάρτητα από την ηλικία τους, το ΔΜΣ των γονιών και την ηλικία της μητέρας.
- Η πιθανότητα αυτή κυμαίνεται μεταξύ 8 – 42 % (με 95% βεβαιότητα)

Παράγοντας	b	OR	95% CI	P
Ηλικία μαθητή				
Παιδική ηλικία		Κατηγορία αναφοράς		
Πρώτη εφηβεία	-0,15	0,86	0,67-1,11	0,244
Εφηβεία	-1,06	0,35	0,23-0,52	<0,001
Φύλο μαθητή				
Αγόρι		Κατηγορία αναφοράς		
Κορίτσι	-0,31	0,73	0,58-0,92	0,007
ΔΜΣ γονέων				
Δύο γονείς φυσιολογικού βάρους		Κατηγορία αναφοράς		
1 γονέας υπέρβαρος /παχύσαρκος	0,65	1,92	1,39-2,64	<0,001
Δύο γονείς υπέρβαροι /παχύσαρκοι	1,45	4,29	3,00-6,13	<0,001
Ηλικία μητέρας (έτη)	-0,04	0,96	0,94-0,99	0,002

ΔΜΣ γονέων

- Ένα παιδί που έχει και τους **δύο γονείς υπέρβαρους** έχει **τετραπλάσιο** (4,29 φορές μεγαλύτερο) κίνδυνο ανάπτυξης παχυσαρκίας, σε σχέση με ένα παιδί του οποίου και οι δύο γονείς έχουν **φυσιολογικό βάρος**, ελέγχοντας για την ηλικία και το φύλο του παιδιού καθώς και την ηλικία της μητέρας.
- Ο αντίστοιχος κίνδυνος όταν μόνον **ο ένας γονέας είναι υπέρβαρος** είναι 1,92, δηλ έχει **διπλάσιο** κίνδυνο ή αυξημένη κατά 92% πιθανότητα.
- Όλες αυτές οι συγκρίσεις είναι στατιστικά σημαντικές.
- Γενικά, παρατηρείται η τάση η πιθανότητα εμφάνισης παχυσαρκίας στα παιδιά να αυξάνει ανάλογα με το αν ο ένας ή και οι δύο γονείς των παιδιών είναι παχύσαρκοι.

Παράγοντας	b	OR	95% CI	P
<i>Ηλικία μαθητή</i>				
Παιδική ηλικία		Κατηγορία αναφοράς		
Πρώτη εφηβεία	-0,15	0,86	0,67-1,11	0,244
Εφηβεία	-1,06	0,35	0,23-0,52	<0,001
<i>Φύλο μαθητή</i>				
Αγόρι		Κατηγορία αναφοράς		
Κορίτσι	-0,31	0,73	0,58-0,92	0,007
<i>ΔΜΣ γονέων</i>				
Δύο γονείς φυσιολογικού βάρους		Κατηγορία αναφοράς		
1 γονέας υπέρβαρος /παχύσαρκος	0,65	1,92	1,39-2,64	<0,001
Δύο γονείς υπέρβαροι /παχύσαρκοι	1,45	4,29	3,00-6,13	<0,001
<i>Ηλικία μητέρας (έτη)</i>	-0,04	0,96	0,94-0,99	0,002

Ηλικία μητέρας

- Η ηλικία της μητέρας σχετίζεται σε βαθμό στατιστικά σημαντικό με το κίνδυνο ανάπτυξης παχυσαρκίας του παιδιού, ελέγχοντας για πιθανούς συγχυτικούς παράγοντες (φύλο, ηλικία, ΔΜΣ γονέων).
- Συγκεκριμένα για κάθε έτος αύξησης της ηλικίας της μητέρας η πιθανότητα εμφάνισης παχυσαρκίας στο παιδί μειώνεται κατά 4%

B) Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν τη συχνότητα παχυσαρκίας

- Σύμφωνα με τη στατιστική σημαντικότητα των μεταβλητών, **όλες** οι παράμετροι που παρουσιάζονται στο πίνακα αποτελεσμάτων της έρευνας φαίνεται να επηρεάζουν σε βαθμό στατιστικά σημαντικό τη συχνότητα εμφάνισης παχυσαρκίας στους μαθητές.
- Ιδιαίτερα επιβαρυντικός παράγοντας φαίνεται να είναι η σωματική διάπλαση των γονέων – αντανακλά οικογενειακές διατροφικές συνήθειες.

Αν δεν σας δινόταν η τιμή του p , πως θα αξιολογούσατε αν οι μεταβλητές είναι στατιστικά σημαντικές;

- Η μηδενική υπόθεση είναι $b=0$. Μιας και χρησιμοποιούμε τα odds ratio (e^b) εξετάζουμε την υπόθεση

$$\text{odds ratio}=1$$

- Αν δεν περιλαμβάνεται το 1 εντός των ορίων του 95% CI, τότε το odds ratio διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το 1 → επομένως η αντίστοιχη μεταβλητή συσχετίζεται στατιστικά σημαντικά με την παχυσαρκία

**Παράδειγμα:
Εμβόλιο MMR και
κίνδυνος αυτισμού**

MMR vaccination and pervasive developmental disorders: a case-control study

Liam Smeeth, Claire Cook, Eric Fombonne, Lisa Heavey, Laura C Rodrigues, Peter G Smith, Andrew J Hall

Summary

Background Concern that measles-mumps-rubella (MMR) vaccination might cause autism has led to a fall in vaccine coverage. We investigated whether MMR vaccination is associated with an increased risk of autism or other pervasive developmental disorders.

Methods We did a matched case-control study using the UK General Practice Research Database. Cases were people born in 1973 or later who had first recorded diagnosis of pervasive developmental disorder while registered with a contributing general practice between 1987 and 2001. Controls were matched on age, sex, and general practice.

Findings 1294 cases and 4469 controls were included. 1010 cases (78·1%) had MMR vaccination recorded before diagnosis, compared with 3671 controls (82·1%) before the age at which their matched case was diagnosed. After adjustment for age at joining the database, the odds ratio for association between MMR and pervasive developmental disorder was 0·86 (95% CI 0·68–1·09). Findings were similar when restricted to children with a diagnosis of autism, to those vaccinated with MMR before the third birthday, or to the period before media coverage of the hypothesis linking MMR with autism.

Interpretation Our findings suggest that MMR vaccination is not associated with an increased risk of pervasive developmental disorders.

Lancet 2004; 364: 963–69

Department of Epidemiology and Population Health (Liam Smeeth MRCGP); Department of Infectious and Tropical Diseases (C Cook MSc, Prof L C Rodrigues PhD, Prof P G Smith DSc, Prof A J Hall FRCP); London School of Hygiene and Tropical Medicine, London, UK; Department of Psychiatry, McGill University, Montreal Children's Hospital, Canada (Prof E Fombonne FRCPsych); and Institute of Psychiatry, Kings College, London, UK (L Heavey PhD)

Correspondence to: Dr Liam Smeeth, Department of Epidemiology and Population Health, London School of Hygiene and Tropical Medicine, London WC1E 7HT, UK
autism@lshtm.ac.uk

	Unadjusted OR (95% CI)	Adjusted OR (95% CI)*	p (for adjusted OR)
MMR vaccination before index date			
At any age			
No MMR vaccination	(1.0)		
Vaccinated with MMR	0.73 (0.59–0.91)	0.86 (0.68–1.09)	0.21
Before and after third birthday			
No MMR vaccination	(1.0)		
MMR vaccination before third birthday	0.75 (0.60–0.95)	0.90 (0.70–1.15)	0.39
MMR vaccination after third birthday	0.68 (0.50–0.94)	0.77 (0.55–1.08)	0.13
Before and after age 18 months			
No MMR vaccination	(1.0)		
MMR vaccination before 18 months	0.76 (0.60–0.96)	0.90 (0.70–1.15)	0.39
MMR vaccination after 18 months	0.69 (0.54–0.89)	0.80 (0.61–1.05)	0.11

OR=odds ratio. *Adjusted for age joined GPRD.

Table 2: Association between PDD and MMR vaccination before index date, before and after third birthday, and before and after age 18 months

Αυτή την εργασία (ή άλλες με παρόμοιο θέμα) μπορείτε να τις βρείτε στην Pubmed

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

Πχ



The screenshot shows the PubMed interface. At the top, there is a blue header with the NIH logo and 'National Library of Medicine' text. Below this is the PubMed logo and a search bar containing the text 'mmr and smeeth and lancet'. To the right of the search bar is a 'Search' button. Below the search bar are links for 'Advanced', 'Create alert', and 'Create RSS', and a 'User Gui' link. Below the search bar, it says 'Found 1 result for *mmr and smeeth and lancet*'. There are buttons for 'Save', 'Email', 'Send to', and 'Display options'. The main content area shows a citation: '> Lancet. 2004 Sep;364(9438):963-9. doi: 10.1016/S0140-6736(04)17020-7.' Below this is the title 'MMR vaccination and pervasive developmental disorders: a case-control study'. The authors listed are 'Liam Smeeth¹, Claire Cook, Eric Fombonne, Lisa Heavey, Laura C Rodrigues, Peter G Smith, Andrew J Hall'. There are links for 'Affiliations + expand', 'PMID: 15364187', and 'DOI: 10.1016/S0140-6736(04)17020-7'. The 'Abstract' section is partially visible, starting with 'Background: Concern that measles-mumps-rubella (MMR) vaccination might cause autism has led to a fall in vaccine coverage. We investigated whether MMR vaccination is associated with an increased risk of autism or other pervasive developmental disorders.' and 'Methods: We did a matched case-control study using the UK General Practice Research Database. Cases were people born in 1973 or later who had first recorded diagnosis of pervasive developmental disorder while registered with a contributing general practice between 1987 and 2001. Controls were matched on age, sex, and general practice.' On the right side of the page, there are sections for 'FULL TEXT LINKS' with a button for 'THE LANCET FULLTEXT ARTICLE', 'ACTIONS' with buttons for 'Cite' and 'Collections', 'SHARE' with icons for Twitter, Facebook, and LinkedIn, and 'PAGE NAVIGATION' with a button for 'Title & authors' and a link for 'Abstract'.

Παράδειγμα

Καφές, κάπνισμα και Ca πνεύμονα

- Ανάμεσα στα άτομα με καρκίνο του πνεύμονα (cases) οι 61 είναι καπνιστές (νυν και πρώην) και πίνουν πάνω από 1 φλιτζάνι καφέ την ημέρα, 7 είναι μη καπνιστές και πίνουν πάνω από 1 φλιτζάνι καφέ την ημέρα, ενώ 17 δεν πίνουν καφέ και δεν καπνίζουν.
- Στο δείγμα 105 υγιών ατόμων (controls) οι 15 είναι καπνιστές (νυν και πρώην) και πίνουν πάνω από 1 φλιτζάνι καφέ την ημέρα, 18 είναι μη καπνιστές και πίνουν πάνω από 1 φλιτζάνι καφέ την ημέρα, ενώ 64 δεν πίνουν καφέ και δεν καπνίζουν.
- Υπάρχει σχέση ανάμεσα στον **καρκίνο του πνεύμονα** και στην **κατανάλωση καφέ;**

Καφές και καρκίνος πνεύμονα

	Καφές		Σύνολο
	Ναι	Όχι	
Ασθενείς	68 (68%)	32 (32%)	100
Υγιείς	33 (31%)	72 (69%)	105

$\chi^2=26$ (B.E.=1) → στατιστικά σημαντικό

$OR=(68*72)/(32*33)=4.64$

Με διαστρωμάτωση ανάλογα με το κάπνισμα

Μη Καπνιστές

	Καφές	
	Ναι	Όχι
Ασθενείς	7 (29%)	17
Υγιείς	18 (22%)	64

$$\chi^2=0,2 \text{ (B.E.=1)}$$

$$OR_1=(7*64)/(17*18)=1,46$$

Καπνιστές

	Καφές	
	Ναι	Όχι
Ασθενείς	61 (80%)	15
Υγιείς	15 (65%)	8

$$\chi^2=1,5 \text{ (B.E.=1)}$$

$$OR_2=(61*8)/(15*15)=2,17$$

Μη στατιστικά σημαντικά

Με λογαριθμιστική παλινδρόμηση

- Καφές και καρκίνος:

	b	$SE(b)$	P	e^b
Καφές Ναι/όχι	1.53	0.30	<0.001	4.64

Με λογαριθμιστική παλινδρόμηση

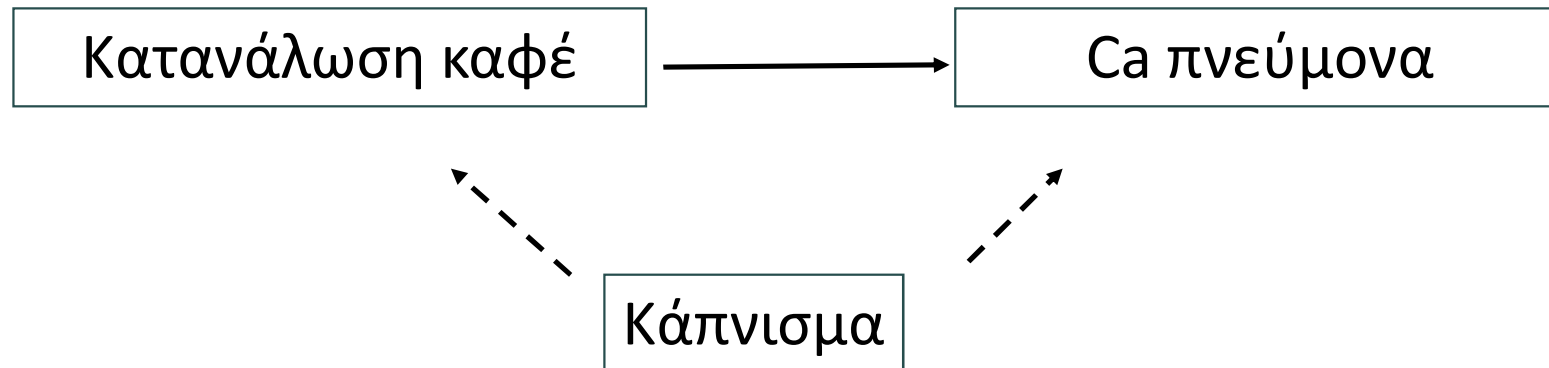
- Κάπνισμα και καρκίνος:

	b	SE(b)	P	e^b
Κάπνισμα Ναι/όχι	2.42	0.33	<0.001	11.3

Με λογαριθμιστική παλινδρόμηση:
και οι 2 μεταβλητές μαζί στο μοντέλο

	b	SE(b)	e^b	P
Καφές Ναι/όχι	0.57	0.37	1.8	0.120
Κάπνισμα Ναι/όχι	2.15	0.37	8.6	<0.001

Κάπνισμα: Συγχυτικός παράγοντας στη σχέση καφέ – Ca πνεύμονα



		smoke		
coffee		No	Yes	Total
No		81	23	104
		77.88%	22.12%	100.00%
Yes		25	76	101
		24.75%	75.25%	100.00%
Total		106	99	205
		51.71	48.29	100.00

$\chi^2=57.9$ $p<0.001$