

## Οι θεωρίες της «τουλάχιστον INUS συνθήκης» και της «αιτιακής πίτας» στις επιστήμες υγείας\*

Ι. Ζάχος,  
Λ. Σπάρος

Εργαστήριο Κλινικής Επιδημιολογίας,  
Τμήμα Νοσηλευτικής, Πανεπιστήμιο  
Αθηνών, Αθήνα

Theories of "at least INUS  
condition" and "causal pie"  
in health sciences

Abstract at the end of the article

1. Εισαγωγή
2. Αιτιότητα, νόμοι και επιστημονικές εξηγήσεις
3. Αιτιότητα και «τουλάχιστον INUS συνθήκης»
4. Το υπόδειγμα της «αιτιακής πίτας»
5. Συζήτηση των δύο υποδειγμάτων για την αιτία

### Λέξεις ευρετηρίου

Αναγκαία αιτία  
Αναγκαία συνθήκη  
Επαρκής αιτία  
Επαρκής συνθήκη  
INUS συνθήκη  
Συνιστώσα αιτία  
Υπόδειγμα της «αιτιακής πίτας»

Υποβλήθηκε 7.11.2003  
Εγκρίθηκε 21.11.2003

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έννοια της *αιτιότητας* (causation), δηλαδή της σχέσης ανάμεσα στην *αιτία* (cause) και το *αποτέλεσμα* (effect), είναι κάτι που ενώ συναντάται πολύ συχνά στην καθημερινή ζωή, παραμένει ακόμη ένα από τα μυστήρια του σύμπαντος. Ο άνθρωπος συμπεριφέρεται καθημερινά ως να είναι απόλυτα πεπεισμένος για την ύπαρξη αιτιακών σχέσεων μεταξύ διαφόρων φαινομένων (συμβάντων ή καταστάσεων), χωρίς όμως να είναι σε θέση να διατυπώσει έναν ικανοποιητικό ορισμό για αυτό που ονομάζει αιτία ή να περιγράψει τη σχέση που έχει η αιτία με το αποτέλεσμα.

Ο Αριστοτέλης (384–322 π.Χ.) ήταν ο πρώτος που ασχολήθηκε συστηματικά με την έννοια της αιτιότητας. Ο αρχαίος Έλληνας φιλόσοφος, στο έργο του «Φυσικά», υποστήριξε ότι η μεταβολή κάθε όντος μπορεί να εξηγηθεί με τη βοήθεια τεσσάρων προϋποθέσεων.<sup>1,2</sup> Οι προϋποθέσεις αυτές ονομάστηκαν αργότερα από τους μελετητές του αριστοτελικού έργου «αιτίες». Οι τέσσερις αριστοτελικές αιτίες είναι (α) η «ουσιαστική» αιτία, (β) η «ποιητική» αιτία, (γ) η «τελική» αιτία και (δ) η

«υλική» αιτία. Αυτοί οι όροι αποδόθηκαν στα αγγλικά ως formal, efficient, final και material cause, αντίστοιχα.

Για να καταστήσει σαφές αυτό που εννοούσε με τις τέσσερις προϋποθέσεις μεταβολής των όντων, χρησιμοποίησε ένα παράδειγμα από την καθημερινή ζωή. Το παράδειγμα ανέφερε ότι εάν κάποιος βρεθεί στο εργαστήριο του Πραξιτέλη την ώρα που κατασκευάζει το περίφημο άγαλμα του Ερμή, θα παρατηρήσει ότι ο γλύπτης έχει μπροστά του έναν όγκο μαρμάρου, από το οποίο θα κατασκευάσει τον ανδριάντα. Αυτός ο μαρμάρινος όγκος αποτελεί την «υλική» αιτία. Ο καλλιτέχνης, όμως, για να προχωρήσει στην εργασία του θα πρέπει να έχει στο νου του ένα πρότυπο (στη συγκεκριμένη περίπτωση την εικόνα του Ερμή), σύμφωνα με το οποίο θα προσπαθήσει να εξομοιώσει το μάρμαρο. Το πρότυπο αυτό αποτελεί την «ουσιαστική» αιτία. Για να κατασκευαστεί το άγαλμα, θα πρέπει, στη συνέχεια, ο καλλιτέχνης να κινήσει τα χέρια του για να χρησιμοποιήσει τη σμίλη. Η κίνηση αυτή αποτελεί την «ποιητική» αιτία, που έχει ως αρχή της τον ίδιο το γλύπτη, τον οποίο παρακινεί να εργαστεί η πρόθεσή του να πραγματοποιήσει το πρότυπο που έχει στο νου του. Όταν η εργασία τελειώσει, ο παρατηρητής θα έχει μπροστά του το άγαλμα του Ερμή. Αυτό ήταν το τελικά επιδιωκόμενο αποτέλεσμα για το οποίο πραγματοποιήθηκε η εργασία, το οποίο αποτελεί την «τελική» αιτία.

\* Μερική χρηματοδότηση: Ειδικός Λογαριασμός Κουδυλίων Έρευνας Πανεπιστημίου Αθηνών

Παρόλο που η προσέγγιση αυτή επικράτησε στη φιλοσοφία σχεδόν για 2000 χρόνια, σπάνια αναφέρεται στις σημερινές συζητήσεις. Ο κυριότερος λόγος είναι ότι η αντίληψη που είχε για την αιτία ο Αριστοτέλης περιελάμβανε όχι μόνο οντολογικά αλλά και τελλολογικά στοιχεία, κάτι που δεν είναι αποδεκτό στη σύγχρονη επιστήμη.<sup>3</sup>

Ο Hume\* κατάφερε να στρέψει το ενδιαφέρον της φιλοσοφικής συζήτησης από τις αριστοτελικές αιτίες, στην αντίληψη της αιτιότητας ως σχέσης μεταξύ συμβάντων. Ενώ οι περισσότεροι επιστήμονες και επιστημολόγοι που ασχολήθηκαν με το θέμα συμφώνησαν ότι η αιτιότητα είναι μια σχέση μεταξύ συμβάντων ή καταστάσεων, υπήρξε μεγάλη αντιπαράθεση ως προς τον τρόπο με τον οποίο θα μπορούσε να αναλυθεί η έννοια αυτή. Οι σημαντικότερες προσεγγίσεις που προτάθηκαν είναι οι ακόλουθες: (α) η *νομολογική ανάλυση* (nomological analysis), (β) η *ανάλυση μέσω υποθετικών προτάσεων του «μη πραγματικού»* (counterfactual analysis), (γ) η *ανάλυση μέσω της «δυνατότητας χειρισμού»* (manipulation analysis), (δ) η *πιθανολογική ανάλυση* (probabilistic analysis).<sup>5</sup> Οι προσεγγίσεις αυτές πήραν διάφορες μορφές, σε μια προσπάθεια να αντιμετωπίσουν τις δυσκολίες που προέκυψαν μέσα από τις συζητήσεις και τις αντιπαραθέσεις που ακολούθησαν.

## 2. ΑΙΤΙΟΤΗΤΑ, ΝΟΜΟΙ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΕΞΗΓΗΣΕΙΣ

Σύμφωνα με την πλέον διαδεδομένη μορφή νομολογικής ανάλυσης, αιτία ενός φαινομένου είναι τα περιστατικά που περιγράφονται στο σύνολο των συνθηκών (ή προϋποθέσεων ή όρων) εφαρμογής (antecedent conditions) μιας ορθής αιτιακής εξήγησης του φαινομένου αυτού.<sup>6</sup> Η έννοια αυτή της αιτίας ονομάζεται και *σημασιολογική* (semantic).<sup>7</sup>

Για παράδειγμα, κάποιος θα μπορούσε να ρωτήσει: «Ποια είναι η αιτία που οδήγησε στο σπάσιμο μιας κλωστής, όταν κρεμάστηκε από αυτήν ένα ορισμένο βάρος;».<sup>8</sup> Μία απάντηση στο ερώτημα μπορεί να δοθεί, εάν εφαρμοστεί το παρακάτω σχήμα της αιτιακής εξήγησης:

(L<sub>1</sub>) Για κάθε κλωστή με μια χαρακτηριστική δομή *S* υπάρχει ένα χαρακτηριστικό βάρος *w*, ώστε η κλωστή σπάει, αν επιβαρύνεται με βάρος μεγαλύτερο από *w*.

(L<sub>2</sub>) Για κάθε κλωστή με τη δομή *S*<sub>1</sub> το χαρακτηριστικό βάρος είναι 1 κιλό.

(C<sub>1</sub>) Αυτή είναι μια κλωστή με δομή *S*<sub>1</sub>.

(C<sub>2</sub>) Το βάρος που επιδρά σε αυτή την κλωστή είναι 2 κιλά.

(E) Η κλωστή σπάει.

Σε αυτή την περίπτωση, ως αιτία μπορεί να θεωρηθεί το σύνολο των περιστατικών που περιγράφονται στους όρους εφαρμογής (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>) της αιτιακής εξήγησης, ενώ ως αποτέλεσμα τα περιστατικά που περιγράφονται στο εξηγητέο (E).

Η σημασιολογική έννοια της αιτίας, όμως, έρχεται σε σαφή αντίθεση προς την καθημερινή ζωή, όπου η αιτία δεν ταυτίζεται πάντα με το σύνολο των περιστατικών που αποτελούν προϋποθέσεις εφαρμογής μιας επιστημονικής εξήγησης. Στην παραπάνω ερώτηση, για παράδειγμα, κάποιος θα μπορούσε να απαντήσει ότι η αιτία που οδήγησε την κλωστή να σπάσει ήταν το βάρος που επέδρασε πάνω της, ενώ, αντίθετα, κάποιος άλλος ότι αιτία ήταν μόνο η δομή της κλωστής. Επίσης, κάποιος τρίτος θα μπορούσε να υποστηρίξει ότι τα δύο παραπάνω από κοινού προκάλεσαν το συγκεκριμένο αποτέλεσμα. Τέλος, κάποιος τέταρτος θα μπορούσε να ισχυριστεί ότι το βάρος και η δομή της κλωστής ήταν στοιχεία κάποιου σύνθετου αιτιακού μηχανισμού και όχι από μόνα τους οι αιτίες που προκάλεσαν το αποτέλεσμα.

Πατί όμως προκύπτει αυτή η αντίθεση; Τα γεγονότα που αντιστοιχούν στο σύνολο των όρων εφαρμογής μιας αιτιακής εξήγησης προκαλούν πάντα το αποτέλεσμα. Είναι δηλαδή μια *επαρκής συνθήκη* (sufficient condition) του αποτελέσματος. Στην καθημερινή ζωή, όμως, οι άνθρωποι δεν ενδιαφέρονται πάντα για επαρκείς συνθήκες. Για παράδειγμα, εάν επιδιώκεται η αποτροπή ενός αποτελέσματος, τότε ως αιτία οι περισσότεροι θα θεωρούσαν τη συνθήκη εκείνη που θα ήταν *αναγκαία* (necessary) για την εμφάνιση του αποτελέσματος, αφού, εάν αυτή απουσίαζε, δεν θα συνέβαινε το ανεπιθύμητο αποτέλεσμα.

Η έννοια της αιτίας στην καθημερινή ζωή ονομάζεται και *πραγματιστική έννοια* της αιτίας.<sup>7</sup> Το συγκεκριμένο περιεχόμενο της έννοιας αυτής, εάν δηλαδή η αιτία είναι επαρκής ή και αναγκαία συνθήκη του αποτελέσματος, όπως φάνηκε παραπάνω, εξαρτάται από το ιδιαίτερο ενδιαφέρον που έχει κάποιος να πετύχει ένα σκοπό ή να αποφύγει κάτι.

\* David Hume (1711-1776). Σκώτος φιλόσοφος και ιστορικός.

### 3. ΑΙΤΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ «ΤΟΥΛΑΧΙΣΤΟΝ ΙΝΟΥΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ»

Μια συστηματική ανάλυση της πραγματιστικής έννοιας της αιτίας επιχείρησε το 1965 ο Mackie\*\* στη μελέτη του “on causes and conditions”.<sup>9</sup> Ο Mackie προσπάθησε να άρει την πολυσημία που παρουσιάζει ο όρος «αιτία» στην καθημερινή ζωή και να δείξει ότι η έννοια αυτή μπορεί να συνδεθεί με τη νομολογική ανάλυση της αιτιότητας.<sup>9,10</sup>

Για να παρουσιάσει τι ακριβώς εννοούσε, χρησιμοποίησε το παρακάτω παράδειγμα: «Μια φωτιά εκδηλώθηκε σε ένα σπίτι, αλλά κατασβέστηκε πριν το σπίτι καταστραφεί ολοσχερώς. Οι εμπειρογνώμονες που ερευνούσαν την αιτία της φωτιάς, συμπέραναν ότι προκλήθηκε από ηλεκτρικό βραχυκύκλωμα. Ποια είναι η ακριβής σημασία της πρότασής τους ότι το βραχυκύκλωμα προκάλεσε την πυρκαγιά; Δεν είναι δυνατό να εννοούσαν ότι το βραχυκύκλωμα ήταν μια αναγκαία συνθήκη για την εκδήλωση της φωτιάς, εφόσον γνώριζαν ότι ένα βραχυκύκλωμα κάπου αλλού ή η ανατροπή μιας θερμάστρας πετρελαίου ή οποιοσδήποτε από ένα πλήθος άλλων παραγόντων θα μπορούσε να έχει οδηγήσει στο ίδιο αποτέλεσμα. Επίσης, δεν εννοούσαν ότι το βραχυκύκλωμα ήταν μια επαρκής συνθήκη της φωτιάς, γιατί εάν το βραχυκύκλωμα είχε συμβεί αλλά δεν υπήρχε εύφλεκτο υλικό σε κοντινή απόσταση, η φωτιά δεν θα είχε εκδηλωθεί. Αλλά και δεδομένης της παρουσίας και του βραχυκυκλώματος και του εύφλεκτου υλικού, η πυρκαγιά δεν θα είχε συμβεί, εάν υπήρχε ένας αποτελεσματικός αυτόματος πυροσβεστήρας τοποθετημένος στο κατάλληλο σημείο. Γίνεται φανερό ότι το βραχυκύκλωμα δεν ήταν μια συνθήκη ταυτόχρονα αναγκαία και επαρκής για τη φωτιά. Μάλιστα, δεν ήταν ούτε αναγκαία ούτε επαρκής για να προκληθεί αυτό το αποτέλεσμα. Με ποια έννοια, τότε, οι εμπειρογνώμονες ισχυρίστηκαν ότι το βραχυκύκλωμα προκάλεσε την πυρκαγιά».

Αυτό που εννοούσαν, σύμφωνα με τον Mackie, είναι ότι υπήρχε ένα σύνολο συνθηκών (set of conditions), οι οποίες συνδυαζόμενες με το βραχυκύκλωμα αποτέλεσαν μια σύνθετη συνθήκη (complex condition) που ήταν επαρκής για να εκδηλωθεί η φωτιά. Την επαρκή αυτή συνθήκη, επειδή δεν περιείχε περιττά στοιχεία, την ονόμασε ελάχιστη επαρκή συνθήκη (minimal sufficient condition). Παρότι όμως ήταν επαρκής, η συνθήκη αυτή

δεν ήταν αναγκαία, εφόσον η φωτιά θα μπορούσε να έχει προκληθεί και με άλλους τρόπους. Επίσης, οι εμπειρογνώμονες εννοούσαν ότι το βραχυκύκλωμα ήταν ένα απαραίτητο στοιχείο (indispensable part) αυτής της σύνθετης συνθήκης. Τα άλλα, δηλαδή, στοιχεία αυτής της συνθήκης, σε απουσία βραχυκυκλώματος, δεν θα είχαν προκαλέσει τη φωτιά. Με τον τρόπο αυτόν, το βραχυκύκλωμα αποτέλεσε ένα απαραίτητο στοιχείο μιας σύνθετης επαρκούς αλλά όχι αναγκαίας συνθήκης της φωτιάς. Αυτό δηλαδή που ονομάστηκε αιτία, ήταν ένα μη επαρκές (insufficient) αλλά αναγκαίο (necessary) στοιχείο μιας συνθήκης, η οποία από μόνη της ήταν μη αναγκαία (unnecessary) αλλά επαρκής (sufficient) για το αποτέλεσμα.

Λαμβάνοντας υπόψη τη σημασία των συνθηκών αυτών στη γνώση και τη συζήτηση περί αιτιότητας, θεώρησε πρακτικό να τους δώσει ένα βραχύ όνομα. Ονόμασε, λοιπόν, μια τέτοια συνθήκη (από τα αρχικά γράμματα των αγγλικών λέξεων *insufficient*, *necessary*, *unnecessary*, *sufficient*) με το αρκτικόλεξο *INUS*.

Ο Mackie, στο ίδιο άρθρο, έδωσε και μια πιο λεπτομερή ανάλυση της πρότασης ότι η αιτία είναι μια *INUS* συνθήκη, χρησιμοποιώντας τα παρακάτω σύμβολα. Συμβόλιζε με «Α» την *INUS* συνθήκη (στο παράδειγμα αντιστοιχεί με την εμφάνιση του βραχυκυκλώματος), ενώ με «Β» και «Γ» συμβόλιζε τις άλλες συνθήκες, οι οποίες μαζί με το Α σχηματίζουν μια επαρκή συνθήκη για την εμφάνιση του αποτελέσματος (στο παράδειγμα, Β θα μπορούσε να είναι η παρουσία εύφλεκτου υλικού και Γ η απουσία ενός κατάλληλα τοποθετημένου πυροσβεστήρα). Έτσι, η σύζευξη «ΑΒΓ» παριστάνει μια επαρκή συνθήκη του αποτελέσματος.

Παρόμοια, συμβόλιζε με «ΔΕΖ» και «ΗΘΙ» όλες τις άλλες ελάχιστες επαρκείς συνθήκες του συγκεκριμένου αποτελέσματος. Σύμφωνα με τον ίδιο συγγραφέα, εάν υπάρχει στην πραγματικότητα αναγκαία και επαρκής συνθήκη γι' αυτό το αποτέλεσμα, τότε η διάζευξη όλων των ελάχιστων επαρκών συνθηκών θα συνιστά μια αναγκαία και επαρκή συνθήκη. Σε αυτή την περίπτωση, ο τύπος «ΑΒΓ ή ΔΕΖ ή ΗΘΙ» θα παριστάνει μια αναγκαία και επαρκή συνθήκη του αποτελέσματος, όπου κάθε στοιχείο της διάζευξης, π.χ. το *ΑΒΓ*, θα παριστάνει μια ελάχιστη επαρκή συνθήκη, ενώ καθένα από τα στοιχεία που συζευγνύονται για να σχηματίσουν την κάθε ελάχιστη επαρκή συνθήκη, όπως το Α, θα παριστάνει μια *INUS* συνθήκη. Στην εικόνα 1α, κάθε κύκλος παριστάνει μια επαρκή συνθήκη, ενώ κάθε τμήμα του κύκλου παριστάνει μια *INUS* συνθήκη. Και οι τρεις κύκλοι μαζί παριστάνουν μια αναγκαία και επαρκή συνθήκη.

\*\* John Leslie Mackie (1917-1981). Αυστραλός φιλόσοφος. Δίδαξε στο Σίδνεϋ, στη Ν. Υόρκη και από το 1967 στην Οξφόρδη

Εάν αντικατασταθεί το «ΒΓ» με τον όρο «Χ» και ο τύπος «ΔΕΖ ή ΗΘΙ» με τον όρο «Υ», τότε η INUS συνθήκη μπορεί να οριστεί ως ακολούθως:

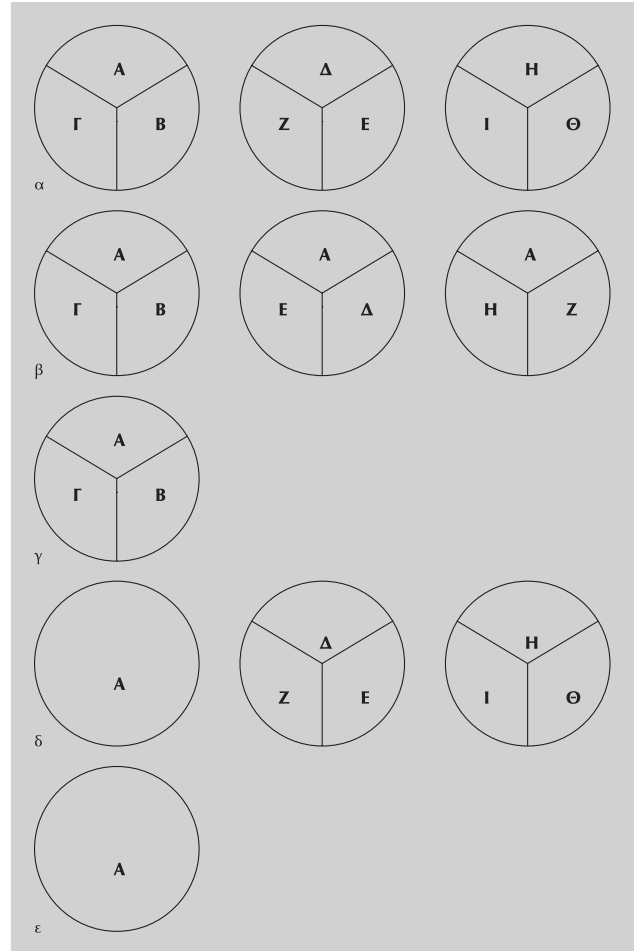
Το  $A$  είναι μια INUS συνθήκη ενός αποτελέσματος  $P$ , εάν και μόνο εάν, για κάποιο  $X$  και για κάποιο  $Y$ , το  $AX$  ή  $Y$  είναι μια αναγκαία και επαρκής συνθήκη του  $P$ , αλλά το  $A$  δεν είναι μια επαρκής συνθήκη του  $P$  και το  $X$  δεν είναι μια επαρκής συνθήκη του  $P$ .

Ο Mackie, για να προλάβει πιθανές παρανοήσεις, συμπλήρωσε τον ορισμό που εισηγήθηκε με ορισμένα διευκρινιστικά σχόλια: (α) Δέχεται ότι θα μπορούσε να υπάρξει ένα σύνολο ελάχιστων επαρκών συνθηκών του  $P$ , το οποίο δεν θα συνιστούσε μια αναγκαία συνθήκη για το  $P$ . Σε μια τέτοια περίπτωση, το  $A$  δεν το ονομάζει μια INUS συνθήκη, αλλά, χρησιμοποιώντας μια έκφραση που δανείζεται από τον Marc-Wogau,<sup>11</sup> το ονομάζει *μια στιγμή σε μια ελάχιστη επαρκή συνθήκη* (a moment in a minimal sufficient condition). Διατηρεί τον όρο INUS συνθήκη μόνον όπου η διάζευξη όλων των ελάχιστων επαρκών συνθηκών είναι επίσης μια αναγκαία συνθήκη. (β) Επισημαίνει ότι ο ορισμός αφήνει ανοικτό το ενδεχόμενο, η INUS συνθήκη  $A$  να είναι ένα από τα στοιχεία της σύζευξης σε καθεμιά από τις ελάχιστες επαρκείς συνθήκες (εικ. 1β). Σε αυτή την περίπτωση, το  $A$  θα μπορούσε από μόνο του να είναι μια αναγκαία συνθήκη του αποτελέσματος.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, όμως, ίσως υπάρχει μόνο μία ελάχιστη επαρκής συνθήκη, π.χ. η  $ABΓ$  (εικ. 1γ). Επίσης, υπάρχουν ενδεχομένως περιπτώσεις όπου το  $A$  από μόνο του είναι μια ελάχιστη επαρκής συνθήκη και η διάζευξη όλων των ελάχιστων επαρκών συνθηκών είναι το  $A$  ή  $ΔΕΖ$  ή  $ΗΘΙ$  (εικ. 1δ). Ακόμη, ίσως υπάρχουν περιπτώσεις όπου το  $A$  από μόνο του είναι η μόνη ελάχιστη επαρκής συνθήκη και από μόνο του είναι και αναγκαίο και επαρκές για το  $P$  (εικ. 1ε). Ο Mackie ονομάζει τις τρεις παραπάνω συνθήκες «κάτι περισσότερο από INUS συνθήκες» (more than INUS conditions). Χρησιμοποιεί επίσης το γενικό όρο «τουλάχιστον INUS συνθήκες» (at least INUS conditions), για να αναφερθεί, συνολικά, στις «INUS» και στις «κάτι περισσότερο από INUS» συνθήκες.

Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτει ότι μόνο ένα μέρος της έννοιας της αιτίας καλύπτεται από τον ορισμό της INUS συνθήκης, ενώ ένα μεγαλύτερο μέρος καλύπτεται από τον ορισμό της «τουλάχιστον INUS συνθήκης».

Έχοντας ορίσει την έννοια της «τουλάχιστον INUS συνθήκης», ο Mackie εισηγείται ότι μια πρόταση, η οποία υποστηρίζει μια ατομική αιτιακή ακολουθία της μορφής



**Εικόνα 1.** Σχηματική περιγραφή του υποδείγματος της «τουλάχιστον INUS συνθήκης».

«το  $A$  προκάλεσε το  $P$ », συχνά κάνει τους ακόλουθους ισχυρισμούς:

- (i) Το  $A$  είναι τουλάχιστον μια INUS συνθήκη του  $P$ . Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει μια αναγκαία και επαρκής συνθήκη του  $P$ , η οποία έχει μία από τις μορφές της εικόνας 1:  $ABΓ$  ή  $ΔΕΖ$  ή  $ΗΘΙ$ ,  $ABΓ$  ή  $ΑΔΕ$  ή  $ΑΖΗ$ ,  $ΑΒΓ$ ,  $A$  ή  $ΔΕΖ$  ή  $ΗΘΙ$ ,  $A$ .
- (ii) Το  $A$  ήταν παρόν στην υπό συζήτηση περίπτωση.
- (iii) Οι παράγοντες που παρίστανται με το  $BΓ$  στον τύπο για την αναγκαία και επαρκή συνθήκη, εάν υπάρχουν, ήταν παρόντες στη συγκεκριμένη περίπτωση.
- (iv) Κάθε στοιχείο της διάζευξης  $ΔΕΖ$  ή  $ΗΘΙ$ , που δεν περιέχει το  $A$  ως στοιχείο σύζευξης, ήταν απόν στην υπό συζήτηση περίπτωση.

Όλη η ανάλυση των ατομικών αιτιακών προτάσεων μπορεί να συνοψιστεί στο εξής: η πρόταση «το  $A$  προκά-

λεσε το *P*» υποστηρίζει ότι το *A* –μόνο του ή σε συνδυασμό και με άλλες συνθήκες– ήταν αναγκαίο και επαρκές για να προκληθεί το *P*. Είναι όμως η αιτία σε όλες τις περιπτώσεις μια «τουλάχιστον INUS συνθήκη»; Ο Mackie υποστηρίζει ότι υπάρχουν ειδικές περιπτώσεις, όπως η ταυτόχρονη πρόκληση ενός αποτελέσματος από διαφορετικές αιτίες, τις οποίες το υπόδειγμα αδυνατεί να συμπεριλάβει.

Συνοψίζοντας, θα μπορούσε να λεχθεί ότι η ανάλυση της έννοιας της αιτιότητας με το υπόδειγμα της «τουλάχιστον INUS συνθήκης», που παρουσιάστηκε παραπάνω, αποτελεί στην ουσία μια προσπάθεια ανάλυσης των αιτιακών προτάσεων στα πλαίσια προτάσεων που αναφέρονται σε αναγκαιότητα και επάρκεια. Ο Mackie, στην ίδια μελέτη, πρόσφερε και μια ανάλυση των προτάσεων «αναγκαιότητας και επάρκειας» στα πλαίσια νομολογικών προτάσεων, προτάσεων δηλαδή που περιγράφουν επιστημονικούς νόμους. Παρότι δεν κρίνεται σκόπιμο να αναπτυχθούν οι λεπτομέρειές της, έχει εξαιρετικό ενδιαφέρον να σχολιαστεί η σημασία και οι προεκτάσεις που μπορεί να έχει η ανάλυση αυτή.

Εφόσον οι προτάσεις που αναφέρονται στην αναγκαιότητα και την επάρκεια αντιστοιχούν σε νομολογικές προτάσεις, η ανάλυση του Mackie μπορεί να θεωρηθεί ότι έγινε εξ ολοκλήρου μέσα στα πλαίσια μιας νομολογικής θεωρίας για την αιτιότητα. Οι καθολικές προτάσεις που εμπλέκονται στην ανάλυση είναι στην πραγματικότητα αιτιακοί νόμοι, παρόλο που συνήθως είναι σύνθετοι και μη πλήρως προσδιορισμένοι.

**4. ΤΟ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΤΗΣ «ΑΙΤΙΑΚΗΣ ΠΙΤΑΣ»**

Μια πραγματιστική προσέγγιση της έννοιας της αιτιότητας εισήγαγε το 1976 στις επιστήμες υγείας ο Rothman<sup>12</sup> με το υπόδειγμα της «αιτιακής πίτας» (causal pie). Η περιγραφή αυτή μοιάζει πολύ με το υπόδειγμα της «τουλάχιστον INUS συνθήκης», που είχε παρουσιάσει ο Mackie<sup>9</sup> 11 χρόνια νωρίτερα. Παρότι η έννοια της INUS συνθήκης αποτέλεσε το αντικείμενο έντονου σχολιασμού μετά τη δημοσίευσή της, είναι εντυπωσιακό ότι ο Rothman δεν κάνει καμία αναφορά σε αυτήν.

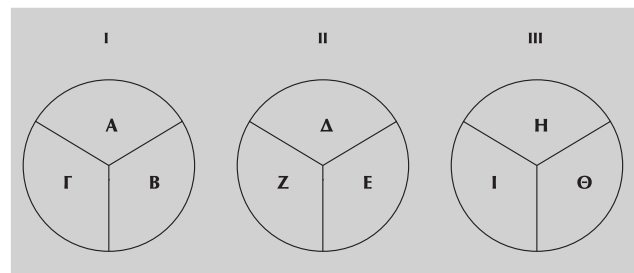
Η παρουσίαση του υποδείγματος της «αιτιακής πίτας» μπορεί να διευκολυνθεί με τα σχήματα της εικόνας 2. Κάθε «πίτα» της εικόνας παριστάνει ένα διαφορετικό θεωρητικό αιτιακό μηχανισμό (causal mechanism) του νοσήματος, που ονομάζεται και «επαρκής αιτία» (sufficient cause). Κάθε αιτιακός μηχανισμός της εικόνας απαιτεί τη συνδυασμένη δράση διαφόρων παραγόντων, οι οποίοι

έχει επικρατήσει να ονομάζονται «συνιστώσες αιτίες» (component causes). Για παράδειγμα, ο μηχανισμός *I* αποτελείται από τις συνιστώσες αιτίες *A*, *B* και *Γ*.

Σε ένα συγκεκριμένο παράδειγμα, το νόσημα θα μπορούσε να είναι ο καρκίνος του πνεύμονα, ενώ ο παράγοντας *Γ* θα μπορούσε να είναι το κάπνισμα. Οι άλλοι παράγοντες θα μπορούσαν να αποτελούν γενετικά χαρακτηριστικά ή περιβαλλοντικές εκθέσεις που παίζουν έναν αιτιακό ρόλο στον καρκίνο του πνεύμονα.

Είναι χρήσιμο, μετά από αυτή την εισαγωγή, να περιγραφούν με μεγαλύτερη λεπτομέρεια οι έννοιες της επαρκούς και της συνιστώσας αιτίας. Η συνιστώσα αιτία ενός συγκεκριμένου νοσήματος μπορεί να οριστεί ως ένα συμβάν ή μια κατάσταση που προηγείται του νοσήματος και η οποία ήταν αναγκαία για να συμβεί το νόσημα τη χρονική στιγμή που συνέβη, δεδομένου ότι εκπληρώνονταν κάποιες άλλες συνθήκες. Δηλαδή, χωρίς τη συνιστώσα αιτία, το νόσημα είτε δεν θα είχε συμβεί καθόλου είτε θα είχε συμβεί σε μεταγενέστερο χρόνο.<sup>13</sup> Ο ορισμός αφήνει ανοικτό το ενδεχόμενο μια συγκεκριμένη συνιστώσα αιτία να παίζει ρόλο σε περισσότερους από έναν ή ακόμη και σε όλους τους αιτιακούς μηχανισμούς. Εάν συμμετέχει σε όλους τους μηχανισμούς, τότε η παρουσία της είναι αναγκαία για να προκληθεί το αποτέλεσμα και γι' αυτό μπορεί να ονομαστεί και «αναγκαία αιτία» (necessary cause).<sup>12</sup>

Η επαρκής αιτία μπορεί να οριστεί ως ο αιτιακός μηχανισμός, που αποτελείται από ένα σύνολο ελάχιστων συνθηκών και συμβάντων (set of minimal conditions and events), που πάντα προκαλεί το αποτέλεσμα. Ο όρος «ελάχιστο» εκφράζει ότι όλες οι συνθήκες ή τα συμβάντα είναι αναγκαία στοιχεία του συγκεκριμένου αιτιακού μηχανισμού.<sup>12</sup> Η έλλειψη, δηλαδή, οποιασδήποτε από τις συνιστώσες αιτίες καθιστά το υπόλοιπο σύνολο μη επαρκές για την πρόκληση του αποτελέσματος. Ο Rothman<sup>12</sup> διευκρινίζει ότι και ένα μοναδικό συμβάν μπορεί να είναι μια επαρκής αιτία, εφόσον πάντα είναι ικανό,



Εικόνα 2. Σχηματική περιγραφή του υποδείγματος της «αιτιακής πίτας».

από μόνο του, να προκαλέσει ένα αποτέλεσμα. Επίσης, διευκρινίζει ότι, παρόλο που υπάρχουν πολλοί αιτιακοί μηχανισμοί για το ίδιο νόσημα, κάθε ξεχωριστή περίπτωση του νοσήματος προκαλείται τελικά από ένα μοναδικό μηχανισμό.<sup>14</sup>

Ο Rothman αναφέρει ότι το υπόδειγμα που εισηγήθηκε είναι ένα ντετερμινιστικό υπόδειγμα αιτιότητας. Στα πλαίσια του υποδείγματος αυτού, δηλαδή, οι πιθανολογικοί νόμοι εκλαμβάνονται ως ατελείς ντετερμινιστικοί. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει, το υπόδειγμα της «αιτιακής πίτας» ερμηνεύει την τύχη ως ντετερμινιστικούς νόμους πέρα από τα παρόντα όρια της γνώσης. Το αποτέλεσμα της ρίψης, π.χ., ενός νομίσματος συνήθως θεωρείται ένα τυχαίο συμβάν. Στην κλασική μηχανική, όμως, το αποτέλεσμα μπορεί θεωρητικά να προσδιοριστεί πλήρως, μέσω της εφαρμογής των νόμων της φυσικής και μιας επαρκούς περιγραφής των αρχικών συνθηκών. Δεν διευκρινίζει όμως αν θεωρεί ότι κάποιες από τις αιτιακές προτάσεις που διατυπώνονται στα πλαίσια του υποδείγματος περιγράφουν ντετερμινιστικούς νόμους ή εάν θα ήταν σε θέση να το κάνουν κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις – π.χ., εάν ήταν γνωστές όλες οι συνιστώσες και οι επαρκείς αιτίες ενός φαινομένου.

Το υπόδειγμα της «αιτιακής πίτας», επειδή προσφέρει απλώς μια περιγραφή της έννοιας της αιτίας, δεν μπορεί να απαντήσει στο πώς καθορίζεται το αν μια δεδομένη σχέση είναι αιτιακή. Σύμφωνα με τον Rothman,<sup>15</sup> το παραπάνω ερώτημα ισοδυναμεί με το ερώτημα: «Πώς εφαρμόζεται η επιστημονική μέθοδος στην εφαρμοσμένη έρευνα των επιστημών υγείας;». Ορισμένοι επιστήμονες προσπαθούν να απαντήσουν στο πώς καθορίζεται αν μια δεδομένη σχέση είναι αιτιακή, χρησιμοποιώντας κριτήρια αιτιότητας.<sup>16,17</sup> Σύμφωνα με τον Rothman, η προσέγγιση αυτή είναι εσφαλμένη. Ο ίδιος ισχυρίζεται ότι μια πιο ορθή προσέγγιση είναι η κατασκευή και ο έλεγχος «ανταγωνιστικών υποθέσεων».<sup>15</sup>

## 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΙΤΙΑ

Ο τρόπος που ορίζει τις αιτίες ο Rothman θυμίζει πολύ τον ορισμό της αιτίας ως «τουλάχιστον INUS συνθήκης». Όπως φαίνεται στην εικόνα 1, η αιτία (Α) ενός αποτελέσματος (Ρ) μπορεί να είναι (α) ένα αναγκαίο αλλά μη επαρκές στοιχείο μιας ελάχιστης επαρκούς αλλά μη αναγκαίας συνθήκης του Ρ, (β) ένα αναγκαίο αλλά μη επαρκές στοιχείο σε κάθε ελάχιστη επαρκή συνθήκη του Ρ (και συνεπώς αναγκαία συνθήκη του Ρ), (γ) ένα αναγκαίο αλλά μη επαρκές στοιχείο της μοναδικής ελά-

χιστης επαρκούς (και συνεπώς αναγκαίας) συνθήκης του Ρ, (δ) μια ελάχιστη επαρκής (και συνεπώς μη αναγκαία) συνθήκη του Ρ και (ε) η μοναδική ελάχιστη επαρκής (και συνεπώς αναγκαία) συνθήκη του Ρ. Οι παραπάνω περιγραφές μπορούν να απλοποιηθούν ως εξής: (1) καθεμιά από τις συνθήκες της περίπτωσης α και γ είναι ένα στοιχείο μιας επαρκούς συνθήκης, (2) η συνθήκη της περίπτωσης β είναι μια αναγκαία συνθήκη, (3) η συνθήκη της περίπτωσης δ είναι μια επαρκής συνθήκη και (4) η συνθήκη της περίπτωσης ε είναι μια αναγκαία και επαρκής συνθήκη του αποτελέσματος.

Εάν αντικατασταθεί ο όρος «συνθήκη» με τον όρο «αιτία», τότε η παραπάνω περιγραφή μοιάζει πολύ με τις τρεις αιτίες που περιγράφονται στα πλαίσια της «αιτιακής πίτας»: (α) τη συνιστώσα αιτία, (β) την αναγκαία αιτία και (γ) την επαρκή αιτία. Σύμφωνα με τους ορισμούς που δόθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, η συνιστώσα αιτία ταυτίζεται με την INUS συνθήκη, ενώ η επαρκής αιτία ταυτίζεται με την ελάχιστη επαρκή συνθήκη. Μάλιστα, είναι χαρακτηριστικό ότι και η επαρκής αιτία και η επαρκής συνθήκη ορίζονται ως ένα ελάχιστο σύνολο στοιχείων, με την έννοια ότι κανένα από τα στοιχεία που περιέχουν δεν είναι περιττό ή μη αναγκαίο. Επίσης, η συνιστώσα και η επαρκής αιτία, σε ορισμένες ειδικές περιπτώσεις, μπορούν να είναι παράλληλα και αναγκαίες αιτίες. Αντίστοιχα, η INUS συνθήκη και η ελάχιστη επαρκής συνθήκη είναι δυνατό να είναι παράλληλα και αναγκαίες συνθήκες.

Σύμφωνα με τον Mackie, ο ορισμός της «τουλάχιστον INUS συνθήκης» προϋποθέτει την ύπαρξη μιας συνθήκης που είναι αναγκαία και επαρκής για το αποτέλεσμα. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει μια τέτοια συνθήκη, το Α ονομάζεται απλώς «στιγμή σε μια ελάχιστη επαρκή συνθήκη». Ο Rothman δεν αναφέρεται καθόλου σε αυτό το θέμα. Εάν υποθεθεί όμως ότι η συνιστώσα αιτία ορίζεται ανεξάρτητα από το εάν υπάρχει μια αναγκαία και επαρκής αιτία, τότε η αντιστοιχία μεταξύ συνιστώσας αιτίας και INUS συνθήκης παύει να ισχύει. Σε αυτή την περίπτωση, η συνιστώσα αιτία αντιστοιχεί σε μια «στιγμή σε μια ελάχιστη επαρκή συνθήκη». Ένα τέτοιο περιστατικό, όμως, ο Mackie, σε αντίθεση με τον Rothman, δεν θα το θεωρούσε αιτία.

Ο Mackie απαιτεί να υπάρχει μια αναγκαία και επαρκής συνθήκη του αποτελέσματος, γιατί, όπως ισχυρίζεται, μόνο κάτω από αυτές τις προϋποθέσεις οι αιτιακές προτάσεις που περιγράφονται με όρους αναγκαιότητας και επάρκειας είναι δυνατό να αναχθούν σε νομολογικές προτάσεις. Αντίθετα, ο Rothman αναφέρει απλά ότι το υπόδειγμα της αιτιακής πίτας είναι ντετερμινιστικό,

χωρίς να εξηγήσει ότι συνδέεται με τους ντετερμινιστικούς νόμους. Αυτό ίσως είναι το σημαντικότερο μειονέκτημα του δεύτερου υποδείγματος και ένα σημείο στο οποίο θα μπορούσε να συμπληρωθεί από το πρώτο.<sup>18</sup>

Επίσης, ο Rothman θεωρεί ως αιτίες όχι μόνο τα αναγκαία στοιχεία (συνιστώσες αιτίες) των επαρκών αιτιών, αλλά και τις ίδιες τις επαρκείς αιτίες. Αντίθετα, ο Mackie θεωρεί ως αιτίες μόνο τα στοιχεία των ελάχιστων επαρκών συνθηκών. Οι δύο συγγραφείς συμφωνούν σε αυτό το σημείο, μόνο στην περίπτωση που μια επαρκής αιτία ή αντίστοιχα μια επαρκής συνθήκη του αποτελέσματος αποτελείται από ένα μοναδικό στοιχείο. Το ίδιο ισχύει και όταν ένα μόνο στοιχείο αποτελεί τη μοναδική επαρκή αιτία ή, αντίστοιχα, τη μοναδική επαρκή συνθήκη.

Παρά τις ομοιότητες στον τρόπο που ορίζουν την έννοια της αιτίας, τα δύο υποδείγματα έχουν και ορισμένες διαφορές. Το υπόδειγμα της «τουλάχιστον INUS συνθήκης» επιχειρεί μια πλήρη ανάλυση της έννοιας της αιτιότητας. Για το σκοπό αυτό δεν περιορίζεται μόνο στην ανάλυση των ατομικών και των γενικών αιτιακών προτάσεων, αλλά προχωράει και στην ανάλυση των εξής εννοιών: (α) του αιτιακού πεδίου, (β) της αναγκαιότητας και της επάρκειας ως νομολογικών προτάσεων και (γ) της κατεύθυνσης της αιτιότητας.

Αντίθετα, το υπόδειγμα της «αιτιακής πίτας» προσφέρει μόνο ένα γενικό, αλλά πρακτικό εννοιολογικό πλαίσιο, μέσα στο οποίο μπορούν να προταθούν λύσεις για διάφορα αιτιακά προβλήματα στο χώρο της εφαρμοσμένης έρευνας των επιστημών υγείας. Με τη βοήθεια του υποδείγματος προσφέρονται αρκετά ικανοποιητικές απαντήσεις στα εξής ζητήματα: (α) της πολυαιτιότητας, (β) της ισχύος των αιτιών, (γ) της συνεπίδρασης των αιτιών, (δ) της αναλογίας του νοσήματος που οφείλεται σε συγκεκριμένες αιτίες και (ε) του χρόνου επαγωγής. Από αυτή την άποψη, το υπόδειγμα της «αιτιακής πίτας» είναι πολύ χρήσιμο στους επιστήμονες και τους επαγγελματίες υγείας.

Το υπόδειγμα της «τουλάχιστον INUS συνθήκης» (παρά τις μικρές διαφοροποιήσεις που υπάρχουν στον ορισμό της έννοιας της αιτίας) θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη συμπλήρωση του υποδείγματος της «αιτιακής πίτας», έτσι ώστε το τελευταίο να αποτελέσει ένα ολοκληρωμένο υπόδειγμα αιτιότητας. Αυτό θα επέτρεπε να γίνει βαθύτερα κατανοητό το νόημα προτάσεων όπως: «Το κάπνισμα προκαλεί καρκίνο του πνεύμονα» και «αυτός ο άνθρωπος έπαθε καρκίνο του πνεύμονα γιατί κάπνιζε», όπως επίσης το πότε και το πώς είναι

δυνατό μέσα σε επιστημονικά πλαίσια να καθοριστεί ότι μια αιτία προκαλεί ένα αποτέλεσμα, όπως το νόσημα.

Αυτό έχει πολύ μεγάλη σημασία, δεδομένου ότι (α) οι περισσότεροι επιστήμονες υγείας παγκοσμίως διεξάγουν αιτιολογικές μελέτες, (β) απαιτούνται πολλά χρήματα για κάθε τέτοια μελέτη και (γ) τα αποτελέσματά τους μπορούν να επηρεάσουν όχι μόνο την υγεία, αλλά και πολλές άλλες πλευρές της ζωής των ανθρώπων.

Τέλος, δεν θα πρέπει να λησμονείται ότι και το υπόδειγμα της «τουλάχιστον INUS συνθήκης» και το υπόδειγμα της «αιτιακής πίτας» είναι ντετερμινιστικά υποδείγματα αιτιότητας και ότι απεικονίζουν την πραγματικότητα, μόνο εφόσον ο κόσμος κυβερνάται από ντετερμινιστικούς νόμους. Είναι όμως ο ντετερμινισμός αληθής; Η σύγχρονη φυσική και ειδικά η κβαντική μηχανική φαίνεται να παρέχουν ισχυρά επιχειρήματα ότι ο ντετερμινισμός δεν ισχύει. Σε έναν κόσμο που δεν είναι ντετερμινιστικός, μπορούν να διατυπώνονται πιθανολογικοί νόμοι που δεν αποτελούν απλώς ατελείς ντετερμινιστικούς νόμους. Στην περίπτωση αυτή, μια πιθανολογική συνιστώσα ίσως να είναι απαραίτητη σε κάθε χρήσιμο υπόδειγμα αιτιότητας.

Είναι βέβαια αλήθεια ότι τα δύο αυτά ντετερμινιστικά υποδείγματα μπορούν να συμπεριλάβουν την έννοια της «τύχης», αλλά το επιτυγχάνουν ερμηνεύοντας την τύχη ως ντετερμινιστικούς νόμους πέρα από τα παρόντα όρια της γνώσης.

Πριν από 100 χρόνια, π.χ., όταν πολύ λίγα ήταν γνωστά για την αιτιολογία του καρκίνου του πνεύμονα, η προσβολή από καρκίνο του πνεύμονα εθεωρείτο τυχαίο φαινόμενο. Σήμερα, πιστεύεται ότι η πιθανότητα προσβολής εξαρτάται από το πόσο πολύ καπνίζει το άτομο και σε πόσο αμίαντο ή ραδόνιο έχει εκτεθεί. Προκύπτει όμως το ερώτημα: «Από τι καθορίζεται το εάν ένα άτομο, που έχει καπνίσει έναν ορισμένο αριθμό τσιγάρων και έχει μια ορισμένη ποσότητα έκθεσης σε όλους τους άλλους γνωστούς παράγοντες κινδύνου, θα πάθει καρκίνο του πνεύμονα;». Η απάντηση θα μπορούσε κάλλιστα να είναι ότι κάτι τέτοιο αποτελεί θέμα τύχης.

Σήμερα, μπορεί να εξηγηθεί πολύ μεγαλύτερο μέρος της μεταβλητότητας της συχνότητας του καρκίνου του πνεύμονα, επειδή έγιναν γνωστοί και άλλοι παράγοντες που τον προκαλούν. Επειδή όμως δεν έχει επιτευχθεί η γνώση όλων των παραγόντων, η απομένουσα μεταβλητότητα αποδίδεται στην τύχη. Από αυτή την άποψη, η τύχη θεωρείται ως ένας γενικός όρος, που περιγράφει την άγνοια που υπάρχει όσον αφορά στις αιτιακές εξηγήσεις.

Τα δύο αυτά υποδείγματα περιγράφουν και αναλύουν την έννοια της αιτίας, όπως χρησιμοποιείται σήμερα στις επιστήμες υγείας. Συνεπώς, η συστηματική τους μελέτη μπορεί να προσφέρει ορισμένες ικανοποιητικές απαντήσεις όσον αφορά στο τι είναι, αλλά και στο πώς καθορί-

ζεται η αιτία ενός αποτελέσματος. Επίσης, η μελέτη των υποδειγμάτων αυτών μπορεί να αποτελέσει τη βάση για την αναζήτηση ακόμη ικανοποιητικότερων απαντήσεων όχι μόνο στις επιστήμες υγείας, αλλά και στο χώρο της επιστήμης γενικότερα.

## ABSTRACT

### Theories of “at least INUS condition” and “causal pie” in health sciences

I. ZACHOS, L. SPAROS

*Laboratory of Clinical Epidemiology, School of Nursing, University of Athens, Athens, Greece*

*Archives of Hellenic Medicine 2004, 21(5):463–471*

Event causation has been a primary focus of scientific and epistemological discussion in the recent period but its analysis has been controversial. The following four approaches have been prominent: regularity analysis, counterfactual analysis, manipulation analysis, and the probabilistic analysis. According to a very popular form of nomological analysis, the cause of a phenomenon is the events that are described in the set of antecedent conditions of a correct causal explanation of this phenomenon (the semantic concept of causation). The semantic concept of causation is opposite to that used in everyday life, the pragmatistic concept of causation. Mackie offered a methodical analysis of the pragmatistic concept of causation, according to which the cause of an event ( $P$ ) is usually another event ( $A$ ) that fulfil the “INUS condition”: That is,  $A$  is an insufficient but necessary component of a minimal condition, which is unnecessary but sufficient for  $P$  to take place. Mackie makes it clear that a cause is not always an INUS condition.  $A$  could be the cause of  $P$  also in those situations where (a)  $A$  is a component of the only minimal sufficient condition, (b)  $A$  is a minimal sufficient condition by itself, or (c)  $A$  is the only minimal sufficient condition. The term “at least INUS condition” is used to include all cases in which  $A$  is a cause of  $P$ . Rothman introduced a pragmatistic approach to the concept of causation in the health sciences, the model of “causal pie” which has many similarities with the “at least INUS condition” model. According to the “causal pie” model, cause is an event that alone, or in conjunction with other events, causes a disease. The minimal set of components which inevitably causes the disease is the sufficient cause, and each component is a component cause. The basic difference is that the first model refers directly to deterministic laws, whereas the second refers only indirectly to those laws. The “at least INUS condition” model could be used to fill out the “causal pie” model, providing a complete model of causation which could offer more profound understanding of the concept of cause in the health sciences.

**Key words:** “Causal pie” model, Component cause, INUS condition, Necessary cause, Necessary condition, Sufficient cause, Sufficient condition

## Βιβλιογραφία

1. ROSS WD. *Aristotle*. Harper, New York, 1958
2. ΓΕΩΡΓΟΥΛΗΣ Κ. *Αριστοτέλης ο Σταγειρίτης*. Εκδόσεις Ιστορικής και Λαογραφικής Εταιρείας Χαλκιδικής, Θεσσαλονίκη, 1962
3. SOSA E, TOOLEY M. *Causation*. Oxford University Press, Oxford, 1993
4. HUME D. *An inquiry concerning human understanding*. Oxford University Press, Oxford, 1999
5. AUDIR. *The Cambridge dictionary of philosophy*. Cambridge University Press, New York, 1998
6. NAGEL E. *The structure of science: Problems in the logic of scientific explanation*. Harcourt, Brace & World, New York, 1961
7. ΓΕΜΤΟΣ Π. *Μεθοδολογία των κοινωνικών επιστημών*. Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα, 1987
8. POPPER KR. *The logic of scientific discovery*. Basic Books, New York, 1959
9. MACKIE JL. Causes and conditions. *American Philosophical Quarterly* 1965, 2:245–264
10. MACKIE JL. *The cement of the universe. A study of causation*. Clarendon Press, Oxford, 1980



11. MARK-WOGAU K. On historical explanation. *Theoria* 1962, 28:213–233
12. ROTHMAN KJ. Causes. *Am J Epidemiol* 1976, 104:587–592
13. ROTHMAN KJ, GREENLAND S. *Modern epidemiology*. 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 1998
14. ROTHMAN KJ. *Epidemiology. An introduction*. Oxford University Press, New York, 2002
15. ROTHMAN KJ. *Causal inference*. Epidemiology resources, Boston, 1988
16. FEINSTEIN AR. Scientific standards vs statistical associations and biologic logic in the analysis of causation. *Clin Pharmacol Ther* 1979, 25:481–492
17. DINMAN BD, SUSSMAN NB. Uncertainty, risk, and the role of epidemiology in public policy development. *J Occup Med* 1983, 25:511–516
18. ΖΑΧΟΣ Ι. Η έννοια της αιτίας στην εφαρμοσμένη έρευνα των επιστημών υγείας. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία. Τμήμα Νοσηλευτικής, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, 2003

*Corresponding author:*

L.D. Sparos, 123 Papadiamadopoulou street, GR-115 27 Athens, Greece