

## **Ιωάννης Λεγάκης, Δημήτρης Μαρούλης, Μιχάλης Σαβελώνας**

### **“Αυτόματος Εντοπισμός και Διάγνωση Θυρεοειδικών Όζων με χρήση Υπολογιστών”**

#### **Εισαγωγή**

Ο όζος του θυρεοειδούς παρουσιάζεται τις περισσότερες φορές σαν ψηλαφητή διόγκωση στην περιοχή του θυρεοειδούς αδένα, χωρίς άλλη συμπτωματολογία. Θυρεοειδικοί όζοι απαντώνται συχνά στην κλινική πράξη και οφείλονται σε διαφορετικές κάθε φορά νοσολογικές καταστάσεις. Αν και στην πλειοψηφία τους οι θυρεοειδικοί όζοι είναι καλοήθεις, το 5% των ψηλαφητών όζων εμφανίζουν κυτταρική ατυπία. Ο κλινικός γιατρός έχει στα χέρια του μια πλειάδα εργαστηριακών και κλινικών εξετάσεων, των οποίων η κατάλληλη επιλογή οδηγεί στην έγκαιρη διάγνωση και θεραπεία.

#### **Επιδημιολογία**

Ψηλαφητοί όζοι στον θυρεοειδή εμφανίζονται σε ποσοστό 4% με 7% στον γενικό πληθυσμό, αλλά στην περίπτωση των όζων που ανευρίσκονται τυχαία με το υπερηχογράφημα στην περιοχή του τραχήλου, το ποσοστό ανέρχεται στο 19% με 67%. Επιπλέον, σε περισσότερους από τους μισούς θυρεοειδείς αδένες που εξετάστηκαν, παρατηρήθηκε η παρουσία ενός ή περισσότερων όζων αλλά μόνο μια στις δέκα περιπτώσεις ήταν ψηλαφητοί. Το 23% των περιπτώσεων συμπαγών όζων του θυρεοειδούς που έχουν παρατηρηθεί, αποτελούν τους κυρίαρχους όζους σε μια πολυοζώδη βρογχοκύλη. Σε στατιστική μελέτη έχει βρεθεί ότι για το 2001 στην Αμερική από τις 1.268.000 περιπτώσεις καρκίνου που παρουσιάστηκαν, οι 19.500 ήταν καρκίνοι του θυρεοειδούς με θνητότητα στις 1.300 περιπτώσεις.

#### **Τεχνικές**

Μια χαμηλού κόστους μη παρεμβατική τεχνική απεικόνισης με ευρεία χρήση στην αποτίμηση του μεγέθους και του αριθμού των θυρεοειδικών όζων είναι η υπερηχογραφία. Η υπερηχογραφία δίνει τη δυνατότητα εντοπισμού και ενός πρώτου χαρακτηρισμού των θυρεοειδικών όζων. Αυτός ο χαρακτηρισμός καθοδηγεί τον ιατρό στο αν θα πρέπει να ακολουθήσει βιοψία βελόνης. Εναλλακτικά ο ιατρός μπορεί να αποφασίσει την επανάληψη της εξέτασης με στόχο την παρακολούθηση της αλλαγής του μεγέθους των όζων. Αν το μέγεθος αυξάνεται με τον χρόνο είναι πιθανό να χρειαστεί τελικά επέμβαση.

Οι υπερηχογραφικές εικόνες που παράγονται από αυτήν την τεχνική περιέχουν διαταραχές στην ηχώ και θόρυβο κηλίδας ο οποίος ακολουθεί κατανομή Rayleigh και δεν μπορεί να μοντελοποιηθεί. Η ανίχνευση θυρεοειδικών όζων σε τέτοιες εικόνες επιβάλλει να λάβουμε υπ' όψη μας τα χαρακτηριστικά θορύβου τους.

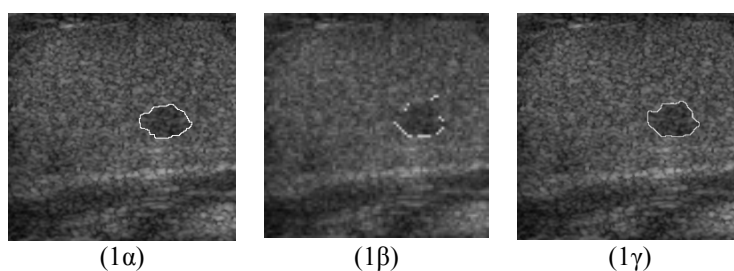
#### **Μέθοδοι Κατάτμησης με Χρήση Ενεργών Περιγραμμάτων**

Ένας παράγοντες επικινδυνότητας που λαμβάνονται υπόψη κατά τη διάγνωση είναι η ομαλότητα ή μη του περιγράμματος του όζου, καθώς το είδος του εντοπιζόμενου περιγράμματος σχετίζεται με την επικινδυνότητα του όζου. Προκειμένου να καταστεί

δυνατή η όσο το δυνατόν ακριβέστερη και αντικειμενικότερη διαγράμμιση των όζων στις υπερηχογραφικές εικόνες, καθώς και να επιτευχθούν υψηλότερα ποσοστά ευαισθησίας και ειδικότητας, αναπτύσσονται υπολογιστικά μοντέλα κατάτμησης υπερηχογραφικών εικόνων που βασίζονται σε αντικειμενικά κριτήρια, όπως είναι η ένταση και η υφή της εικόνας.

Αρκετές προσεγγίσεις μοντέλων ενεργών περιγραμμάτων αναπτύχθηκαν προς την κατεύθυνση της ενσωμάτωσης πληροφορίας από το σύνολο του εσωτερικού του περιγράμματος, αντί της τοπικής πληροφορίας στα όρια του αντικειμένου. Ένα μοντέλο που ενσωματώνει όλες τις σχετικές εξελίξεις είναι το μοντέλο Ενεργού Περιγράμματος χωρίς Ακμές που προτάθηκε από τους Chan και Vese. Το μοντέλο παρουσίασε πολλά πλεονεκτήματα όπως το γεγονός ότι δεν απαιτεί προεπεξεργασία για την απάλειψη του θορύβου, τη δυνατότητά του να προσαρμόζεται σε τοπολογικές αλλαγές όπως η ένωση ή η διάσπαση περιγραμμάτων και κυρίως τη δυνατότητά του να εντοπίζει αντικείμενα που οριοθετούνται από ομαλά όρια. Ένας περιορισμός του είναι ότι προσεγγίζει μαθηματικά την εικόνα ως ένωση μονόχρωμων περιοχών. Μια τροποποίηση του μοντέλου που θα λαμβάνει υπ' όψη την ανομοιογένεια της εικόνας θα μπορεί να οδηγήσει σε πιο ακριβή εντοπισμό.

Η ερευνητική μας ομάδα έχει προτείνει ένα πρωτότυπο μοντέλο ενεργού περιγράμματος που διαφοροποιεί το θεωρούμενο φόντο ώστε να μειωθεί η επίδραση της ανομοιογένειας. Το μοντέλο επιτυγχάνει βελτίωση στην ακρίβεια διαγράμμισης των θυρεοειδικών όζων, η οποία βρέθηκε πειραματικά να ξεπερνάει το 6%.



Εικόνα 1. Παράδειγμα διαγράμμισης ενός όζου: α) Διαγράμμιση του ιατρού, β) Διαγράμμιση του μοντέλου Ενεργού Περιγράμματος χωρίς Ακμές, γ) Διαγράμμιση του μοντέλου Ενεργού Περιγράμματος Μεταβλητού Φόντου

## Συμπεράσματα

Προτείνουμε το μοντέλο Ενεργού Περιγράμματος Μεταβλητού φόντου για τον αυτόματο εντοπισμό και τη διαγράμμιση θυρεοειδικών όζων. Εφαρμόσαμε το μοντέλο για τον αυτόματο εντοπισμό θυρεοειδικών όζων σε υπερηχογραφικές εικόνες. Τα αποτελέσματα της πειραματικής μελέτης οδηγούν στα ακόλουθα συμπεράσματα:

1. Το προτεινόμενο μοντέλο μπορεί να εφαρμοσθεί χωρίς προεπεξεργασία στην εικόνα γιατί είναι ανεξάρτητο από ακμές.
2. Είναι ικανό να ανιχνεύσει δύο οι περισσότερους όζους χάρη στη δυνατότητά του για τοπολογικές αλλαγές όπως πχ η διάσπαση του περιγράμματος.
3. Παρέχει βελτιωμένη ακρίβεια συγκρινόμενο με το μοντέλο Ενεργού Περιγράμματος χωρίς Ακμές. Ειδικότερα η βελτίωση στην ακρίβεια του περιγράμματος είναι σημαντική εξαιτίας του γεγονότος ότι το μέγεθος και το σχήμα των όζων είναι παράγοντες που αξιολογούνται από τον ιατρό κατά τον χαρακτηρισμό των όζων.