

Διαγνωστική μεθοδολογία

1. Κλινική συμπερασματολογία υπό αβεβαιότητα

1. Εισαγωγή
2. Παραγωγικοί κανόνες στην Κλινική Ιατρική
3. Λογικοί τελεστές
4. Λογικές πράξεις
5. Το διαγνωστικό πρόβλημα
6. Συμπερασματολογία σε συνθήκες αβεβαιότητας. Μετρώντας την αβεβαιότητα
7. Συντελεστές βεβαιότητας
8. Πιθανολογική προσέγγιση της αβεβαιότητας
9. Προσέγγιση της αβεβαιότητας του κλινικού ως προς την ένδειξη
10. Ιεραρχημένη αναζήτηση και επιλογή της επόμενης ένδειξης. Συντομεύοντας το δρόμο και μετρώντας το περίπου
11. Επικύρωση ή απόρριψη διαγνωστικής υπόθεσης. Υπολογισμός της μέγιστης (Pmax) και της ελάχιστης (Pmin) τιμής πιθανότητας κάθε υπόθεσης δεδομένου του E
12. Κλινική συμπερασματολογία υπό αβεβαιότητα συναρτήσει του διαγνωστικού περιεχομένου των ενδείξεων. Ένα παράδειγμα βάσει πραγματικών δεδομένων

Ε. Ανευθαβής

Κωνσταντοπούλειο ΠΓΝ Ν. Ιωνίας
«Η Αγία Όλγα»

Diagnostic methodology.
1: Clinical inference under
uncertainty

Abstract at the end of the article

Λέξεις ευρετηρίου

Αβεβαιότητα
Βαθμός πεποίθησης
Διαγνωστικό περιεχόμενο
Κλινική συμπερασματολογία
Λογικές πράξεις
Λογικοί τελεστές
Παραγωγικοί κανόνες
Συντελεστής βεβαιότητας
Υποθετικο-παραγωγικός συλλογισμός

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Κλινική Ιατρική ως επιστήμη ουσιώνεται στη λήψη κλινικών αποφάσεων. Συλλογή πληροφοριών (κλινικο-εργαστηριακά-απεικονιστικά ευρήματα), διαφορική διαγνωστική και διάγνωση και, τέλος, θεραπευτική απόφαση, αποτελούν τους δομικούς λίθους της Κλινικής Ιατρικής ως επιστήμης, της οποίας η άσκηση, σε αντίθεση με τις λεγόμενες σκληρές επιστήμες (μαθηματικά), διαποτίζεται, από τη συλλογή δεδομένων μέχρι τη θεραπευτική απόφαση, από αβεβαιότητα.

Η διαγνωστική δεν επιτελείται σε διαδοχικά, ανεξάρτητα αλληλών, στάδια. Πρόκειται, κατά κάποιο τρόπο, για σπειροειδή αλληλεπιδρώσα διαδικασία, κατά την οποία από αρχικά, ελάχιστα δεδομένα, κυρίως του ιστορικού και της αντικειμενικής εξέτασης, δημιουργούνται οι πρώτες διαγνωστικές υποθέσεις, που νομιμοποιούνται να διατυπωθούν βάσει των υπάρχοντων δεδομένων (πληροφοριών). Οι αρχικές αυτές υποθέσεις οδηγούν σε συλλογή νέων πληροφοριών (ενδείξεων), η λήψη των οποίων επικαιρο-

ποιεί (τροποποιεί) τις αρχικές υποθέσεις, ισχυροποιώντας ορισμένες, αποδυναμώνοντας άλλες ή αποκλείοντας άλλες. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρις ότου επιτευχθεί βαθμός βεβαιότητας, ως προς μία διαγνωστική υπόθεση, τέτοιος που να επιτρέπει τη διακοπή περαιτέρω αναζήτησης πληροφοριών. Στο σημείο αυτό, τα δεδομένα ορίζουν, πλέον, τη διάγνωση της νόσου, η οποία και οδηγεί στην απόφαση της θεραπείας, που είναι ο τελικός στόχος του κλινικού και της διαγνωστικής διαδικασίας. Στη διαδικασία αναζήτησης πληροφοριών-ενδείξεων προς επικύρωση ή απόρριψη των υποθέσεων, ουσιαστικό ρόλο παίζει η στρατηγική της επιλογής της ένδειξης, η οποία έχει το μέγιστο πληροφοριακό (διαγνωστικό) περιεχόμενο, προκειμένου να συντομευθεί και να είναι παραγωγικός ο δρόμος προς την ανεύρεση της πιθανότερης υπόθεσης.

Η κλινική διαγνωστική μπορεί να θεωρηθεί ως «η μέθοδος διά της οποίας καταλήγουμε σε αναγκαία συμπεράσματα»¹ και η μέθοδος αυτή είναι ο υποθετικο-παραγωγικός συλλογισμός,² βάσει του οποίου συνάγονται παραγωγικοί κανόνες του τύπου: *EAN A TOTE B*.

Διαγνωστική υπόθεση (υποθετική πρόταση *EAN A*), πείραμα (έλεγχος της διαγνωστικής υπόθεσης-διαπίστωση του *A*) και συμπέρασμα (*TOTE B*) συνιστούν τον πυρήνα της κλινικής διαγνωστικής μεθοδολογίας. Ας σημειωθεί ότι ο υποθετικο-παραγωγικός συλλογισμός στην Κλινική Ιατρική περιέχει και διαζευκτικές (*Ή* διαζευκτικό) ή συζευκτικές (*ΚΑΙ* συζευκτικό) προτάσεις και σε γενικότερη μορφή διατυπώνεται ως *EAN A ΚΑΙ Β Ή Γ ΤΟΤΕ Δ*. Είναι, δηλαδή, και πάλι υπόθεση, στην οποία υπεισέρχονται περισσότερες της μίας προτάσεις, οι οποίες μπορεί να είναι συζευκτικές ή διαζευκτικές.

Παράδειγμα: EAN έχει Gram-θετικούς διπλόκοκκους στην κατά Gram χρώση *Ή* καλλιέργεια πτυέλων θετική για στρεπτόκοκκο της πνευμονίας *ΚΑΙ* ομοιογενή μη τμηματική πύκνωση (ακτινογραφία θώρακος), *TOTE* έχει πνευμονιοκοκκική πνευμονία.

EAN ο βαθμός βεβαιότητας ότι αυτό που βλέπετε στην κατά Gram χρώση είναι θετικοί διπλόκοκκοι, είναι 1 (100%) και ότι αυτό που βλέπετε στην ακτινογραφία θώρακος είναι ομοιογενής μη τμηματική πύκνωση, είναι 1 και ότι η καλλιέργεια των πτυέλων αντικατοπτρίζει το συγκεκριμένο παθογόνο μικροοργανισμό, είναι 1, *TOTE* είστε σίγουροι 100% ότι το συμπέρασμά σας είναι πνευμονιοκοκκική πνευμονία. Το συμπέρασμά σας, βέβαια, αληθεύει εάν έχετε καλλιέργεια θετική για στρεπτόκοκκο πνευμονίας *Ή* Gram-θετικούς διπλόκοκκους στην κατά Gram χρώση (οποιοδήποτε από αυτά ή και τα δύο) *ΚΑΙ* (απαραιτήτως) ακτινολογική πύκνωση.

Παρόλον ότι ο υποθετικός συλλογισμός, ως είδος παραγωγικού συλλογισμού, επικυρώνει το συμπέρασμα απολύτως, εφόσον ό,τι ισχύει για το όλον ισχύει και για το μέρος αυτού του όλου, εντούτοις στην Κλινική Ιατρική ο διαγνωστικός συλλογισμός διεξάγεται σε συνθήκες αβεβαιότητας, που επηρεάζουν τόσο την υπόθεση όσο και το συμπέρασμα. Με άλλα λόγια, δεδομένης της αβεβαιότητας εντός της οποίας λαμβάνονται οι κλινικές αποφάσεις, αλλά και της αναγκαιότητας να ληφθούν αποφάσεις μέσα σε αυτήν, στον κλινικό συλλογισμό χρησιμοποιείται μέθοδος (αριθμητικής) διαβάθμισης (στάθμισης) των διαφόρων ενδείξεων (κλινικοεργαστηριακά, απεικονιστικά δεδομένα-πληροφορίες) που υπεισέρχονται σε κάθε υπόθεση, καθώς και των υποθέσεων (διάγνωση), βάσει των διαβαθμισμένων ενδείξεων. Όταν η τιμή της πιθανότητας της υπό εξέταση υπόθεσης υπερβαίνει ένα συγκεκριμένο ουδό, η υπόθεση αυτή θεωρείται αληθής. Η όλη αυτή διαδικασία εκφράζει την κλινική κρίση του γιατρού σε επιστημονικούς όρους και όχι βάσει της αφασίας της «ημετέρας εμπειρίας» ή της αυθεντίας, που ταλανίζει ακόμη και σήμερα την Κλινική Ιατρική και τους ασκούντες αυτήν.

2. ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΣΤΗΝ ΚΛΙΝΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

Η νοητική διαδικασία που συνιστά την κλινική κρίση μπορεί να αποτυπωθεί σε παραγωγικούς κανόνες, βάσει του υποθετικο-παραγωγικού συλλογισμού. Σύμφωνα με τη θέση αυτή, οι κλινικές αποφάσεις βασίζονται στους κανόνες της λογικής πράξης (προτάσεις οι οποίες συνδέονται με τους λογικούς τελεστές *ΚΑΙ, Ή, ΟΧΙ, EAN...TOTE*), σε συνδυασμό, λόγω της αβεβαιότητας, με πιθανολογικό συλλογισμό. Ουσιαστικά, ένας παραγωγικός κανόνας περιέχει μια συγκεκριμένη πληροφορία που υποδηλώνει συγκεκριμένη δράση (συμπέρασμα), η οποία νομιμοποιείται όταν οι συνθήκες (προϋποθέσεις) των προκειμένων πληρούνται.

Οι προκείμενες προτάσεις του παραγωγικού κανόνα θεωρούνται αληθείς, όταν η συνολική τιμή των σχετικών παραγόντων βεβαιότητας (βλ. παρακάτω) υπερβαίνει ένα συγκεκριμένο ουδό. Σε περίπτωση που υπάρχει συμβολή περισσότερων του ενός κανόνων, οι παράγοντες βεβαιότητας αυτών συνδυάζονται στη δημιουργία ενός σύνθετου παράγοντα βεβαιότητας για το δεδομένο συμπέρασμα.³ Σημειώστε ότι οι παραγωγικοί κανόνες εκφράζουν πεποίθηση ή κρίση, δηλαδή περιλαμβάνουν προτάσεις με βαθμό πεποίθησης που κυμαίνεται από -1 (απόλυτη βεβαιότητα ότι η πρόταση είναι ψευδής) έως +1 (απόλυτη βεβαιότητα ότι η πρόταση είναι αληθής).

3. ΛΟΓΙΚΟΙ ΤΕΛΕΣΤΕΣ

Οι δομικές μονάδες της κλινικής κρίσης, ως λογικής σκέψης, είναι οι λογικές προτάσεις-κρίσεις, δηλαδή αποφάνσεις, δηλαδή έκφραση πεποίθησης, η οποία διατυπώνεται με την αξίωση ότι είναι αληθής, αλλά με την προϋπόθεση ότι αποδέχεται και είναι δυνατό (υπάρχει τρόπος) να υποστεί έλεγχο,ⁱⁱ κατά τον οποίο μπορεί να αποδειχθεί ψευδής ή αληθής. «Αποφαντικός δε ου πας, αλλ' εν ω το αληθεύειν ή ψεύδεσθαι υπάρχει».^{iii,4}

Αυτός, ουσιαστικά, είναι και ο ορισμός της κλινικής κρίσης, που αποτελεί και το επιστημονικό υπόβαθρο της Κλινικής Ιατρικής (διαγνωστικής και θεραπευτικής).

- i. Χρησιμοποιούμε το επίθετο απόλυτη, για να υπογραμμίσουμε το γεγονός της σχετικότητας της βεβαιότητας που έχουμε στην Κλινική Ιατρική (που αποτελεί την άλλη όψη του νομίσματος της αβεβαιότητας), παρά το γεγονός ότι, κυριολεκτικά, το βέβαιο είναι βέβαιο χωρίς διαβάθμιση.
- ii. Η δυνατότητα και αποδοχή του ελέγχου διαφορίζει τη γνώμη-πεποίθηση, που διατυπώνεται με τη λογική πρόταση-κρίση, από την άποψη, η οποία είναι αυθαίρετη.
- iii. «Αποφαντικός λόγος δεν είναι οποιοσδήποτε, αλλ' εκείνος στον οποίον το αληθές ή ψευδές υπάρχει».

Οι λογικές προτάσεις-κρίσεις μπορεί να είναι απλές (στοιχειώδεις), όπως «η φυματίωση είναι μεταδοτικό νόσημα», «ιατρός πολλών αντάξιος άλλων», «ιατροί φήμη μεν πολλοί», «ΟΧΙ φυματίωση», ή σύνθετες του τύπου «έχει φυματίωση ΚΑΙ σακχαρώδη διαβήτη», «έχει μικροκυτταρικό Η μη μικροκυτταρικό καρκίνο πνεύμονα», «ΕΑΝ έχει θετική δερμοαντίδραση φυματίνης, ΤΟΤΕ έχει μολυνθεί από το βάκιλο του Koch Η από άτυπα μυκοβακτήρια». Οι λέξεις στις σύνθετες προτάσεις που γράφονται με πλάγια κεφαλαία στοιχεία επιτελούν συγκεκριμένη λειτουργία και καλούνται *λογικοί τελεστές*. Δι' αυτών επιτελούνται οι *λογικές πράξεις* της σύζευξης (ΚΑΙ), διάζευξης (Η), άρνησης (ΟΧΙ), υπόθεσης (ΕΑΝ... ΤΟΤΕ).

Οι στοιχειώδεις (απλές) προτάσεις μπορεί να είναι αληθείς ή ψευδείς, όχι όμως ταυτόχρονα αληθείς και ψευδείς (αντίφαση)* δεδομένου δε ότι οι σύνθετες αποτελούνται από απλές προτάσεις-κρίσεις, συνεπάγεται ότι και αυτές μπορεί να είναι αληθείς ή ψευδείς, αλλά όχι ταυτόχρονα αληθείς και ψευδείς. Οι προτάσεις-κρίσεις, λαμβανόμενες ως μεταβλητές, λαμβάνουν τιμή αληθείας, η οποία καλείται αληθοτιμή: α(ληθές), ψ(ευδές). Βάσει των τιμών αληθείας που παίρνει κάθε πρόταση σχηματίζεται ο πίνακας αληθείας⁵⁻⁷ (βλ. συνέχεια).

4. ΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΑΞΕΙΣ

Άρνηση: Η πράξη της άρνησης (αφορά μόνο απλές προτάσεις) εκφράζεται με το «ΟΧΙ Α» (συμβολικά ~A). Η άρνηση δεδομένης πρότασης-κρίσης ορίζεται ως η πρόταση η οποία είναι αληθής, όταν η δεδομένη πρόταση είναι ψευδής, και το αντίστροφο. Π.χ., η άρνηση της πρότασης-κρίσης «Έμφραγμα μυοκαρδίου» είναι «ΟΧΙ έμφραγμα μυοκαρδίου» και ο πίνακας αληθείας έχει ως εξής:

Πίνακας αληθείας άρνησης	
A	~A
α	ψ
ψ	α

Ο πίνακας αυτός αποτελεί την *προτασιακή συνάρτηση* της μεταβλητής, που δείχνει πώς η αληθοτιμή (α ή ψ) της πρότασης ~A εξαρτάται από την αληθοτιμή της πρότασης A. Έτσι, εάν η πρόταση «Είναι Α» είναι αληθής, τότε η πρόταση «όχι Α» είναι ψευδής, η δε «Α» μπορεί να θεωρηθεί ως η άρνησή της: A = [όχι (όχι A)]

και η «όχι Α» ως άρνηση της A: όχι A. Έτσι ικανοποιείται ο ορισμός της άρνησης.

*Σύζευξη*² (ΚΑΙ, ∧, &ⁱⁱⁱ): Στην περίπτωση αυτή, δύο ή περισσότερες προτάσεις-κρίσεις συνδέονται με το λογικό τελεστή ΚΑΙ και η προκύπτουσα σύνθετη πρόταση θεωρείται αληθής, όταν και μόνον όταν κάθε συνιστώσα πρόταση-κρίση είναι αληθής. Εάν έστω και μία από τις απλές προτάσεις, από τις οποίες συντίθεται η σύνθετη συζευκτική πρόταση (A ΚΑΙ ... ΚΑΙ B), είναι ψευδής, τότε ολόκληρη η σύνθετη πρόταση είναι ψευδής. Η σύζευξη καλείται επίσης λογικό γινόμενο.

Πίνακας αληθείας συζευκτικών προτάσεων

A	B	A ∧ B
α	α	α
α	ψ	ψ
ψ	α	ψ
ψ	ψ	ψ

Η σύνθετη συζευκτική πρόταση «Η φυματίωση είναι μεταδοτικό νόσημα ΚΑΙ μεταδίδεται αερογενώς» είναι αληθής, διότι και οι δύο απλές προτάσεις, από τις οποίες αποτελείται, είναι αληθείς.

Η σύνθετη συζευκτική πρόταση «Ο συστηματικός ερυθηματώδης λύκος είναι αυτοάνοσο ΚΑΙ κληρονομικό νόσημα» είναι ψευδής, διότι μία από τις απλές προτάσεις από τις οποίες αποτελείται είναι ψευδής (δεν είναι κληρονομικό νόσημα).

*Διάζευξη*² (Η, ∨^{iv}, V^v): Οι σύνθετες διαζευκτικές προτάσεις συνδέονται με το Η είτε σε:

- Απόλυτη διάζευξη (Η Α Η Β). Η σύνθετη πρόταση αληθεύει όταν είτε το Α είναι αληθές και το Β ψευδές, είτε το Β είναι αληθές και το Α ψευδές (όχι όμως και τα δύο)
- Χαλαρή διάζευξη (Α Η Β). Η σύνθετη πρόταση αλη-

i. Η άρνηση, σε αντίθεση με τη σύζευξη και τη διάζευξη, εφαρμόζεται σε απλή πρόταση. Π.χ. «ΟΧΙ φυματίωση».

ii. ~ είναι το σύμβολο της άρνησης.

iii. Το σύμβολο ∧ αντιστοιχεί στο λογικό τελεστή ΚΑΙ, ο οποίος συμβολίζεται και με το & ή το σημείο του πολλαπλασιασμού*, το οποίο, όπως και στην κλασική άλγεβρα, συχνά παραλείπεται (XY αντί X·Y). Και τα δύο είναι ταυτόσημα με το «X ΚΑΙ Y».

iv. Το σύμβολο ∨ αντιστοιχεί στο λογικό τελεστή Η (χαλαρή διάζευξη).

v. Το σύμβολο V αντιστοιχεί στο λογικό τελεστή της απόλυτης διάζευξης (Η...Η).

θεύει όταν τουλάχιστον μία από τις απλές προτάσεις αληθεύει ή αληθεύουν και οι δύο. Η χαλαρή διάζευξη καλείται επίσης λογικό άθροισμα.

Πίνακας αληθείας διαζευκτικών προτάσεων			
A	B	$A \vee B$	$A \vee B$
α	α	α	ψ
α	ψ	α	α
ψ	α	α	α
ψ	ψ	ψ	ψ

Η σύνθετη διαζευκτική πρόταση «*Η είναι κόκκος Η είναι βάκιλος*» αληθεύει όταν είναι κόκκος και δεν είναι βάκιλος ή όταν είναι βάκιλος και δεν είναι κόκκος. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις ψεύδεται (απόλυτη διάζευξη).

Η σύνθετη διαζευκτική πρόταση «*Έχει βακτηριδιακή πνευμονία Η καρκίνο του πνεύμονα*» αληθεύει όταν αληθεύει τουλάχιστον μία από τις απλές προτάσεις ή και οι δύο. Ψεύδεται όταν ψεύδονται και οι δύο (χαλαρή διάζευξη).

Συνεπαγωγή (EAN A TOTE B, $A \rightarrow B$): Οι προτάσεις αυτού του τύπου διατυπώνουν συμπερασμό, όπου A είναι ο λόγος και B η ακολουθία ή το συμπέρασμα. Η πρόταση $A \rightarrow B$ ψεύδεται, εάν και μόνο εάν ψεύδεται η ακολουθία (προφανώς, ψευδής ακολουθία μπορεί να υπάρξει μόνο από ψευδή λόγο, εφόσον η ακολουθία συναρτάται και εξαρτάται άμεσα από το λόγο²). Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις η ακολουθία αληθεύει, είτε απόλυτως (όταν ο λόγος αληθεύει. Προφανώς, από αληθή λόγο μόνο αληθής ακολουθία μπορεί να προκύψει), είτε υπό προϋποθέσεις (όταν ψεύδεται ο λόγος, η ακολουθία ψεύδεται εάν και μόνο εάν ο λόγος είναι μοναδικός). Για παράδειγμα, στην πρόταση «*Gram-θετικοί διπλόκοκκοι στην κατά Gram χρώση των πτυέλων \rightarrow βακτηριδιακή πνευμονία*», η άρση του λόγου «(όχι) Gram-θετικοί διπλόκοκκοι» δεν οδηγεί απαραίτητα και σε άρση του συμπεράσματος «(όχι) βακτηριδιακή πνευμονία», δεδομένου ότι οι Gram-θετικοί διπλόκοκκοι δεν είναι ο μοναδικός λόγος βακτηριδιακής πνευμονίας.

Πίνακας αληθείας συνεπαγωγής		
A	B	$A \rightarrow B$
α	α	α
α	ψ	ψ
ψ	α	ψ
ψ	ψ	α

Ισοδυναμία [Εάν και μόνο EAN (EANN...TOTE, \equiv , \leftrightarrow)]: Μια σύνθετη πρόταση συντιθέμενη από δύο προτάσεις A και B, που συνδέονται με την έκφραση EAN και μόνο EAN (EANN), εκφράζει ισοδυναμία. Στις προτάσεις αυτού του τύπου, η ισοδυναμία ορίζεται ως η πρόταση η οποία είναι αληθής εάν και μόνο εάν και οι δύο προτάσεις A, B αληθεύουν ή και οι δύο είναι ψευδείς.

Πίνακας αληθείας ισοδυναμίας		
A	B	$A \leftrightarrow B$
α	α	α
α	ψ	ψ
ψ	α	ψ
ψ	ψ	α

Η πρόταση «*Έχει (κλινικά^{iv}) πνευμονική πύκνωση EANN έχει αντικειμενικά σημεία πύκνωσης*» αληθεύει, όταν αληθεύουν και οι δύο απλές προτάσεις από τις οποίες αποτελείται και είναι ισοδύναμη με την πρόταση «*έχει αντικειμενικά σημεία πύκνωσης EANN έχει πνευμονική πύκνωση*». Επίσης, η πρόταση αληθεύει όταν οι απλές προτάσεις που τη συναποτελούν ψεύδονται και οι δύο: «*Δεν έχει (κλινικά) πνευμονική πύκνωση EANN δεν έχει αντικειμενικά σημεία πύκνωσης*».

5. ΤΟ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Διά της επιστήμης αναζητούμε τη γνώση και αποσπούμε κομμάτια της από την απεραντοσύνη της άγνοιάς μας. Το πρόβλημα ακριβώς αναφέρεται σε αυτή την αναζήτηση της γνώσης και η επιστημονική έρευνα αναζητεί την εξεύρεση λύσεων.⁸ Το πρόβλημα, επομένως, είναι κάτι που τίθεται ενώπιόν μας και αναγνωρίζεται ως τέτοιο οποτεδήποτε υπάρχει διάσταση μεταξύ «*της παρούσας κατάστασης και της επιθυμητής*».⁹ Η, κατά διαφορετική διατύπωση, «*πρόβλημα είναι η ένταση μεταξύ γνώσης και άγνοιας, που ανακύπτει όταν διαπιστώνουμε αταξία σε όσα νομίζουμε ότι ξέρουμε*».¹⁰

i. Στην αποκλειστική διάζευξη δεν μπορεί να αληθεύουν και οι δύο προτάσεις, όπως συμβαίνει στη χαλαρή διάζευξη.

ii. Το σύμβολο \rightarrow σημαίνει το συμπερασμό συνεπαγωγή EAN...TOTE.

iii. Το σύμβολο \leftrightarrow δηλώνει την ισοδυναμία λόγου και ακολουθίας. Την ίδια έννοια έχει και το σύμβολο \equiv .

iv. Προσέξτε την έννοια κλινικά. Ένας άρρωστος, στον οποίο δεν διαπιστώνονται κλινικά σημεία πύκνωσης, μπορεί να έχει πνευμονία (ακτινολογική απεικόνιση). Εντούτοις, η πρόταση «δεν έχει κλινικά σημεία πύκνωσης, άρα δεν έχει (κλινικά) πνευμονία» είναι ορθή.

Το διαγνωστικό πρόβλημα συνίσταται σε μια αρχική κατάσταση K_0 (υπάρχοντα στο συγκεκριμένο τόπο και χρόνο κλινικοεργαστηριακά δεδομέναⁱ), μια τελική κατάσταση K_v (νόσος που πληροί όλα τα κριτήρια του ορισμού τηςⁱⁱ) και ορισμένο σύνολο ενεργειών $\alpha, \beta, \gamma \dots$ (διαγνωστική μέθοδος), μέσω των οποίων οδηγούμαστε από την αρχική στην τελική κατάσταση.

Αναλογισθείτε την εξής γενική κατάσταση-πρόβλημα: Από την αρχική κατάσταση K_0 (πρόβλημα προς επίλυση) θέλετε να φτάσετε στο στόχο K_v (λύση του προβλήματος). Αναλύστε το πρόβλημα σε επιμέρους απλούστερα προβλήματα κατά τον εξής τρόπο:

Βήμα 1. Βρίσκομαι στην κατάσταση-στόχο (K_v); Δηλαδή, έχω τη λύση έτοιμη, οπότε η κατάσταση K_0 (αρχική κατάσταση) είναι ταυτόσημη με την κατάσταση K_v ;

Εάν ΝΑΙ, ο στόχος επιτεύχθηκε και το πρόβλημα λύθηκε.

Εάν ΟΧΙ:

Βήμα 2. Υπάρχει τρόπος να προσεγγίσω το στόχο K_v εάν μεταβώ στην κατάσταση K_1 (ενδιάμεση κατάσταση στην πορεία προς το στόχο) από την κατάσταση K_0 ;

Εάν ΟΧΙ, τότε δεν υφίσταται λύση στο παρόν πλαίσιο κατάστασης.

Εάν ΝΑΙ:

Βήμα 3. Τότε η κατάσταση K_1 αποτελεί επιμέρους αρχική κατάσταση (είναι ταυτόσημη με την κατάσταση K_0) και προχωρώ κατά τον ίδιο τρόπο όπως στο βήμα 1.

Στο πρώτο βήμα διαπιστώνεται ότι υφίσταται πρόβλημα, εφόσον η απάντηση είναι ΟΧΙ στην ερώτηση διά της οποίας αναζητείται εάν ο επιλύων το πρόβλημα ευρίσκεται στο στόχο (δεν ευρίσκεται στην κατάσταση του στόχου K_v). Στο δεύτερο βήμα αναζητούνται προϋποθέσεις που, εάν δεν υπάρχουν, σταματά η αναζήτηση λύσης σε αυτό το δεδομένο πλαίσιο, διότι, πράγματι, δεν είναι δυνατό να προσεγγιστεί αυτός ο στόχος. Εάν υπάρχουν, ο επιλύων το πρόβλημα προχωρεί στο τρίτο βήμα, χαρακτηρίζει την ενδιάμεση κατάσταση ως αρχική και εφαρμόζει και πάλι το βήμα 1, με αρχική κατάσταση τώρα την ενδιάμεση κατάσταση K_1 .

Παράδειγμα: Έστω άρρωστος με κλινική εικόνα ύποπτη για μηνιγγίτιδα, στον οποίο επιθυμούμε να επικυρώσουμε ή να αποκλείσουμε τη διάγνωση.

Βήμα 1. Μπορώ από τα αρχικά δεδομένα (κλινική εικόνα ύποπτη για μηνιγγίτιδα): κατάσταση K_0 , που έχω εδώ και τώρα (τόπος και χρόνος) στη διάθεσή μου, να θέσω

ή να αποκλείσω τη διάγνωση της μηνιγγίτιδας και επομένως να λύσω το πρόβλημα «κλινική εικόνα ύποπτη μηνιγγίτιδας» με αληθοτιμή ΝΑΙ (μηνιγγίτιδα), ΟΧΙ (όχι μηνιγγίτιδα); Εάν ΝΑΙ, θέτω τη διάγνωση «μηνιγγίτιδα», που αποτελεί και τη λύση του προβλήματος «κλινική εικόνα ύποπτη μηνιγγίτιδας».

Εάν ΟΧΙ, αναζητώ (υπάρχει;) μια ενδιάμεση κατάσταση K_1 , η οποία θα μου επιτρέψει, κάτω από συγκεκριμένες προϋποθέσεις, να θέσω ή να αποκλείσω τη διάγνωση μηνιγγίτιδας. Η οσφουονωτιαία παρακέντηση (ΟΝΠ), για τη λήψη εγκεφαλονωτιαίου υγρού (ΕΝΥ), αποτελεί την ενδιάμεση κατάσταση K_1 προς το στόχο μου K_v (μηνιγγίτιδα), που αποτελεί και τη λύση του προβλήματος. Η αναγκαία προϋπόθεση που πρέπει να πληρούται είναι: να μην έχει ο άρρωστος αυξημένη ενδοκρανιακή πίεση.ⁱⁱⁱ Εάν έχει αυξημένη ενδοκρανιακή πίεση (απόλυτη αντένδειξη διενέργειας ΟΝΠ σε παθολογική κλινική), τότε δεν υφίσταται ενδιάμεση κατάσταση K_1 , που να με οδηγήσει στην επίλυση του προβλήματος στο δεδομένο πλαίσιο και επομένως σταματώ την αναζήτηση σε αυτό το πλαίσιο.^{iv}

Το παραπάνω παράδειγμα δείχνει την ιεράρχηση των μέσων, που είναι διαθέσιμα, συναρτήσει του στόχου. Εάν απαραίτητη προϋπόθεση για τη διενέργεια της ΟΝΠ είναι να μην έχει ο άρρωστος αυξημένη ενδοκρανιακή πίεση, δεν έχει νόημα η εξέταση άλλων προϋποθέσεων (να υπάρχει το κατάλληλο μέγεθος βελόνας, η γραπτή συναίνεση κ.λπ.) πριν διευκρινιστεί εάν πληρούται η πρώτη και βασική προϋπόθεση.

-
- i. Η διάγνωση είναι μια δυναμική διαδικασία εξελισσόμενη σε τόπο και χρόνο. Ο γιατρός δεν έχει την πολυτέλεια του ερευνητή να συλλέξει όλα τα απαραίτητα δεδομένα προτού καταλήξει σε διάγνωση. Κατά την έννοια αυτή, η διάγνωση αποτελεί εφαρμοσμένη – στην καθημερινή πράξη– επιστήμη, η οποία είναι υποχρεωτικό να δώσει απαντήσεις και λύσεις (τις καλύτερες δυνατές στις δεδομένες συνθήκες) πάντοτε. Ακόμη και στην περίπτωση παντελούς απουσίας δεδομένων, ο κλινικός είναι αναγκασμένος να δημιουργήσει μια διάγνωση (προκειμένου να *αρχίσει θεραπεία*). Σε αυτή την περίπτωση ισχύει η αρχή του «μη χείρον βέλτιστον». Δηλαδή, καλύτερη δυνατή λύση είναι η λιγότερο κακή μεταξύ των υπάρχουσών, οπωσδήποτε κακών, λύσεων ή η βέλτιστη μεταξύ των κακών.
 - ii. Μια άλλη διατύπωση του διαγνωστικού προβλήματος, είναι ότι προκύπτει από τη –και συνίσταται στη– διαφορά που υπάρχει μεταξύ των δεδομένων του αρρώστου (κλινικοεργαστηριακά ευρήματα) και των κριτηρίων που πληρούν τον ορισμό της νόσου.
 - iii. Θεωρούμε ότι οι λοιπές τεχνικές προϋποθέσεις, γνώση της τεχνικής, απαραίτητες βελόνες κ.λπ., πληρούνται.
 - iv. Πιθανώς να αναζητήσω λύσεις σε άλλα πλαίσια (π.χ. εάν είναι απολύτως αναγκαία η αποδεδειγμένη διάγνωση μηνιγγίτιδας).

Σε γενικότερη διατύπωση, έστω ένας τελεστής T , ο οποίος απαιτεί τρεις προϋποθέσεις T_1 , T_2 και T_3 , προκειμένου να ενεργοποιηθεί. Έστω ότι για να ισχύσει η προϋπόθεση 1 πρέπει να πληρούται η προϋπόθεση 2 και ότι μόλις όταν πληρούνται η 1 και 2 μπορεί να πληρωθεί η 3. Είναι φανερό ότι η χρονική σειρά πλήρωσης των προϋποθέσεων είναι 2, 1, 3, δεδομένου ότι εάν δεν πληρούται η 2, δεν έχει νόημα να εξεταστούν οι 1 και 3 και εάν δεν πληρούνται η 1 και 2, δεν έχει νόημα να εξεταστεί η 3.

Με τη στρατηγική μέσων-στόχου (means-ends),¹⁸ όπως καλείται η ανωτέρω περιγραφείσα διαδικασία, τεμαχίζεται το αρχικό πρόβλημα σε επιμέρους προβλήματα, αλλά μόνο εάν υπάρχουν όλες οι λεπτομέρειες μπορεί να εφαρμοστεί αυτή η στρατηγική. Παρότι η προσέγγιση αυτή είναι εξαιρετικά λογική, εφαρμόζοντάς την μπορεί να κατηγορηθεί κανείς για μη ευφυή συλλογιστική.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ – ΜΕΤΡΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ

Μια ευφυής στρατηγική προϋποθέτει γενική και αφηρημένη συλλογιστική, βάσει ιεραρχημένων προτεραιοτήτων. Ο ορισμός της επιστημονικής αλήθειας ως αντιστοιχίας προς την πραγματικότητα είναι προβληματικός. Η αντίληψη της πραγματικότητας είναι εμπειρική (διά των αισθήσεων). Εντούτοις, για να τη διατυπώσουμε χρησιμοποιούμε θεωρητικές (λογικές) προτάσεις. Ουσιαστικά, την αναπαριστούμε με θεωρητικά υποδείγματα (μοντέλα), αλλά δεν είναι καθόλου βέβαιο ότι ο κόσμος (πραγματικότητα) βρίσκει την πιστή του αναπαράσταση στα θεωρητικά μας υποδείγματα. Ο εγκέφαλός μας, ως νοούσα δομή, δεν φαίνεται να είναι ένα παθητικό σύστημα αποτύπωσης της πραγματικότητας, η οποία εισέρχεται σε αυτόν από τις πύλες των αισθήσεων.¹¹ Οι προτάσεις που αφορούν τον πραγματικό κόσμο «*υπόκεινται πάντα σε αβεβαιότητες*».¹² Οι αισθήσεις μας, επί των οποίων βασίζεται η εμπειρική γνώση, μπορεί να μας παραπλανούν. Ο Ηράκλειτος, 2500 χρόνια πριν, προειδοποιούσε: «*κακοί μάρτυρες άνθρωποι-σιν οφθαλμοί και ότα...*».¹³

Στην κλινική πράξη, όπου οι καταστάσεις είναι περισσότερο πολύπλοκες και περιέχουν αβεβαιότητα, λειτουργούμε, προκειμένου να επιλύσουμε τα κλινικά προβλήματα, με τη δημιουργία υποθετικο-παραγωγικών κανόνων, χρησιμοποιώντας διαβαθμισμένες ενδείξεις που στηρίζουν μια υπόθεση, η οποία νομιμοποιείται να διατυπωθεί βάσει των υπάρχουσών ενδείξεων. Λειτουργούμε, δηλαδή, κατ' ανάγκη (αλλά και αποτελεσματικά, σε συνθήκες αβεβαιότητας) πιθανολογικά, επικαιροποιώντας

κάθε φορά την υπόθεσή μας, ανάλογα με τις προσκτώμενες ενδείξεις και το διαγνωστικό περιεχόμενο που αυτές φέρουν, στο συγκεκριμένο πλαίσιο στο οποίο επιχειρείται να επιλυθεί το δεδομένο πρόβλημα.

Ουσιαστικά, η προσέγγιση αυτή βασίζεται στην αρχή ότι μια συγκεκριμένη υπόθεση μπορεί να εξεταστεί, ως προς την αλήθεια ή το ψεύδος της, μόνον όταν η ύπαρξή της και υποστηρίζουσα αυτήν ένδειξη έχει ένα δεδομένο βαθμό πιθανότητας ή πιθανοφάνειας. Με άλλα λόγια, εξετάζουμε πόσο πιθανό είναι το συμπέρασμα της υπόθεσης που διατυπώσαμε, βάσει (δεδομένου) του βαθμού βεβαιότητας που έχουμε για τις ενδείξεις (που αποτελούν το λόγο του παραγωγικού κανόνα), οι οποίες στηρίζουν ή επί των οποίων βασίζεται (και από τις οποίες προκύπτει) αυτό το συμπέρασμα. Οι ενδείξεις έχουν βαθμό αβεβαιότητας, ο οποίος επηρεάζει και το συμπέρασμα. Αυτός ο βαθμός αβεβαιότητας μπορεί να μετρηθεί με την πιθανολογική προσέγγιση και με –κατά διάφορους τρόπους μετρούμενους– παράγοντες βεβαιότητας, συναρτήσει της πεποίθησης που έχουμε για την αλήθεια ή το ψεύδος κάθε ένδειξης (βλ. συνέχεια).

Η δυνατότητα εξαγωγής ακριβών και σημαντικών συμπερασμάτων είναι αντιστρόφως ανάλογη της πολυπλοκότητας του υπό εξέταση συστήματος. Με άλλα λόγια, σε ένα κριτικό όριο πολυπλοκότητας, ο προσδιορισμός, ταυτόχρονα, της ακρίβειας και της σημαντικότητας (σπουδαιότητας) του συμπεράσματος καθίσταται αδύνατος. Αυτή την κατάσταση προσδιορίζει η αρχή της απροσδιοριστίας του Haisenberg.¹⁴

Ως εκ τούτου, σε πραγματικές συνθήκες και ιδίως στην Κλινική Ιατρική, η πλήρης μαθηματική τυποποίηση δεν είναι δυνατή. Εντούτοις, μπορούν να εξαχθούν χρήσιμα και πρακτικά συμπεράσματα από το χειρισμό της ασαφούς, αβέβαιης γνώσης. Έτσι, σε ένα φάσμα βεβαιοτήτων από το -1 (απόλυτη βεβαιότητα ψεύδους) έως το +1 (απόλυτη βεβαιότητα αλήθειας), σε πραγματικές καταστάσεις που αντιμετωπίζονται στην Κλινική Ιατρική, ο κλινικός κινείται, μεταξύ αυτών των ορίων, στο βασίλειο της μερικής αλήθειας και του μερικού ψεύδους, του Ζήνωνα και του Lukaszewicz,¹ καθιστώντας την περιγραφή του πραγματικού κόσμου ζήτημα βαθμού προσέγγισης της αλήθειας και του ψεύδους.

Συνεπώς, μεταξύ των ακραίων τιμών *αληθές-ψευδές, ναι-όχι*, υφίσταται φάσμα τιμών, οι οποίες και περιγράφουν τον πραγματικό κόσμο.

i. Jan Lukaszewicz (1878–1955). Πολωνός φιλόσοφος, που δίδαξε στο Πανεπιστήμιο της Βαρσοβίας.

7. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ^{15,16}

Ο συντελεστής ή παράγοντας βεβαιότητας: (Certainty Factor,¹⁵ ΣΒ) εκφράζει βαθμό πεποίθησης (ΒΠ) ότι μια υπόθεση Y είναι αληθής, με βάση ένδειξη E , που είναι διαθέσιμη και ορίζεται ως:

$$\Sigma B(Y/E) = B\Pi(Y/E) - B\Pi(\sim Y/E)$$

Όπου

$B\Pi(Y/E)$ = Βαθμός πεποίθησης ότι η υπόθεση Y είναι αληθής δεδομένης της ένδειξης E

$B\Pi(\sim Y/E)$ = Βαθμός πεποίθησης ότι η υπόθεση Y δεν είναι αληθής δεδομένης της ένδειξης E

Ο βαθμός πεποίθησης παίρνει τιμές από -1 έως +1.

Εάν η πιθανότητα που προσδιορίζουμε να είναι αληθής η υπόθεση Y , είναι 1 (απόλυτη βεβαιότητα), δηλαδή $P(Y) = +1$, τότε ο βαθμός $B\Pi(Y/E)$ είναι επίσης +1 (βεβαιότητα ότι είναι αληθής η υπόθεση, δεδομένης της E). Εάν η πιθανότητα να είναι αληθής η υπόθεση Y , είναι 0 (απόλυτη βεβαιότητα ότι η υπόθεση δεν είναι αληθής), δηλαδή $P(Y) = 0$, τότε ο $B\Pi(\sim Y/E)$ είναι -1 (βεβαιότητα ότι δεν είναι αληθής η υπόθεση).

Τώρα, εάν προστεθεί και νέο στοιχείο ένδειξης E_2 , αυτό μεταβάλλει το βαθμό πεποίθησης της υπόθεσης και η μεταβολή αυτή μετράται με τον ακόλουθο τύπο:

$$B\Pi(Y/E_1, E_2) = B\Pi(Y/E_1) + B\Pi(Y/E_2) [1 - B\Pi(Y/E_1)]$$

$$B\Pi(\sim Y/E_1, E_2) = B\Pi(\sim Y/E_1) + B\Pi(\sim Y/E_2) [1 - B\Pi(\sim Y/E_1)]$$

Ο τύπος αυτός, στη φυσική γλώσσα (απλά Ελληνικά), λέει ότι η παρουσία μιας επιπλέον ένδειξης E_2 τροποποιεί τον αρχικό βαθμό πεποίθησης, βασισμένο στη μαρτυρία E_1 κατά το μέγεθος:

$$B\Pi(Y/E_2) [1 - B\Pi(Y/E_1)]$$

όταν η πιθανότητα είναι υπέρ του να είναι αληθής η υπόθεση Y βάσει της ένδειξης E και κατά το μέγεθος

$$B\Pi(\sim Y/E_2) [1 - B\Pi(\sim Y/E_1)]$$

όταν η πιθανότητα είναι υπέρ του να είναι ψευδής η υπόθεση Y βάσει της ένδειξης E .

Ο τύπος που δίνει το βαθμό πεποίθησης παρουσία δύο ή περισσότερων ενδείξεων έχει τις ακόλουθες δύο ιδιότητες:¹⁷

ι. Σημειώστε ότι οι βαθμοί πεποίθησης δεν παριστούν πιθανότητες, διότι δεν προέρχονται από δείγμα πληθυσμού.

α. Η χρονική σειρά πρόσκτησης των ενδείξεων δεν παίζει ρόλο (ο τύπος έχει συμμετρία).

β. Αυξανόμενου του αριθμού των ενδείξεων που υποστηρίζουν την υπόθεση, ο βαθμός πεποίθησης αυξάνει μετακινούμενος προς τη βεβαιότητα.

Παράδειγμα: Έστω

$$B\Pi(Y/E_1) = 0,4 \text{ και } B\Pi(Y/E_2) = 0,1$$

Τότε ο

$$B\Pi(Y/E_1, E_2) = B\Pi(Y/E_1) + B\Pi(Y/E_2) [1 - B\Pi(Y/E_1)] = 0,4 + 0,1(1 - 0,1) = 0,4 + 0,1(0,9) = 0,4 + 0,09 = 0,49$$

Όταν έχουμε συνδυασμό προτάσεων με σύζευξη (KAI) ή διάζευξη ($Η$) σε παραγωγικούς κανόνες, ο ΣΒ υπολογίζεται βάσει των βαθμών πεποίθησης σύμφωνα με τους ακόλουθους κανόνες:¹⁸

1. Εάν οι απλές προτάσεις συνδέονται με σύζευξη (KAI), τότε ο ΒΠ της σύνθετης πρότασης ($EAN A \text{ } KAI \text{ } B \text{ } KAI \dots v$) ΤΟΤΕ Γ είναι ίσος με το ΒΠ της απλής πρότασης που έχει τη μικρότερη τιμή, μεταξύ των απλών προτάσεων ($A, B, \dots v$):

$$B\Pi(Y_1 \text{ } KAI \text{ } Y_2/E) = \min [B\Pi(Y_1/E), B\Pi(Y_2/E)]$$

Αυτό είναι λογικό, δεδομένου ότι εάν το συμπέρασμα (Γ) ισχύει μόνον όταν και οι δύο (ή περισσότερες) απλές προτάσεις A και B ισχύουν, τότε είμαστε τόσο βέβαιοι για το συμπέρασμα, όσο βέβαιοι είμαστε για τη λιγότερο βέβαιη από τις δύο προτάσεις. Η αλυσίδα είναι τόσο ισχυρή, όσο ισχυρός είναι ο πιο αδύνατος κρίκος της.

Παράδειγμα: Εάν $B\Pi(Y_1) = 0,3$ και $B\Pi(Y_2) = 0,6$, ο ΒΠ της συζευκτικής σύνθετης πρότασης ($Y_1 \text{ } KAI \text{ } Y_2$) ισούται με 0,3.

2. Εάν οι απλές προτάσεις συνδέονται με διάζευξη ($Η$), τότε ο ΒΠ της σύνθετης πρότασης ($EAN A \text{ } Η \text{ } B \text{ } Η \dots v$) ΤΟΤΕ Γ είναι ίσος με το ΒΠ της απλής πρότασης (μεταξύ των απλών προτάσεων $A, B, \dots v$), που έχει τη μεγαλύτερη τιμή:

$$B\Pi(Y_1 \text{ } Η \text{ } Y_2/E) = \max [B\Pi(Y_1/E), B\Pi(Y_2/E)]$$

Αυτό είναι, επίσης, λογικό, δεδομένου ότι εάν το συμπέρασμα (Γ) ισχύει όταν οποιαδήποτε από τις απλές προτάσεις A και B είναι παρούσες, τότε είμαστε τόσο βέβαιοι για το συμπέρασμα, όσο βέβαιοι είμαστε για τη βεβαιότερη από τις δύο προτάσεις.

Παράδειγμα: Εάν $B\Pi(Y_1) = 0,3$ και $B\Pi(Y_2) = 0,6$, ο ΒΠ της διαζευκτικής σύνθετης πρότασης ($Y_1 \text{ } Η \text{ } Y_2$) ισούται με 0,6.

Στη συνέχεια παρατίθεται ένα παράδειγμα παραγωγικών κανόνων από την καθημερινή κλινική πράξη, αναφορικά με το συντελεστή βεβαιότητας και τους βαθμούς πεποίθησης:

Παράδειγμα: Αιτιολογική διάγνωση πνευμονίας

- *Κανόνας 1.* EAN άρρωστος (με διάγνωση πνευμονίας) έχει λοβώδη πνευμονία ΚΑΙ κανέναν παράγοντα κινδύνου (για βακτηριδιακή πνευμονία) ΚΑΙ Gram-θετικούς διπλόκοκκους (στην εξέταση των πτυέλων), ΤΟΤΕ έχει πνευμονιοκοκκική πνευμονία.
- *Κανόνας 2.* EAN άρρωστος (με διάγνωση πνευμονίας) έχει Gram-θετικούς διπλόκοκκους (στην εξέταση των πτυέλων) Ή θετική καλλιέργεια αίματος για πνευμονιοκόκκο, ΤΟΤΕ έχει πνευμονιοκοκκική πνευμονία (ΠΝΚΠ).

Έστω ότι οι βαθμοί πεποίθησης έχουν ως εξής:

$ΒΠ_1$ (έχει λοβώδη πνευμονία) = 0,8

$ΒΠ_2$ (κανέναν παράγοντα κινδύνου) = 0,6

$ΒΠ_3$ (Gram-θετικούς διπλόκοκκους) = 0,85

$ΒΠ_4$ (θετική καλλιέργεια αίματος για πνευμονιοκόκκο) = 0,98

Ποιος είναι ο βαθμός πεποίθησης ότι ο άρρωστος έχει πνευμονιοκοκκική πνευμονία βάσει των κανόνων 1 και 2 (K_1, K_2); Δηλαδή, $ΒΠ(ΠΝΚΠ/K_1, K_2)$

$ΒΠ(ΠΝΚΠ/K_1) = \min(ΒΠ_1, ΒΠ_2, ΒΠ_3) = \min(0,8, 0,6, 0,85) = 0,6$

Λογικός τελεστής ΚΑΙ

$ΒΠ(ΠΝΚΠ/K_2) = \max(ΒΠ_3, ΒΠ_4) = \max(0,85, 0,98) = 0,98$

Λογικός τελεστής Ή

$ΒΠ(ΠΝΚΠ/K_1, K_2) = ΒΠ(ΠΝΚΠ/K_1) + ΒΠ(ΠΝΚΠ/K_2) [1 - ΒΠ(ΠΝΚΠ/K_1)]$

$= 0,6 + 0,98(1 - 0,6) = 0,6 + 0,98 \times 0,4 = 0,6 + 0,39 = 0,99$

Επομένως, ο βαθμός πεποίθησης να έχει ο άρρωστος ΠΝΚΠ βάσει των κανόνων K_1 και K_2 είναι συνολικά 0,99.

Σημειώστε ότι και οι κανόνες μπορεί να έχουν διαφορετικούς βαθμούς πεποίθησης μεταξύ τους. Δηλαδή, η πεποίθηση, ως προς την αλήθεια των κανόνων, να είναι διαφορετική για κάθε έναν από αυτούς, όπως ακριβώς συμβαίνει και με τις ενδείξεις. Όταν δεν αναφέρεται βαθμός πεποίθησης για τους κανόνες, θεωρείται ότι ο κανόνας έχει δοκιμαστεί και η πεποίθηση για την αλήθεια του είναι απόλυτη (100% βεβαιότητα).

Ο πραγματικός βαθμός πεποίθησης ως προς την αλήθεια της υπόθεσης, βάσει του κανόνα, συμβολίζεται ως $ΠΒΠ(Y_i/K_i)$ και η πεποίθηση για την αλήθεια του κανόνα ως $ΒΠΚ$. Ο $ΠΒΠ(Y_i/K_i)$ δίνεται από την ακόλουθη εξίσωση:¹⁵

$$\text{ΠΒΠ}(Y_i/K_i) = \text{ΒΠ}(Y_i/K_i) / \text{ΒΠΚ}$$

Παράδειγμα: Εάν ο $ΒΠΚ_1$ για τον κανόνα 1 είναι 0,8 και για τον κανόνα 2ο $ΒΠΚ_2$ είναι 0,9, τότε:

$$\text{ΠΒΠ}(Y/K_1) = \text{ΒΠ}(Y/K_1) \times \text{ΒΠΚ}_1 = 0,6 \times 0,8 = 0,48$$

$$\text{ΠΒΠ}(Y/K_2) = \text{ΒΠ}(Y/K_2) \times \text{ΒΠΚ}_2 = 0,98 \times 0,9 = 0,88$$

$$\text{Και ο } \text{ΠΒΠΚ}(Y/K_1, K_2) = \text{ΠΒΠ}(Y/K_1) + \text{ΠΒΠ}(Y/K_2) \times [1 - \text{ΠΒΠ}(Y/K_1)] = 0,48 + 0,88(1 - 0,48) = 0,48 + 0,88 \times 0,52 = 0,48 + 0,46 = 0,94$$

8. ΠΙΘΑΝΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ^{19,20}

Η μεθοδολογία αυτή στηρίζεται στην αρχή ότι, για οτιδήποτε –και εδώ για οποιαδήποτε υπόθεση Y – ανεξάρτητα του πόσο απίθανο είναι, υπάρχει πάντοτε μια πρότερη (*a priori*) πιθανότητα να είναι αληθές. Η πρότερη αυτή πιθανότητα για μια υπόθεση μπορεί να τροποποιηθεί (προς τα άνω ή και κάτω) αναλόγως των ενδείξεων που προσκτώνται υπέρ ή κατά της υπόθεσης και καλείται ύστερη (*a posteriori*) πιθανότητα της υπόθεσης Y βάσει της ένδειξης (-ων) E_1, E_2, \dots, E_v .

Ο τύπος του Bayes προσδιορίζει την ύστερη πιθανότητα υπόθεσης Y δεδομένης (/) της ένδειξης E ως εξής:

$$P(Y/E) = P(E/Y) \times P(Y) / P(E/Y) \times P(Y) + [(1 - P(\sim E/\sim Y)) \times (1 - P(Y))]$$

Όπου $P(Y/E)$ = Ύστερη δεσμευμένη πιθανότητα της Y

$P(E/Y)$ = Ευαισθησία της E (% αληθώς θετικών της E)

$P(Y)$ = Πρότερη πιθανότητα της Y

$P(\sim E/\sim Y)$ = Ειδικότητα της E (% αληθώς αρνητικών της E)

$1 - P(\sim E/\sim Y)$ = % ψευδώς θετικών της E

Η $P(Y/E)$ λαμβάνει τιμές μεταξύ του 0 και του 1 και το σχήμα της καμπύλης της πιθανότητας $P(Y/E)$ συναρτήσει του E , εκφρασμένης λογαριθμικά, είναι ασυμπτωτική στις τιμές 0 και 1, πράγμα που σημαίνει ότι πλησίον των ακραίων τιμών (0 και 1) η νέα πληροφορία (ένδειξη) ελάχιστη επίδραση έχει στη μεταγενέστερη πιθανότητα της Y , δεδομένης της ένδειξης E , και μπορεί να αγνοηθεί.¹⁷ Επομένως, εάν προσδιοριστεί η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή της πιθανότητας που μπορεί να λά-

βει μια υπόθεση, βάσει της ένδειξης που έχει το μέγιστο διαγνωστικό περιεχόμενο (βλ. κεφάλαιο 10) και η τιμή αυτή υπερβαίνει ένα μέγιστο ουδό ή είναι μικρότερη ενός ελάχιστου ουδού, τότε η υπόθεση γίνεται αποδεκτή ή απορρίπτεται, αντιστοίχως, χωρίς περαιτέρω αναζήτηση ενδείξεων. Διαφορετικά, εξετάζονται εκ νέου οι εναπομένουσες ενδείξεις, αναζητώντας αυτήν που έχει το μέγιστο διαγνωστικό περιεχόμενο κ.ο.κ. Ως τον ανώτερο ουδό αποδοχής της υπόθεσης θέτουμε στην πράξη το 0,9 (90%) της μέγιστης πιθανότητας που προκύπτει για την υπό εξέταση υπόθεση Y, βάσει της ένδειξης E. Ως τον κατώτερο ουδό λαμβάνουμε συνήθως το ήμισυ της μέγιστης τιμής πιθανότητας.¹⁷

Παράδειγμα: Εάν η ύστερη πιθανότητα υπόθεσης Y δεδομένης ένδειξης E: $P(Y/E)$ είναι 0,90, ο ανώτερος ουδός είναι $0,90 \times 0,90 = 0,81$ και ο κατώτερος $0,9 \times 1/2 = 0,45$. Εάν η ύστερη πιθανότητα υπερβαίνει το 0,81, η υπόθεση γίνεται αποδεκτή χωρίς περαιτέρω διερεύνηση, ενώ απορρίπτεται όταν το $P(Y/E)$ είναι μικρότερο του 0,45.

9. ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΚΛΙΝΙΚΟΥ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΕΝΔΕΙΞΗ

Στον υπολογισμό της ύστερης πιθανότητας βάσει του τύπου του Bayes, η ένδειξη είτε είναι θετική είτε αρνητική. Η αληθοτιμή της είναι δίτιμη: Ναι, όχι. Εντούτοις, στην καθημερινή κλινική πράξη, πολλές φορές ο κλινικός αντιμετωπίζει αβεβαιότητα ως προς την ένδειξη. Δηλαδή, στον υπολογισμό της ύστερης πιθανότητας, βάσει της ένδειξης E πρέπει να συνεκτιμηθεί και η πεποίθησή του ως προς την ύπαρξη της ένδειξης. Συνήθως, η πεποίθηση αυτή εκφράζεται σε μια κλίμακα από -5 (βεβαιότητα του κλινικού ως προς το αρνητικό της ένδειξης) έως +5 (βεβαιότητα του κλινικού ως προς το θετικό της ένδειξης). Έτσι, ο τύπος του Bayes διαμορφώνεται ως εξής, για να συμπεριληφθεί και ο βαθμός πεποίθησης (εκφρασμένος στον τύπο ως R) του κλινικού ως προς την ένδειξη, βάσει κλίμακας -5 έως +5.^{21,22}

$$P(Y/E_{R>0 \text{ έως } +5}) = P(Y/E) \times \frac{|R|}{5} + P(Y) \times (1 - \frac{|R|}{5}) \quad \text{Τύπος 1}$$

$$P(Y/\sim E_{R<0 \text{ έως } -5}) = P(Y/\sim E) \times \frac{|R|}{5} + P(Y) \times (1 - \frac{|R|}{5}) \quad \text{Τύπος 2}$$

- Όταν ο βαθμός πεποίθησης για την ένδειξη είναι +5 (απόλυτη βεβαιότητα ότι η E είναι θετική), τότε η ύστερη πιθανότητα $P(Y/E_{+5})$ ισούται με τη θετική διαγνωστική αξία, όπως αυτή υπολογίζεται από τον τύπο του Bayes.

Για τιμή $R = +5$ το $P(Y/E_{+5}) =$ με τη ΘΔΑ [θετική διαγνωστική αξία = $P(Y/E)$]

- Όταν ο βαθμός πεποίθησης είναι -5 (απόλυτη βεβαιότητα ότι η E είναι αρνητική), τότε η ύστερη πιθανότητα $P(Y/\sim E_{-5})$ ισούται με το αρνητικό διαγνωστικό σφάλμα, όπως αυτό υπολογίζεται από τον τύπο του Bayes.

Για τιμή $R = -5$ το $P(Y/\sim E_{-5}) =$ με το ΑΔΣ [αρνητικό διαγνωστικό σφάλμα = $P(Y/\sim E)$]

- Τέλος, για βαθμό πεποίθησης 0 είναι φανερό ότι ο κλινικός δεν έχει καμιά πληροφορία για την ένδειξη E και, επομένως, η ύστερη πιθανότητα $P(Y/E_0)$ ισούται με την πρότερη πιθανότητα.

$$P(Y/E_{R=0}) = P(Y)$$

10. ΙΕΡΑΡΧΗΜΕΝΗ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΕΠΟΜΕΝΗΣ ΕΝΔΕΙΞΗΣ – ΣΥΝΤΟΜΕΥΟΝΤΑΣ ΤΟ ΔΡΟΜΟ ΚΑΙ ΜΕΤΡΩΝΤΑΣ ΤΟ ΠΕΡΙΠΟΥ

Ο βασικός στόχος του κλινικού είναι να θέσει τη διάγνωση με όσο το δυνατόν λιγότερες εξετάσεις ή ενδείξεις και λιγότερη ταλαιπωρία ή κόστος για τον άρρωστο. Επομένως, είναι λογικό να αναζητά τις ενδείξεις που θα οδηγήσουν συντομότερα και πλέον αξιόπιστα στην επίλυση του διαγνωστικού προβλήματος. Κατά τη διάρκεια της διαγνωστικής διαδικασίας, ο κλινικός αναζητά συγκεκριμένες ενδείξεις (κλινικά και παρακλινικά δεδομένα) που θεωρεί ότι έχουν το μεγαλύτερο διαγνωστικό περιεχόμενο (τις οποίες και αξιολογεί πρώτες) και αναλόγως τροποποιεί τη διαφορική του διαγνωστική. Το πρόβλημα είναι να προσδιοριστεί το διαγνωστικό περιεχόμενο των ενδείξεων. Η τυποποίηση αυτής της διαδικασίας έχει γίνει από τον Naylor.²²

Η σπουδαιότητα (διαγνωστικό περιεχόμενο)²³ μιας ένδειξης μπορεί να εκφραστεί ως η διαφορά της πιθανότητας να είναι αληθής η υπόθεση Y δεδομένης της ένδειξης E [$P(Y/E)$] και της πιθανότητας να είναι αληθής η υπόθεση Y δεδομένης αρνητικής της ένδειξης E [$P(Y/\sim E)$]:

$$\text{Διαγνωστικό περιεχόμενο (ΔΠ)} = \left| P(Y_i/E) - P(Y_i/\sim E) \right| \quad \text{Τύπος 3}$$

i. $||$ Σύμβολο του απόλυτου.

ii. Η τιμή του R στον τύπο εκφράζεται σε απόλυτη τιμή (χωρίς πρόσημο) και ο τύπος αυτός χρησιμοποιείται για αρνητικές τιμές του R, δηλαδή $R < 0$ (-4, -3 κ.λπ.).

11. ΕΠΙΚΥΡΩΣΗ Ή ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗΣ ΥΠΟΘΕΣΗΣ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ (Pmax) ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ (Pmin) ΤΙΜΗΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΘΕ ΥΠΟΘΕΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ Ε

Βάσει της ένδειξης με το μέγιστο διαγνωστικό περιεχόμενο και το βαθμό πεποίθησης που έχουμε σε αυτήν, επικαιροποιούνται (τροποποιούνται) οι προσδιορισθείσες, ήδη, αρχικές πιθανότητες των διαγνωστικών υποθέσεων στις οποίες εμπεριέχεται η ένδειξη αυτή. Οι επικαιροποιημένες πιθανότητες διαγνωστικών υποθέσεων θεωρούνται τώρα ως αρχικές και προσδιορίζεται η μέγιστη (Pmax) και η ελάχιστη τιμή (Pmin) που μπορεί να λάβει καθεμιά από αυτές. Σε αυτή την περίπτωση, ως Ε λαμβάνονται όλες οι εναπομένουσες ενδείξεις υπέρ (με βεβαιότητα 100%, R = +5) ή κατά (με βεβαιότητα 100%, R = -5) της υπόθεσης και για τις δύο αληθοτιμές της (ΝΑΙ, ΟΧΙ). Ο υπολογισμός γίνεται με βάση τους ακόλουθους τύπους:

$$P(E/Y) = P(E_1/Y) \times P(E_2/Y) \times \dots \times P(E_v/Y) \quad [\Pi_1]$$

$$P(E/\sim Y) = P(E_1/\sim Y) \times P(E_2/\sim Y) \times \dots \times P(E_v/\sim Y) \quad [\Pi_2]$$

$$P(\sim E/Y) = P(\sim E_1/Y) \times P(\sim E_2/Y) \times \dots \times P(\sim E_v/Y) \quad [\Pi_3]$$

$$P(\sim E/\sim Y) = P(\sim E_1/\sim Y) \times P(\sim E_2/\sim Y) \times \dots \times P(\sim E_v/\sim Y) \quad [\Pi_4]$$

Το αποτέλεσμα των εξισώσεων $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4$ τοποθετείται στους ακόλουθους τύπους, που εκφράζουν το Pmax και Pmin των υποθέσεων:

$$P(Y_i/E)_{\max} = P(Y_i/E_R) \times \Pi_1 / P(Y_i/E_R) \times \Pi_1 + [1 - P(Y_i/E_R)] \times \Pi_2 \quad \text{Τύπος 4}$$

$$P(Y_i/E)_{\min} = P(Y_i/E_R) \times \Pi_3 / P(Y_i/E_R) \times \Pi_3 + [1 - P(Y_i/E_R)] \times \Pi_4 \quad \text{Τύπος 5}$$

Ακολουθώς, αναζητείται η υπόθεση που έχει τη μέγιστη τιμή μεταξύ όλων των ελαχίστων τιμών [$P(Y_i/E)_{\min}$] (maximin: μέγιστο των ελαχίστων) και εξετάζεται κατά πόσο κάποια υπόθεση έχει μέγιστη τιμή [$P(Y_i/E)_{\max}$] που υπερβαίνει τη μέγιστη τιμή των ελαχίστων. Εάν δεν υπάρχει τέτοια τιμή, τότε η υπόθεση αυτή είναι η πιθανότερη (αληθοφανέστερη) και αποτελεί την (πιθανότερη) διάγνωση, βάσει των χρησιμοποιηθέντων πληροφοριακών δεδομένων (ενδείξεων).

Εάν υπάρχει τέτοια τιμή, δεν υφίσταται πιθανότερη υπόθεση και η διαδικασία επαναλαμβάνεται με την εξέταση του διαγνωστικού περιεχομένου των εναπομενουσών ενδείξεων, όπως έγινε παραπάνω.

12. ΚΛΙΝΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΟΥ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΤΩΝ ΕΝΔΕΙΞΕΩΝ – ΕΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΒΑΣΕΙ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Όσα αναλύθηκαν προηγουμένως, ανακεφαλαιώνονται και συμπυκνώνονται στο παράδειγμα που ακολουθεί.

Παράδειγμα: Κλινική αιτιολογική διάγνωση βακτηριακής πνευμονίας (ποιος είναι ο πιθανότερος αιτιοπαθογόνος μικροοργανισμός, σε απουσία καλλιεργειών πτυέλων).

I. Βάση (δεδομένων) πληροφοριών:

(Διαγνωστικές) Υποθέσεις (Y):

Y₁ Πνευμονιοκοκκική πνευμονία

Y₂ Σταφυλοκοκκική πνευμονία

Y₃ Πνευμονία από αιμόφιλο ινφλουένζας

Y₄ Πνευμονία από Gram-αρνητικούς βακίλους.

Ενδείξεις (E) (πληροφοριακά δεδομένα)

E₁ Gram χρώση:

E_{1.1} Gram-θετικοί διπλόκοκκοι

E_{1.2} Gram-θετικοί κόκκοι σε ομάδες

E_{1.3} Gram-αρνητικοί κοκκοβάκιλοι

E_{1.4} Gram-αρνητικοί βάκιλοι

E₂ Κανένας παράγοντας κινδύνου

E₃ Χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (COPD)

E₄ Ηλικία >75 ετών

E₅ Ενδονοσοκομειακή πνευμονία.

Για κάθε υπόθεση ελήφθη ως πρότερη πιθανότητα να είναι αληθής, η συχνότητα (αριθμός που ακολουθεί κάθε Y) που προέκυψε από τη μελέτη σε 203²⁴ αρρώστους, ενώ για κάθε ένδειξη ελήφθησαν η ευαισθησία (ο πρώτος αριθμός που ακολουθεί κάθε E) και 1-ειδικότητα (ο δεύτερος αριθμός που ακολουθεί κάθε E) βάσει των ευρημάτων της ίδιας μελέτης, ως ακολούθως:

Y₁ 0,41, E_{1.1} 0,94, 0,06, E₂ 0,47, 0,14, E₃ 0,22, 0,20,

E₄ 0,13, 0,27, E₅ 0,04, 0,26

Y₂ 0,11, E_{1.2} 0,84, 0,05, E₂ 0,24, 0,29, E₃ 0,19, 0,21,

E₄ 0,19, 0,22, E₅ 0,24, 0,16

Y₃ 0,21, E_{1.3} 0,81, 0,09, E₂ 0,18, 0,31, E₃ 0,31, 0,17,

E₄ 0,19, 0,22, E₅ 0,22, 0,15

Y₄ 0,26, E_{1.4} 0,95, 0,03, E₂ 0,07, 0,35, E₃ 0,10, 0,24,

E₄ 0,37, 0,16, E₅ 0,29, 0,13

II. Για κάθε ένδειξη E_i υπολογίζεται το διαγνωστικό της περιεχόμενο βάσει του τύπου 3.

III. Στη συνέχεια, προσδιορίζεται η ένδειξη με το μέγιστο ΔΠ, η οποία και εξετάζεται πρώτη.

[Ένδειξη $E_{1,4}$ με $\Delta\Pi = 0,89$]ⁱ

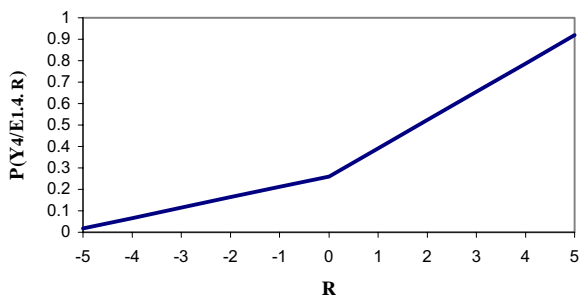
IV. Για την ένδειξη αυτή, ο κλινικός προσδιορίζει το βαθμό πεποίθησής του (ΒΠ) να είναι αληθής η ένδειξη, σε κλίμακα από -5 έως +5. Δηλαδή, πόσο σίγουρος είναι ότι η ένδειξη αυτή είναι παρούσα ή απύουσα.

[Έστω $R=+5$]

V. Βάσει της τιμής του ΒΠ (στον τύπο εκφρασμένο ως R) υπολογίζεται η νέα (επικαιροποιημένη) πιθανότητα κάθε υπόθεσης, δεδομένης αυτής της ένδειξης E ($P(Y/E)$), σύμφωνα με τους τύπους 1, 2:

$[P(Y_4/E_{1,4 \text{ για } R=+5}) = 0,92$. Η ένδειξη $E_{1,4}$ αναφέρεται μόνο στην υπόθεση Y_4 . Δεν υπάρχει στις άλλες].

Επικαιροποιημένη $P(Y_4)$ βάσει του ΒΠ (R) για την ένδειξη $E_{1,4}$.



VI. Υπολογισμός της μέγιστης (P_{max}) και της ελάχιστης (P_{min}) τιμής πιθανότητας κάθε υπόθεσης δεδομένου του E. Σε αυτή την περίπτωση, ως E λαμβάνονται όλες οι εναπομένουσες ενδείξεις υπέρ (με βεβαιότητα 100%, $R = +5$) ή κατά (με βεβαιό-

τητα 100%, $R = -5$) της υπόθεσης και για τις δύο αληθοπιμές της υπόθεσης (Υπόθεση ναι, Υπόθεση όχι). Ο υπολογισμός γίνεται βάσει των τύπων 4, 5:

	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
P_{max}	0.75	0.67	0.76	0.13
P_{min}	0.04	0.02	0.05	0.26

VII. Προσδιορισμός της υπόθεσης που έχει τη μέγιστη τιμή μεταξύ όλων των ελαχίστων τιμών $P(Y_i/E)_{min}$ (maximin: μέγιστο των ελαχίστων).

[Y_4]

VIII. Έλεγχος εάν κάποια υπόθεση έχει μέγιστη τιμή $P(Y_i/E)_{max}$ που υπερβαίνει τη μέγιστη τιμή των ελαχίστων (maximin).

[Y_1, Y_2, Y_3]

IX. Εάν δεν υπάρχει τέτοια τιμή, τότε η υπόθεση αυτή είναι η πιθανότερη (αληθοφανέστερη) και αποτελεί την πιθανότερη διάγνωση βάσει των χρησιμοποιηθέντων πληροφοριακών δεδομένων.

X. Εάν υπάρχει τέτοια τιμή, πήγαινε στο II και συνέχισε για τις εναπομένουσες ενδείξεις (ο επανυπολογισμός των $\Delta\Pi$ όλων των εναπομενουσών ενδείξεων γίνεται με βάση τις νέες επικαιροποιημένες πιθανότητες των υποθέσεων που υπολογίστηκαν στο στάδιο V).

[Η επόμενη ένδειξη που πρέπει να εξεταστεί είναι η $E_{1,1}$ με $\Delta\Pi=0,87$]

i. Στις αγκύλες περιέχεται η απάντηση.

ABSTRACT

Diagnostic methodology. 1: Clinical inference under uncertainty

E. ANEVLAVIS

“Agia Olga” Konstantopouleio General Hospital, N. Ionia, Athens, Greece

Archives of Hellenic Medicine 2002, 19(6):688-699

Information (evidence) gathering and evaluation, hypothesis formation (differential diagnosis and diagnosis) and therapeutic decision-making, based on the most probable diagnosis, constitute the process that clinicians follow in everyday practice, which is impregnated with uncertainty. Clinical diagnosis is the method by which the necessary conclusions are achieved, using the hypothetico-deductive syllogism IF A THEN B and the productive rules which, by expressing judgment, they are true or false with a certain degree of belief (DB), ranging from -5 (absolute certainty of falseness) to +5 (absolute certainty of truthfulness). When the DB is +5 the *a posteriori* probability equals the positive predictive value. When the DB is -5 the *a posteriori* probability equals the negative predictive error and when the DB is 0 there is no information from the evidence E and thus the *a posteriori* probability equals the *a priori* probability of hypothesis Y. The main target of clinicians is to arrive at

the diagnosis using as few tests as possible and with minimal inconvenience for the patient. Therefore, they search first for the evidence with the maximum informative (diagnostic) content, which is expressed as the difference of the probability for the hypothesis Y to be true given the presence of evidence E and the probability for the hypothesis Y to be true given the absence of the evidence E . Based on that evidence they update the probabilities of the hypotheses which are, at this stage, considered as initial probabilities. Next, the maximum and minimum value that each of them can take is calculated, based on the remaining evidence in favor ($DB=+5$) or against ($DB=-5$) the hypothesis and for its two true values (YES, NO). Next, the clinicians search for the hypothesis that has the maximum value, among all the minimum values (maximin) and checks whether there is a hypothesis with a maximum value that exceeds the maximin. If there is not, then this hypothesis is the most probable (diagnosis), given the evidence that was used. If there is such a value, none of the hypotheses can be considered as probable (diagnosis) and the process is repeated, checking the diagnostic content of the remaining evidence, in the same way as described above.

Key words: Clinical inference, Degree of belief, Diagnostic content, Productive rules, Uncertainty

Βιβλιογραφία

1. DAVIS PJ, HERSC R. *The mathematical experience*. Penguin Books, London, England, 1981:7
2. ANEYΛABHΣ E. Η επιστήμη της Κλινικής Διαγνωστικής. Λόγος περί μεθόδου. *Αρχ Ελλ Ιατρ* 2000, 17:300–325
3. BARR A, FEIGENBAUM EA. *The handbook of artificial intelligence*. Addison-Wesley Publ Co, 1986, ll:177–222
4. ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ. Περί ερμηνείας 4.17α . Στο: Αριστοτέλης. *Όργανον 1. Κατηγορία-Περί Ερμηνείας*. Μετάφραση Η.Π. Νικολούδης. Εκδόσεις Κάκτος, 1994:186
5. STOLYAR A. *Introduction to elementary mathematical logic*. Dover Publ Inc, 1983:29–46
6. HODGES W. *An introduction to elementary logic*. Penguin Books, 1991:86–108
7. KELLEY D. *The art of reasoning*. WW Norton Co, 1994:319–336
8. GJERTSEN D. *Science and philosophy. Past and present*. Penguin Books, 1992, (reprint):29
9. ΔΕΚΛΕΡΗΣ Μ. *Διοίκηση συστημάτων*. Εκδόσεις Αντ. Α. Σάκκουλα, Αθήνα, Κομοτηνή, 1989:30
10. ΣΠΑΡΟΣ Λ. *Θεωρία της λήψης κλινικών αποφάσεων*. Εκδόσεις ΒΗΤΑ, Αθήνα, 1999:3
11. MATURANA H, VARELA F. *Το δέντρο της γνώσης*. Μετάφραση. Σπ. Μανουσέλης. Εκδόσεις Κάτοπτρο, 1992:53
12. ZIMAN J. *Reliable knowledge*. Μετάφραση Ν. Ταμπάκης. Εκδόσεις Κωσταράκη, 1993:492
13. ΗΡΑΚΛΕΙΤΟΣ. *Περί φύσεως*. Απόσπασμα 107. Κείμενο-μετάφραση Ε. Ρούσσος. Εκδόσεις Παπαδήμας, 1987
14. HEWIT P. *Οι έννοιες της φυσικής*. Μετάφραση Ελένη Σηφάκη. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, 1992, ll:198–200
15. SHORTLIFE EH. *Computer-based medical consultation. Mycin*. New York, Elsevier, 1976
16. SHORTLIFE EH, BUCHANAN BG, FEIGENBAUM EA. Knowledge engineering for medical decision making: A review of computer-based clinical decision aids. *Proc IEEE* 1979, 67:1207–1224
17. ΤΖΑΦΕΣΤΑΣ Σ. *Εισαγωγή στην τεχνητή νοημοσύνη και τα έμπειρα συστήματα*. Αθήνα, 1988:187
18. FORD N. *How machines think*. John Wiley & Sons, New York, 1987:80–89
19. ANEYΛABHΣ E. *Κλινική λογική. Μεθοδολογία λήψης κλινικών αποφάσεων και λύσης κλινικών προβλημάτων*. Επιστημονικές εκδόσεις «Γρηγόριος Παρισιάνος», Αθήνα, 1993:48–56
20. ΣΠΑΡΟΣ Λ. *Μετα-επιδημιολογία ή εφαρμοσμένη ιατρική έρευνα*. Ιατρικές εκδόσεις ΒΗΤΑ, Αθήνα, 2001:118–120
21. NAYLOR CH. *Build your own expert system*. 2nd ed. Sigma Press, 1987:160–166
22. NAYLOR CH. *Build your own expert system*. 2nd ed. Sigma Press, 1987:171–187
23. ΣΠΑΡΟΣ Λ. *Μετα-επιδημιολογία ή εφαρμοσμένη ιατρική έρευνα. Αιτιοδιαγνωστική, διαγνωστική, προγνωστική*. Ιατρικές εκδόσεις ΒΗΤΑ, Αθήνα, 2001:130–133
24. ANEVLAVIS E, PETROGLOU N, ANEVLAVIS S. Diagnostic and therapeutic approach of bacterial pneumonia, based on the diagnostic information of risk factors (sensitivity, specificity, predictive value positive, predictive value negative). 2nd International Congress of Internal Medicine, Genoa, 2001

Corresponding author:

E. Anevlavis, 17 Antheon street,
GR-152 33 Chalandri, Greece
E-mail: impious@otenet.gr