

Ανασκοπήσεις

## Ψηφιακή ανάλυση υστεροσκοπικών εικόνων για την υποβοήθηση διάγνωσης της παθολογίας του ενδομητρίου

Ν.Π. Παπαδόπουλος  
Μ.Σ. Παπαδόπουλος  
Γ. Πάντος

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ψηφιακά υποβοηθούμενη διάγνωση (Computer-aided diagnosis-CAD) έχει καταστεί ένα από τα μεγαλύτερα αντικείμενα μελέτης στον τομέα της ιατρικής απεικόνισης και της διαγνωστικής γενικότερα. Με το CAD, το αποτέλεσμα του υπολογιστή χρησιμοποιείται ως μια «δεύτερη γνώμη» για τη διαμόρφωση της τελικής διάγνωσης. Με τη μέθοδο αυτή, λαμβάνονται υπόψη ισόβαθμα η γνώμη του γιατρού, αλλά και του υπολογιστικού συστήματος, σε αντίθεση με τη μέθοδο της αυτοματοποιημένης διάγνωσης, όπου η διάγνωση τίθεται εξολοκλήρου από το κομπιούτερ. Έτσι, το CAD δρα συμπληρωματικά στο ρόλο του γιατρού. Πρόσφατες μελέτες εστιάζουν στον καθορισμό πρωτοκόλλων στη γυναικολογική ενδοσκόπηση, σε ό,τι αφορά τη λήψη και επεξεργασία εικόνων, αλλά και video κατά τη λαπαροσκόπηση και υστεροσκόπηση. Η προκαθορισμένη αυτή διαδικασία θα επιτρέψει τη σωστή εκτίμηση και σύγκριση των ενδοσκοπικών εικόνων, προκειμένου να εντοπιστούν ύποπτα σημεία και να επιτευχθεί η σωστή διάγνωση, μειώνοντας τον υποκειμενικό παράγοντα του παρατηρητή γιατρού. Παρόμοιες προσπάθειες βρίσκονται σε εξέλιξη με πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα και σε άλλους τομείς, όπως στην ενδοσκόπηση του γαστρεντερικού, στην απεικόνιση του πνεύμονα, του μαστού και αλλού.

*Όροι ευρετηρίου: Ψηφιακή απεικόνιση, ψηφιακά υποβοηθούμενη διάγνωση, υστεροσκόπηση, ενδοσκοπική εικόνα.*

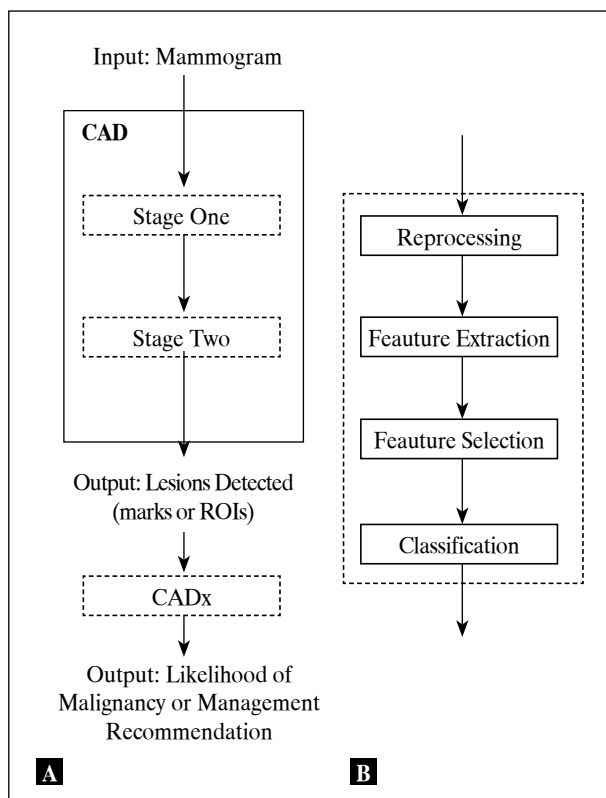
### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εισαγωγή της υστεροσκόπησης τα τελευταία χρόνια βελτίωσε δραματικά τη δυνατότητα των χειρουργών γυναικολόγων στη διάγνωση, αλλά και στην αντιμετώπιση της παθολογίας της ενδομήτριας κοιλότητας. Η άμεση επισκόπηση του ενδοτραχηλικού σωλήνα και του ενδομητρίου με τη χρήση του διαγνωστικού υστεροσκοπίου και των υπόλοιπων ψηφιακών μέσων που χρησιμοποιούνται, καθώς και η άμεση αντιμετώπιση πιθανών παθολογικών ευρημάτων, δημιούργησαν ένα νέο επαναστατικό τρόπο θεραπείας στη γυναικολογία.

Η χρήση της υστεροσκόπησης ως μεθόδου απαιτεί ειδική εκπαίδευση και δεξιότητες, που ο κάθε σύγχρονος γυναικολόγος που ασχολείται με την ενδοσκόπηση θα πρέπει να κατέχει. Πρέπει λοιπόν ο χειρουργός να εντοπίσει αρχικά περιοχές με ενδιαφέρον, λόγω πιθανής ύπαρξης παθολογίας σε αυτές και ειδικότερα αυτές με υποψία για καρκίνο του ενδομητρίου (ROIs, Regions Of Interest).<sup>1</sup>

Α΄ Μαιευτική & Γυναικολογική  
Κλινική, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο  
Θεσσαλονίκης, Γενικό Περιφερειακό  
Νοσοκομείο Θεσσαλονίκης  
«Παπαγεωργίου».

Αλληλογραφία:  
Νικόλαος Π. Παπαδόπουλος  
Ταμισκή 71, Θεσσαλονίκη 54622  
Τηλ: 2310 227797  
E-mail: ndocpap@gmail.com  
Κατατέθηκε: 27/09/09  
Εγκρίθηκε: 14/10/09



**Εικόνα 1.** Στάδια αλγορίθμων για την ψηφιακά υποβοηθούμενη διάγνωση στη μαστογραφία (Sampat M, et al. 2005).

Παρόλη, όμως, την εκπαίδευση και την αποκτηθείσα εμπειρία, δεν παύει να υπεισέρχεται το στοιχείο της υποκειμενικότητας του κάθε παρατηρητή, όσον αφορά την εκτίμηση της υπερροσκοπικής εικόνας του ενδομητρίου.

Έτσι, προκειμένου να αμβλυνθεί το δυνητικό αυτό «μειονέκτημα» που αφορά βέβαια και άλλες μεθόδους που έχουν να κάνουν με την ιατρική απεικόνιση, όπως αυτή του πνεύμονα, τη μαστογραφία, την οστική πυκνομετρία, τη μαγνητική αγγειογραφία και την ενδοσκόπηση του εντερικού σωλήνα, γίνονται προσπάθειες για την εισαγωγή στην καθημερινή πράξη της ψηφιακά υποβοηθούμενης διάγνωσης-CAD (Computerized Aided Diagnosis).<sup>2</sup>

Ο βασικός στόχος του CAD είναι να συνεισφέρει σαν μια «δεύτερη γνώμη» και να βοηθήσει στη διαδικασία λήψης απόφασης από τον ιατρό, σε αντίθεση με τα αυτοματοποιημένα συστήματα διάγνωσης (automated computer diagnosis-ACD), όπου η διάγνωση γίνεται εξολοκλήρου από υπολογιστή. Στο ACD, οι επιδόσεις του υπολογιστικού συστήματος πρέπει να είναι κορυφαίες, διότι όλη η διάγνωση βασίζεται σε αυτό, ενώ στο CAD το σύστημα δρα επιβοηθητικά με το διαγνώστη και δεν αναμένεται να είναι καλύτερο ή ακόμα και συγκρίσιμο με το γιατρό. Δε λειτουργεί, λοιπόν, ανταγωνιστικά, αλλά συμπληρωματικά και συνεργικά με τη γνώμη του ιατρού.<sup>3</sup>

Στην ταξινόμηση, λοιπόν, της κατάστασης των διαφόρων περιοχών των ιστών με τη χρήση του CAD, έχει μεγάλη σημασία η απεικόνιση των διαφορών της δομής τους. Άρα, η απεικόνιση αυτή θα πρέπει να είναι ακριβής και να γίνεται με συγκεκριμένες παραμέτρους και πρωτόκολλα, ώστε να είναι δυνατή η αντικειμενοποίηση και η σύγκριση.

## ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Οι πρώτες προσπάθειες για επεξεργασία ιατρικών εικόνων, κυρίως ακτινογραφιών, με τη βοήθεια υπολογιστών άρχισαν ήδη από το 1950, με πενήντα μέσα και με χρονοβόρες διαδικασίες και συνήθως απογοητευτικά αποτελέσματα.<sup>4</sup>

Στα μέσα της δεκαετίας του 1980, υπήρξε μια ραγδαία αύξηση των προσπαθειών από ακτινολόγους και φυσικούς για την περαιτέρω εξέλιξη της τεχνικής αυτής και την υποβοήθηση της ανίχνευσης βλαβών κατά κύριο λόγο σε ακτινογραφίες θώρακα, καθώς και σε μαστογραφίες.

Από τότε, υπήρξε αλματώδης εξέλιξη, η οποία πυροδοτήθηκε από την αντίστοιχη πρόοδο στον τομέα των υπολογιστικών συστημάτων και των επεξεργασιών και τη μετάβαση από τις εικόνες χαμηλής ανάλυσης δύο διαστάσεων 2D σε εικόνες υψηλότερης ανάλυσης, ευκρίνειας και τριών πολλές φορές διαστάσεων 3D. Με την ύπαρξη τεράστιων βάσεων δεδομένων για σύγκριση, έγινε κατορθωτή η ανίχνευση αλλοιώσεων και διαταραχών, ακόμα και σε επίπεδο μοριακής λειτουργίας και μεταβολισμού.

Η έρευνα που αφορά την CAD περιλαμβάνει πολλούς τομείς, που έχουν να κάνουν με τη συλλογή και ταξινόμηση φυσιολογικών και παθολογικών περιπτώσεων, την ανάπτυξη ψηφιακών αλγορίθμων κατάλληλων για χρήση στην ερμηνεία ιατρικών προβλημάτων, την εξεύρεση μεθοδολογιών για την αξιολόγηση των επιδόσεων της ψηφιακά υποβοηθούμενης διάγνωσης, την επιβεβαίωση των αλγορίθμων με τη χρήση κατάλληλων περιπτώσεων - δεικτών και τη διεξαγωγή ανάλογων μελετών.<sup>5,6</sup>

Καθώς τα συστήματα απεικόνισης και καταγραφής γίνονται ολοένα και πιο σύνθετα και οι απαιτήσεις για καλύτερη, σε ποιότητα και ποσότητα πληροφοριών, εικόνα αυξάνονται, στο εγγύς μέλλον οι προσπάθειες για την περαιτέρω βελτίωση της μεθόδου εντείνονται και η έρευνα από τα ζωικά μοντέλα μεταφέρεται στην καθημερινή ιατρική πράξη.

## ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ

Τα κύρια στάδια στην ψηφιακή ανάλυση εικόνας είναι η λήψη της εικόνας, η αποθήκευσή της, η διόρθωση τυχόν ατελειών της (ηλεκτρονικός θόρυβος εικόνας κλπ), ενίσχυση της εικόνας, καταμερισμός των αντικειμένων μέσα στην εικόνα και μετρήσεις στην εικόνα. Η ψηφιοποίηση της εικόνας γίνεται από την κάμερα, όπου στα πιο σύγχρονα μοντέλα περιλαμβάνεται ένας

μετατροπείας του αναλογικού καρέ τελικά σε ψηφιακή (αριθμητική) πληροφορία. Η πληροφορία αυτή αποτελείται από βαθμούς του γκρι, που περιγράφουν έτσι τη φωτεινότητα του κάθε σημείου μέσα στην εικόνα και το οποίο ονομάζεται pixel. Η πληροφορία αποθηκεύεται σε bits. Οκτώ bits αποτελούν ένα byte. Έτσι, οι διαφορές διαβαθμίσεις του γκρι μπορούν να κυμαίνονται από 0 έως 256. Το ανθρώπινο μάτι έχει καλή αντίληψη με εικόνες των 5 bit, που αντιστοιχούν σε 64 διαφορετικούς βαθμούς του γκρι. Σε μια ψηφιακή εικόνα, οι διαβαθμίσεις του γκρι στα pixels μπορεί να διαφέρουν μεταξύ των διαφόρων περιοχών, παρόλη την ομοιογένεια που μπορεί να υπάρχει στην αρχική σκηνή λήψης. Τότε λέμε ότι η εικόνα παρουσιάζει «θόρυβο». Ο θόρυβος δημιουργείται κυρίως στο φόντο της εικόνας. Για τη βέλτιστη ευκρίνεια και διαχωρισμό μεταξύ των αντικειμένων μιας εικόνας, απαιτείται ομοιογένεια φωτισμού στο σύνολο της εικόνας.

Οι ατέλειες, γενικά, μπορούν να περιοριστούν με τη διόρθωση της σκιάς. Η φωτεινότητα μιας εικόνας, που εκφράζεται με τις διαβαθμίσεις του γκρι που υπάρχουν σε αυτήν, μπορεί να αναλυθεί για κάθε ένα pixel ή για μια ομάδα pixels.

Υπάρχουν, βέβαια, πολλές άλλες παράμετροι όπως π.χ. το contrast, το gain, που οι μεταβολές τους έχουν να κάνουν με τη βελτιστοποίηση της εικόνας που ελήφθη, προκειμένου αυτή να μπορεί να γίνει αντικείμενο επεξεργασίας και σύγκρισης μέσω του CAD.<sup>7</sup>

## ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΙΣΤΩΝ

Στην ανάπτυξη μεθόδων για την ταξινόμηση των ιστών, η βασική αρχή είναι η εκμετάλλευση των διαφορών στην απεικόνιση που προέρχεται από φυσιολογικές και μη φυσιολογικές περιοχές.<sup>8</sup>

Οι διαφορές αυτές, όμως, μπορεί να προκύψουν και από παραλλαγές στη λήψη της εικόνας. Σε αυτό βασίζεται και η κοινή πεποίθηση ότι πρέπει να υπάρχουν και να ακολουθούνται συγκεκριμένα πρωτόκολλα για την αποφυγή λαθών, παρανοήσεων και τελικά απαξίωσης της μεθόδου της ψηφιακά υποβοηθούμενης διάγνωσης (CAD).

Μέχρι τώρα, η CAD ως μέθοδος έχει μελετηθεί και εφαρμοστεί στη διαγνωστική των παθήσεων του μαστού μέσω της απεικόνισης με ψηφιακή μαστογραφία, μαγνητική μαστογραφία και πολύ πρόσφατα με ψηφιακή τομοσύνθεση του μαστού (DBT-Digital Breast Tomosynthesis), στις παθήσεις του θώρακα, του εγκεφάλου, του προστάτη κλπ.<sup>9,10</sup>

Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται στην CAD για την ερμηνεία των μαστογραφιών, αποτελούνται από δύο κύρια στάδια. Στο πρώτο στάδιο, στόχος είναι η ανίχνευση με μεγάλη ευαισθησία ύποπτων αλλοιώσεων, ενώ στο δεύτερο στάδιο, στόχο αποτελεί η εξάλει-

ψη ή ελάττωση των ψευδώς θετικών αποτελεσμάτων, χωρίς την παράλληλη σημαντική μείωση της ευαισθησίας (εικόνα 1α).<sup>11</sup>

Τα βήματα δημιουργίας και σχεδιασμού των αλγορίθμων και για τα δύο προηγούμενα στάδια φαίνονται στην εικόνα 1b.<sup>11</sup> Το τελικό αποτέλεσμα του CAD, μπορεί να εκφράζεται ως πιθανότητα για κακοήθεια ή ως σύσταση αντιμετώπισης της παρούσας νόσου. Διάφορες ομάδες ερευνητών έχουν εργαστεί πάνω σε αυτά τα στοιχεία, αλλά και στο προτεινόμενο επίπεδο εμπλοκής του ανθρώπου. Έτσι, για παράδειγμα, πολλοί αλγόριθμοι αρχίζουν με τον καθορισμό των ROIs από τον ιατρό και όχι αυτόματα από το σύστημα. Όταν, πάντως, ισχύει το τελευταίο, τότε συνήθως η ταξινόμηση των ROIs γίνεται με βάση το μεγεθός τους, που εκφράζεται ως αριθμός των pixels από τα οποία αποτελείται.

## ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΣΤΟ ΕΝΔΟΜΗΤΡΙΟ

Από όλη αυτή την ερευνητική προσπάθεια, δε θα μπορούσε να λείπει και η αντίστοιχη εφαρμογή για την παθολογία του γυναικείου αναπαραγωγικού συστήματος και της πυέλου. Έτσι, οι λίγες δημοσιεύσεις που υπάρχουν προς το παρόν έχουν εστιάσει στη διαφορική διάγνωση του φυσιολογικού από το μη φυσιολογικό ενδομήτριο. Η απεικόνιση σε αυτή την περίπτωση γίνεται με λήψη ενδοσκοπικών εικόνων με υστεροσκοπική προσέγγιση.<sup>12</sup>

Η κύρια πρόταση εδώ, που άλλωστε έρχεται σε συμφωνία και με τη βασική αρχή της CAD, είναι η εφαρμογή προκαθορισμένων διαδικασιών - πρωτοκόλλων στη λήψη των ενδοσκοπικών εικόνων, ώστε να υπάρχει μείωση του σφάλματος στην ψηφιακή εκτίμηση, αλλά κυρίως για τον περιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών που προκύπτουν από παραλλαγές:

- α) στην απόσταση της λήψης από τον ιστό (πανοραμική έναντι κοντινής λήψης),
- β) στη γωνία θέασης και λήψης και
- γ) στη διόρθωση των χρωμάτων.

Το πρακτικό όφελος το οποίο επιδιώκεται με την τεχνική αυτή είναι η ταξινόμηση υστεροσκοπικών εικόνων για την έγκαιρη ανίχνευση καρκινικών αλλοιώσεων στο ενδομήτριο, οι οποίες δεν είναι ορατές ακόμα και από το μάτι ενός έμπειρου ενδοσκόπου.

Οι Tapos και συνεργάτες από την Κύπρο έχουν εδώ και αρκετά χρόνια δείξει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την CAD στο ενδομήτριο κατά την υστεροσκόπηση.<sup>13</sup>

Η τελευταία δημοσίευσή τους αναφέρεται στην προσπάθεια για την καθιέρωση μίας σταθερής κάθε φορά διαδικασίας για την επεξεργασία της ενδοσκοπικής εικόνας, προκειμένου να μπορεί αυτή να είναι συγκρίσιμη με άλλες και άρα, δυνατό να γίνει αντικείμενο ανάλυσης από υπολογιστή με αντίστοιχο πρόγραμμα.

Έτσι, χρησιμοποιήσαν τον αλγόριθμο Gamma correction προκειμένου να γίνει «διόρθωση» των εικόνων. Ο αλγόριθμος αυτός έχει αποδειχτεί πολύ χρήσιμος εκτός από τις στατικές εικόνες και για τα ενδοσκοπικά video και παρουσιάζει το πλεονέκτημα της μείωσης των διαφορών μεταξύ εικόνων που έχουν ληφθεί με διαφορετικά είδη τηλεσκοπίων, καμερών και ενδοσκοπικού hardware. Ερευνήσαν, επίσης, τη χρήση εξαγωγής στοιχείων από περιοχές ROIs, με τη βοήθεια μεταβλητών όπως το SF (statistical features), το SGLDM (Spatial Gray Level Dependence Matrices) και το Gray level difference statistics (GLDS).

Το τελικό αποτέλεσμα στο οποίο κατέληξαν οι παραπάνω ερευνητές ήταν ότι η εφαρμογή πρωτοκόλλου, προκαθορισμένης δηλαδή διαδικασίας στη λήψη και επεξεργασία των ενδοσκοπικών εικόνων ή video, είναι απαραίτητη για τη σωστή εξαγωγή της διάγνωσης, τη σύγκριση και την ανάλυση από συστήματα CAD. Επίσης, πιστεύουν ότι η εφαρμογή αυτή θα οδηγήσει και στην περαιτέρω διάδοση της μεθόδου, με αποτέλεσμα την αντικειμενικοποίηση των ευρημάτων της υστεροσκόπησης. Η μη εφαρμογή του πρωτοκόλλου δημιουργεί αδυναμία συγκρίσιμων εξετάσεων και ως εκ τούτου, με βάση τα σημειντά δεδομένα, δεν υπάρχει η δυνατότητα απλούστευσης αυτών των πρωτοκόλλων.

Συγκεκριμένα, μελετήθηκε ένα σύνολο από 418 περιοχές ενδιαφέροντος (ROIs) του ενδομητρίου, μισές από τις οποίες ήταν φυσιολογικές και οι άλλες μισές μη φυσιολογικές. Εικόνες RGB διορθώθηκαν (gamma correction) και μετατράπηκαν στο έγχρωμο σύστημα YCrCb.

Τα παρακάτω χαρακτηριστικά εικόνας εξήχθησαν από τα κανάλια Y, Cr και Cb:

- α) Statistical Features (SF),
- β) Spatial Gray Level Dependence Matrices (SGLDM), και
- γ) Gray Level Difference Statistics (GLDS).

Χρησιμοποιήθηκαν επίσης τα συστήματα Probabilistic Neural Network (PNN), statistical learning και το Support Vector Machine (SVM) neural network classifiers για την ταξινόμηση των φυσιολογικών και μη φυσιολογικών ROIs, σε διάφορες κλίμακες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ένα σύστημα CAD που βασίζεται στην ανάλυση εικόνας, καθώς και τα μοντέλα SMV μπορούν να βρουν εφαρμογή στην ταξινόμηση των εικόνων του ενδομητρίου σε φυσιολογικό και παθολογικό. Φυσικά και επί του παρόντος, το προτεινόμενο σύστημα πρέπει να μελετηθεί περαιτέρω σε μεγαλύτερο αριθμό περιπτώσεων πριν από την εφαρμογή του στην κλινική πράξη.<sup>14</sup>

Σε άλλη δημοσίευση πειραματικού περιεχομένου από την ίδια ερευνητική ομάδα του Tapos και συνεργατών, έγινε συγκριτική ανάλυση των διαφορών σε εικόνες από διάφορες περιστάσεις που απαντώνται

στην ενδοσκοπική χειρουργική. Όλες οι εικόνες ελήφθησαν στις καλύτερες δυνατές συνθήκες φωτισμού και εστίασης με χρήση ανάλυσης 720 x 576 pixels και χρώμα 24 bits από προκαθορισμένους «στόχους» από μια χρωματική παλέτα με γνωστή κατανομή χρωμάτων, με χρησιμοποίηση διαφορετικών γωνιών λήψης και με δύο διαφορετικές αποστάσεις σε παρασκευάσματα βόειου ενδομητρίου και κοιλότητας (περιτοναϊκής) από κοτόπουλο. Τέλος, έγινε λήψη και ανάλυση εικόνων από ανθρώπινο ενδομήτριο. Σε όλες τις εικόνες έγινε gamma correction και υπήρξε σύγκριση των χαρακτηριστικών και των στοιχείων τους προ και μετά από αυτή τη «διόρθωση». Οι ενδείξεις που προέκυψαν μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων, ήταν η μη ύπαρξη σημαντικών διαφορών μεταξύ των κοντινών και των πανοραμικών λήψεων και μεταξύ των διαφόρων γωνιών λήψης. Αντίθετα, οι διαφορές ήταν σημαντικές στην περίπτωση της διαδικασίας gamma correction, όπου υπερερούσαν σε αξιοπιστία και δυνατότητα ανάλυσης με CAD οι εικόνες που είχαν υποστεί την ανωτέρω ηλεκτρονική επεξεργασία. Έτσι, παρουσιάστηκε ένας μεγάλος αριθμός χαρακτηριστικών στις εικόνες, που καθοριστικά οριοθετούσε το φυσιολογικό από το παθολογικό ενδομήτριο στην περίπτωση του ανθρώπινου ενδομητρίου. Ουσιαστικά λοιπόν, η δημοσίευση αυτή ήρθε να ενισχύσει την άποψη ότι η εισαγωγή σταθερού πρωτοκόλλου στη λήψη και επεξεργασία των ενδοσκοπικών εικόνων διαδραματίζει σπουδαίο και σημαντικό ρόλο στην ορθή εκτίμησή τους και στην εξαγωγή τελικά της σωστής διάγνωσης.<sup>15</sup>

Οι τελικές προτάσεις που έγιναν από την παραπάνω δημοσίευση ήταν η λήψη εικόνων από απόσταση 3 εκατοστών για τις κοντινές (close up) και από 5 εκατοστά για τις πανοραμικές λήψεις. Επίσης, η γωνία περιστροφής (του λαπαροσκοπίου ή του υστεροσκοπίου) θα πρέπει να βρίσκεται μέσα στο όριο των 3 μοιρών και η κάμερα θα πρέπει να είναι ρυθμισμένη κατάλληλα για τη σωστότερη απόδοση των χρωμάτων.

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Όπως σε διάφορα πεδία της επιστήμης, κυρίως κατά τις τελευταίες δεκαετίες, έτσι και οι τεχνολογικές εξελίξεις βαδίζουν παράλληλα ή πολλές φορές προηγούνται της καθαρά ιατρικής προόδου, «έλκοντας» κατ' αυτό τον τρόπο και την ιατρική προς νέους ορίζοντες. Το γεγονός αυτό φέρνει τους ιατρούς σε θέση να λειτουργούν στην καθ' ημέρα πράξη τους με τρόπο που πριν από λίγα χρόνια θα φάνταζε μόνο ως σενάριο επιστημονικής φαντασίας.

Έτσι, μεταξύ άλλων, φτάσαμε και στο σημείο να μελετούμε την από ηλεκτρονικό υπολογιστή υποβοήθηση της διάγνωσης μέσω ανάλυσης ενδοσκοπικών εικόνων και video από υπολογιστές με τα ανάλογα βέβαια

προγράμματα. Η εξέλιξη στον τομέα αυτό θα λέγαμε ότι βρίσκεται σε ένα κομβικό σημείο σε ό,τι αφορά τη μεταφορά της αποκτηθείσας γνώσης και πειραματικής εμπειρίας στην ιατρική πράξη. Το συμπέρασμα που αυτή τη στιγμή επικρατεί είναι ότι ο τύπος αυτός της διαγνωστικής διαδικασίας είναι και εφικτός, αλλά και αξιόπιστος, όταν ακολουθούνται κατευθυντήριες γραμμές και πρωτόκολλα στη λήψη και επεξεργασία των ενδοσκοπικών εικόνων. Αυτό έγινε ιδιαίτερα αντιληπτό, όταν για τον ίδιο ακριβώς ιστό, αλλά με διαφορετικές συνθήκες εικονοληψίας, προέκυπταν διαφορετικά μεταξύ τους αποτελέσματα. Ήδη, η μέθοδος χρησιμοποιείται με επιτυχία στη μελέτη του μαστού και δρώντας πιλοτικά, επεκτείνεται και σε άλλους τομείς της διάγνωσης.<sup>4</sup> Ενώ λοιπόν, υπάρχουν κατευθυντήριες γραμμές για την εκτέλεση μιας ενδοσκοπικής επέμβασης, δεν υπάρχουν μέχρι σήμερα αντίστοιχες καθορισμένες οδηγίες για την ποσοτική εκτίμηση των αποτελεσμάτων αυτής της επέμβασης.<sup>16</sup>

Οι μελλοντικές, λοιπόν, προσπάθειες θα λέγαμε ότι πρέπει να επικεντρωθούν στη εξέλιξη της ποσοτικής αυτής ανάλυσης, παράλληλα βέβαια με τη βελτίωση των ηλεκτρονικών συσκευών λήψης και επεξεργασίας των εικόνων.<sup>17</sup>

Θετικό στοιχείο αποτελεί το γεγονός ότι η προσπάθεια αυτή γίνεται συγχρόνως σε πολλά πεδία όπου εφαρμόζεται η ενδοσκοπική τεχνική και όχι μόνο, στη διάγνωση και θεραπεία των αντίστοιχων νόσων, όπως στη γαστρεντερολογία, στη διαγνωστική των πνευμόνων, του εγκεφάλου και των μαστών.<sup>18,19,20,21</sup> Προσπάθειες, τέλος, καταγράφονται και στον τομέα της διαγνωστικής προσέγγισης των παθήσεων του ενδομητρίου με υπερήχους, με ενθαρρυντικά αποτελέσματα.<sup>22</sup>

### Summary

**Papadopoulos NP, Papadopoulos MS, Pados G**  
**Computer-aided hysteroscopy for the diagnosis of intra-uterine pathology**  
**Helen Obstet Gynecol 22(1):66-71, 2010**

Computer-aided diagnosis (CAD) has become one of the major research subjects in medical imaging and diagnostic radiology. With CAD, the computer output is used as a “second opinion” for making the final diagnosis. CAD is a concept established by taking into account equally the roles of physicians and computers, whereas automated computer diagnosis is a concept based on computer algorithms only. With CAD, the performance by computers does not have to be comparable to or better than that by physicians, but needs to be complementary to that by physicians. Recent efforts are focused on producing guidelines for gynaecological endoscopy such as gynaecological laparoscopy and hysteroscopy. These

efforts will help the gynaecologist in standardizing the procedure for capturing endoscopic video and will enable the quantitative analysis of tissue pathology. Similar efforts exist in other endoscopic procedures such as gastrointestinal endoscopy and colonoscopy. Quantitative analysis in these areas is still under investigation. Though, there are some studies which propose complete framework for capturing and analyzing gynaecological endoscopic video.

**Key words:** Digital imaging, CAD, hysteroscopy, texture analysis, endoscopic images.

### BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Neofytou MS, Tanos V, Pattichis MS, Kyriacou EC, Pattichis CS, Schizas CN. Color multiscale texture classification of hysteroscopy images of the endometrium. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2008; 2008:1226-9.
2. Pierson RA. Imaging the endometrium: are there predictors of uterine receptivity? J Obstet Gynaecol Can. 2003 May; 25(5):360-8.
3. Giger ML, Chan HP, Boone J. Anniversary paper: History and status of CAD and quantitative image analysis: the role of Medical Physics and AAPM. Med Phys. 2008 Dec; 35(12):5799-820.
4. Kunio Doi. Computer-Aided Diagnosis in Medical Imaging: Historical Review, Current Status and Future Potential. Comput Med Imaging Graph. 2007; 31(4-5):198-211.
5. Nishikawa RM, Pesce LL. Computer-aided detection evaluation methods are not created equal. Radiology. 2009 Jun; 251(3):634-6.
6. Mehul P, Sampat Mia, K. Markey, Alan C Bovik. Computer-Aided Detection and Diagnosis in Mammography. Handbook of Image and Video Processing. The University of Texas at Austin, 2005.
7. Oberholzer M, Ostreicher M, Christen H, Brühlmann M. Methods in quantitative image analysis. Histochem Cell Biol. 1996 May; 105(5):333-55.
8. Schmauder S, Weber F, Kiossis E, Bollwein H. Cyclic changes in endometrial echotexture of cows using a computer-assisted program for the analysis of first- and second-order grey level statistics of B-Mode ultrasound images. Anim Reprod Sci. 2008 Jun; 106(1-2):153-61.
9. Chan HP, Wei J, Zhang Y, Helvie MA, Moore RH, Sahiner B, Hadjiiski L, Kopans DB. Computer-aided detection of masses in digital tomosynthesis mammography: comparison of three approaches. Med Phys. 2008 Sep; 35(9):4087-95.
10. Grim J, Somol P, Haindl M, Danes J. Computer-aided evaluation of screening mammograms based

- on local texture models. *IEEE Trans Image Process.* 2009 Apr; 18(4):765-73.
11. Sampat MP, Markey M, Bovik AC. Computer-Aided Detection and Diagnosis in Mammography. *Handbook of Image and Video Processing.* The University of Texas at Austin, 2005.
  12. Neofytou MS, Tanos V, Pattichis MS, Pattichis CS, Kyriacou EC, Pavlopoulos S. Color-based texture classification of hysteroscopy images of the endometrium. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2007; 2007:864-7.
  13. Neofytou MS, Pattichis CS, Pattichis MS, Tanos V, Kyriacou EC, Pavlopoulos S, Koutsouris DD. Texture analysis of the endometrium during hysteroscopy: preliminary results. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2004; 2:1483-6.
  14. Neofytou MS, Pattichis MS, Pattichis CS, Tanos V, Kyriacou EC, Koutsouris DD. Texture-based classification of hysteroscopy images of the endometrium. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2006; 1:3005-8.
  15. Neofytou MS, Tanos V, Pattichis MS, Pattichis CS, Kyriacou EC, Koutsouris DD. A standardised protocol for texture feature analysis of endoscopic images in gynaecological cancer. *Biomed Eng Online.* 2007 Nov 29; 6:44.
  16. American Society for Gastrointestinal Endoscopy. [http:// www.asge.org](http://www.asge.org).
  17. Yokoi H, Fujino MA. Activities for Endoscopy Information Systems Standardization in Japan. In 28th Annual International conference of the IEEE engineering in Medicine and Biology Society New York, USA. September 2006, 30-3 :5667-5670.
  18. Li Q, Li F, Armato SG III, Suzuki K, Shiraishi J, Abe H, Engelmann R, Nie Y, MacMahon H, Doi K. Computer-aided diagnosis in thoracic CT. *Seminars in Ultrasound CT and MRI* 2005; 26:357-363.
  19. American Society for Gastrointestinal Endoscopy. [http:// www.asge.org](http://www.asge.org).
  20. Baker J, Rosen EL, Lo J, et al. Computer-aided diagnostics (CAD) in screening mammography: sensitivity of commercial CAD systems for detecting architectural distortion. *Am J Roentgenol* 181 (2003).
  21. Oliveira MS, Fernandes PT, Avelar WM, Santos SL, Castellano G, Li LM. Texture analysis of computed tomography images of acute ischemic stroke patients. *Braz J Med Biol Res.* 2009 Nov; 42(11):1076-9. Epub 2009 Oct 9.
  22. Michail G, Karahaliou A, Skiadopoulos S, Kalogeropoulou C, et al. Texture analysis of perimenopausal and post-menopausal endometrial tissue in grayscale transvaginal ultrasonography. *Br J Radiol.* 2007 Aug; 80(956):609-16.