

Ακτινολογικό Τμήμα-Νοσοκομείο Ερυθρός Σταυρός «Κοργιαλένιο-Μπενάκειο»

Διαδερμική θερμοκαυτηρίαση όγκων του πνεύμονος: εναλλακτική θεραπευτική αντιμετώπιση

ΡΟΠΠΑ-ΛΕΠΙΔΑ Ν, ΣΤΡΟΥΜΠΟΥΛΗ Ε, ΝΤΑΗ Σ, ΚΟΚΚΙΝΑΚΗ Α, ΛΟΥΡΜΠΑΚΟΥ Α, ΓΑΛΑΝΗ Π.

Η Θερμοκαυτηρίαση των όγκων του πνεύμονος είναι μία υποσχόμενη, χαμηλού κόστους και λιγότερο επεμβατική μέθοδος. Προσφέρει σε ασθενείς οι οποίοι δεν μπορούν να υποβληθούν σε χειρουργική θεραπεία την ευκαιρία να πολεμήσουν την νεοπλασία και να αποκτήσουν καλύτερη ποιότητα ζωής.

Εισαγωγή

Η Θερμοκαυτηρίαση είναι μία εναλλακτική μεθόδος κροσπεμβατική θεραπευτική τεχνική η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτική θεραπεία σε ανεγχείρητο όγκο του πνεύμονα. Είναι μέθοδος με χαμηλό κόστος και ελάχιστες επιπλοκές. Από τη προηγούμενη δεκαετία^{1,2} έχει χρησιμοποιηθεί για την διαδερμική θεραπεία πρωτοπαθών και δευτεροπαθών όγκων του ήπατος υπό υπερηχογραφική ή με τον αξονικό τομογράφο καθοδήγηση. Εφαρμόζεται αποκλειστικά σε μη νοσηλευόμενους ασθενείς με χαμηλό ποσοστό επιπλοκών από έμπειρους επεμβατιστές ιατρούς. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτική λύση της χειρουργικής επέμβασης σε ανεγχείρητους όγκους ή σε περιπτώσεις σθενών που δεν μπορούν να υποβληθούν σε χειρουργείο λόγω συνοδών προβλημάτων υγείας (νεφρική, καρδιακή ανεπάρκεια κ.λπ). Μαζί ή χωρίς συστηματική χημειοθεραπεία βοηθά στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ασθενών και μειώνει την θνησιμότητα και την θνητότητα.

Μελέτες οι οποίες αφορούν θεραπεία όγκων με RF (νεφρού,^{6,7} πνεύμονα,⁹⁻¹² οστών,⁹⁻¹⁰ εγκεφάλου⁸) έχουν δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Σε ορισμένες περιπτώσεις στο μικρό πρωτοπαθές ηπατοκυτταρικό καρκίνωμα θεωρείται πλέον θεραπεία εκλογής. Αν και η αξία της θερμοκαυτηρίασης στους όγκους του πνεύμονα δεν έχει ακόμα θεμελιωθεί με μεγάλες σειρές, πρόσφατες αναφορές των οποίων τα αποτελέσματα έχουν ελεγχθεί από PET είναι ενθαρρυντικές¹¹⁻¹⁷.

Με επιτυχία έχει χρησιμοποιηθεί η διαδερμική θερμοκαυτηρίαση σε ομάδες ασθενών με πρωτοπαθή ή μη μικροκυτταρικό καρκίνο (ο οποίος είτε είναι ανεγχείρητος είτε οι ασθενείς που τον εμφανίζουν δεν μπορούν να υποβληθούν σε επέμβαση) ή σε ομάδες με μεταστατικό καρκίνο πνεύμονα¹⁸.

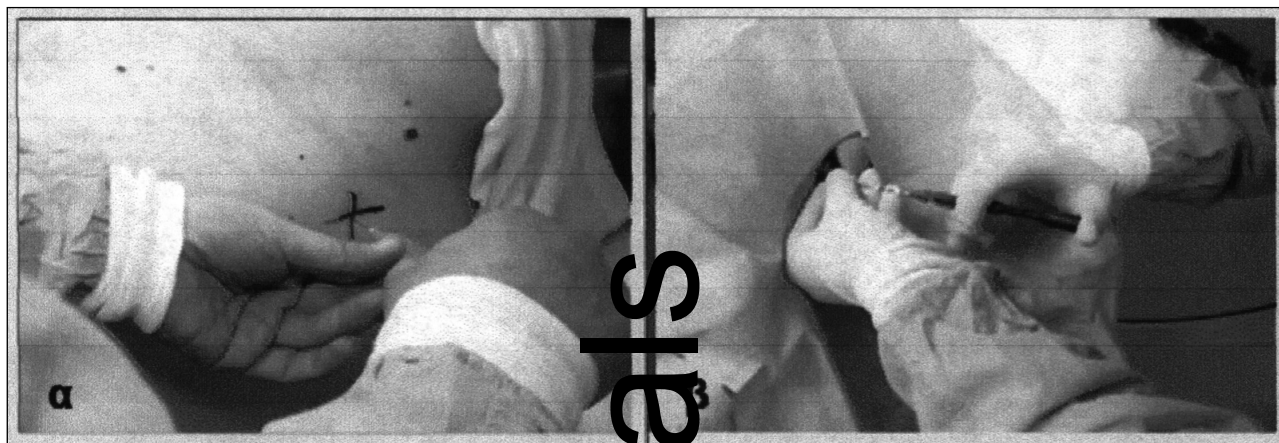
Για την θερμοκαυτηρίαση των όγκων χρησιμοποιούνται διαφόρων τύπων γεννήτριες και διάφοροι τύποι ηλεκτροδίων η επιλογή των οποίων εξαρτάται από το μέγεθος και την θέση της βλάβης και την ευκολία του επεμβατιστή ιατρού.

Ενδεικτική μεθοδολογία

Όλοι οι ασθενείς πριν την θερμοκαυτηρίαση, υποβάλλονται στις καθιερωμένες γενικές αιματολογικές εξετάσεις οι οποίες περιλαμβάνουν απαραίτητως έλεγχο πήκτικότητας (INR, PTT, αριθμό αιμοπεταλίων). Αυτός είναι αναγκαίος για την αποφυγή πιθανής αιμορραγίας. Για την καλύτερη συνεργασία είναι απαραίτητη η λεπτομερής ενημέρωση των ασθενών και η ενυπόγραφη συγκατάθεσή τους.

Η επέμβαση γίνεται διαδερμικά υπό την καθοδήγηση του Αξονικού Τομογράφου. Μπορεί να γίνει με ενσυνείδητη αναλγησία υπό την παρουσία αναισθησιολόγου ή με την παρουσία εξειδικευμένης νοσηλεύτριας η οποία έχει εξειδικευτεί στην χορήγηση αυτού του τύπου της νάρκωσης^{12,14,15,16,18,19} με την ενδοφλέβια χορήγηση midazolam hydrochloride και fentanyl citrate και συνεχή μέτρηση των ζωτικών σημείων. Η τυπική αρχική δόση χορήγησης είναι 4,5-45,5 μg/kg (1-3 mg για 70kg) midazolam και 0,71-1,42 μg/kg (50-100 μg για 70kg) fentanyl τα οποία χορηγούνται ενδοφλεβίως ως αργή (30-60 sec) bolus ανάλυση. Επιπρόσθετες δόσεις συντήρησης χορηγούνται στο 50% της αρχικής δόσης σε μεσοδιαστήματα 5 λεπτών¹⁹. Πολλές φορές χρησιμοποιείται κάποια αναλγητική αγωγή μαζί ή χωρίς τη χορήγηση ήπιων ηρεμιστικών η οποία δεν απαιτεί παρουσία αναισθησιολόγου ή με την χορήγηση αναλγητικής και αγχολυτικής αγωγής 45' - 60' πριν την επέμβαση. Ο δεύτερος τρόπος είναι ευκολότερος και μειώνει τον χρόνο και το κόστος της επέμβασης. Οι ασθενείς λαμβάνουν 3 mg bromazepam (Lexotanil® Roche) από το στόμα και 75 mg D - propoxphen hydrochloride (ZIDERON® Norma Hellas S.A) ενδομυϊκά^{11,18,19}.

Η τοποθέτηση του ασθενούς εξαρτάται από την θέση της βλάβης. Γίνονται 5 ή 6 συνεχείς τομές των 5mm για να καθορισθεί ακριβώς το σημείο εισόδου του ηλεκτροδίου. Καθαρίζουμε την περιοχή με αλκοόλη και εισάγεται βελόνα 22G. Στη με τρεις συνεχόμενες τομές επιβεβαιώνεται η σωστή θέση αυτής. Το δέρμα καθαρίζεται και δημιουργείται ένα χειρουργικό πεδίο γύρω από την βελόνη. Γίνε-



Εικ. 1. α) τοπική έγχυση lidocaine, β) τοποθέτηση του ηλεκτροδίου

ται έγχυση 10 ml τοπικού αναισθητικού (lidocaine hydrochloride [Xylocaine® 2% AstraZeneca MONTSE FRANCE]) και με ένα χειρουργικό νυστέρι δημιουργούμε μία μικρή τομή στο δέρμα για την ευκολότερη εισαγωγή του ηλεκτροδίου. Από τις απεικονιζόμενες τομές υπολογίζεται το βάθος της αλλοίωσης από το δέρμα καθώς και την κλίση με την οποία θα πρέπει να εισαχθεί το ηλεκτρόδιο. Τοποθετούνται ηλεκτρόδια γείωσης στο κοιλιακό τοίχωμα ή στην πλάτη του ασθενούς ανάλογα με την θέση του και ρυθμίζονται οι επιθυμητές ενδείξεις ισχύος και θερμοκρασίας στην γεννήτρια ανάλογα με τις υποδείξεις του κατασκευαστή. Ο τύπος γεννήτριας και το είδος του ηλεκτροδίου εξαρτάται από το μέγεθος και τη θέση της βλάβης. Κατόπιν γίνεται εισαγωγή του ηλεκτροδίου θερμοκαυτηρίασης προσεκτικά «βήμα - βήμα» ελέγχοντας την άκρη του, κάθε φορά με τρεις συνεχόμενες τομές 5mm. Όταν η άκρη του ηλεκτροδίου βρίσκεται εγγύς της βλάβης, (περίπου 1 cm από το κέντρο αυτής) ανοίγονται αργά τα άγκιστρα. Επιβεβαιώνεται ότι τα άγκιστρα βρίσκονται στη σωστή θέση με συμπληρωματικές τομές και έπειτα συνδέονται τα ηλεκτρόδια γείωσης και το ηλεκτρόδιο εκπομπής με την γεννήτρια των ραδιοσυχνοτήτων.

Γίνεται εκπομπή ραδιοσυχνοτήτων ενέργειας (90-110 W) για 15-20 min η οποία προκαλεί στη βλάβη τοπική αύξηση της θερμοκρασίας από 80° μέχρι 110°C. Παρακολουθείται στο monitor η αντίσταση της βλάβης και η θερμοκρασία που

αναπτύσσεται εντός αυτής κατά την διάρκεια της συνεδρίας. Σε περίπτωση που ο ασθενής εκδηλώσει πόνο γίνεται έγχυση τοπικού αναισθητικού από την τομή του δέρματος και από το trocar του ηλεκτροδίου (αν υπάρχει αυτή η δυνατότητα). Η θερμοκρασία εντός της βλάβης δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τους 110°C γιατί δημιουργείται εξάχνωση ιστού και παρουσία αέρα εντός της βλάβης^{11,18}.

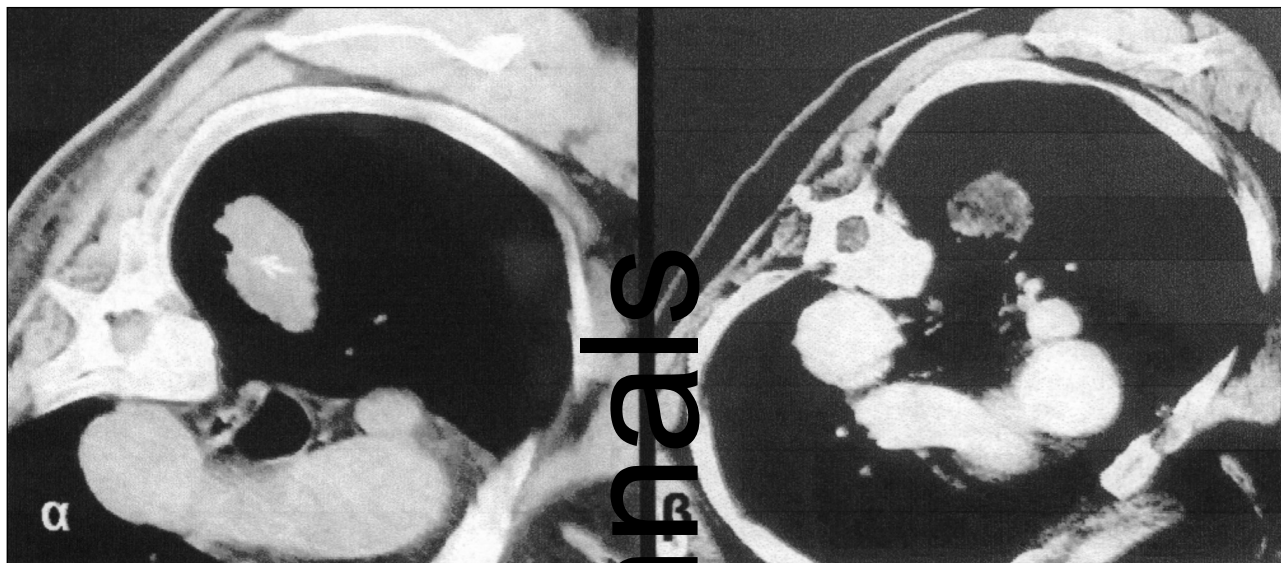
Με το πέρας της διαδικασίας γίνεται απόσυρση των εκτυσσομένων ηλεκτροδίων και αφαίρεση αργά-αργά του trocar. Κατά την διάρκεια της αφαίρεσης

γίνεται εκπομπή ραδιοσυχνοτήτων για την θερμοκαυτηρίαση του πόρου εισαγωγής του ηλεκτροδίου ώστε να αποφευχθεί τυχόν διασπορά καρκινικών κυττάρων. Ο ασθενής μετακινείται προσεκτικά σε ύπτια θέση, αν δεν βρίσκεται ήδη σε αυτήν, εκτός εάν αντενδυνύεται (π.χ. λόγω πνευμοθώρακα). Γίνεται άμεσος έλεγχος της αποτελεσματικότητας της θεραπείας και των πιθανών επιπλοκών με αξονική τομογραφία δύο φάσεων μετά από IV έγχυση σκιαγραφικού μέσου. Όλοι οι ασθενείς νοσηλεύονται για 24 ώρες και κατά το εξιτήριο φεύγουν με τις κατάλληλες οδηγίες. Η περαιτέρω απεικονιστική παρακολούθηση γίνεται με ηλικοειδή αξονική τομογραφία δύο φάσεων μετά την έγχυση σκιαγραφικού σε 1, 3, 6, 12 μήνες μετά την θεραπεία και στη συνέχεια κάθε εξάμηνο¹⁸.

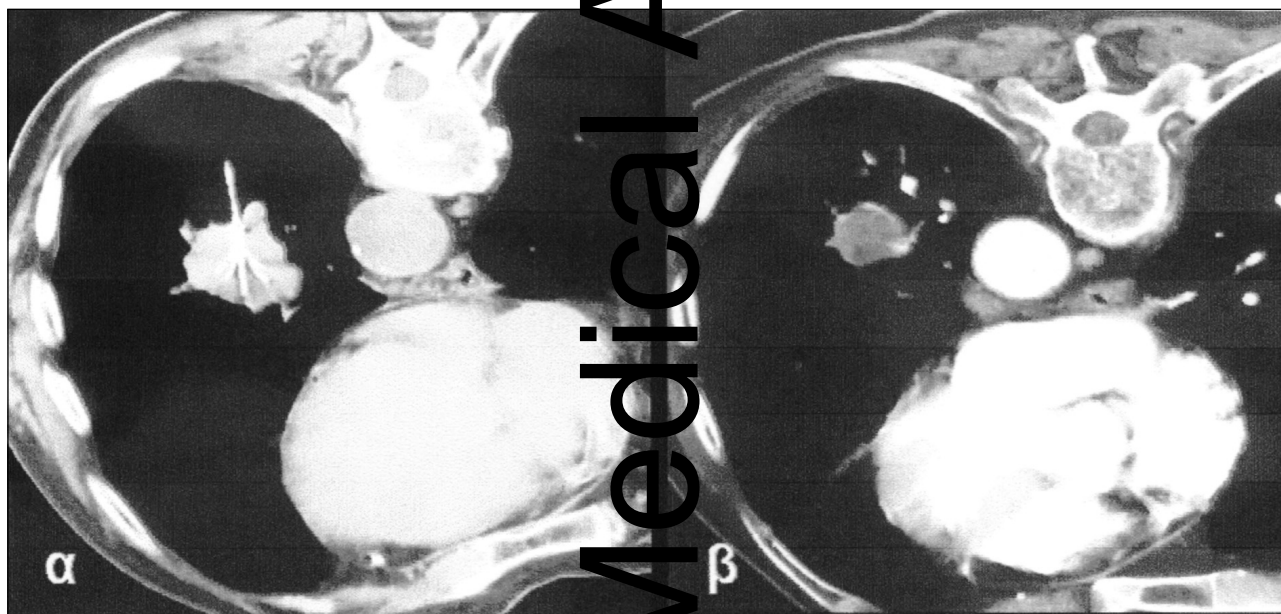
Εμπειρία εφαρμογής

Σε μία περίοδο 24 μηνών έγινε θερμοκαυτηρίαση σε 35 ασθενείς υπό την καθοδήγηση του αξονικού τομογράφου (20 άνδρες και 15 γυναίκες). Η ηλικία τους κυμαίνεται από 29 έως 79 έτη. Δέκαπέντε/35 παρουσίαζαν πνευμονικές μεταστάσεις (4/15 από καρκίνο ορθοσιγμοειδούς, 4/15 από καρκίνο μαστού, 2/15 από αδenoκαρκίνωμα νεφρού, 2/15 από αδenoκαρκίνωμα στομάχου, 1/15 από μελάνωμα, 1/15 από μάρκωμα και 1/15 από αδenoκαρκίνωμα προστάτου) ενώ 20/35 έπασχαν από ανεγχείρητο πρωτοπαθή καρκίνο του πνεύμονα (9/20 λόγω προχωρημένου σταδίου της νόσου και 11/20 λόγω συνοδών καταστάσεων επιβάρυνσης της υγείας τους). Ο ιστοπαθολογικός τύπος των πρωτοπαθών αλλοιώσεων ήταν 8/20 αδenoκαρκινώματα, 3/20 βρογχοκυψελιδικά καρκινώματα, 6/20 πλακώδη καρκινώματα και 3/20 μεγαλοκυτταρικά καρκινώματα. Οι πρωτοπαθείς αλλοιώσεις ήταν όλες μονήρεις ενώ ο συνολικός αριθμός των δευτεροπαθών αλλοιώσεων που θερμοκαυτηριάστηκαν ήταν 25. συνολικός αριθμός βλαβών 45. Το μέγεθός του κυμαίνετο από 1 εκ. έως 8 εκ. (2,7 εκ).

Έγινε εκπομπή ραδιοσυχνοτήτων για 15-20 min. περίπου και άμεσος έλεγχος των αποτελεσμάτων με



Εικ. 2. α) τοποθέτηση του ηλεκτροδίου στο κέντρο της βλάβης, β) υπόπυκνη κυστική απεικόνιση της βλάβης μετά τη θερμοκαυτηρίαση



Εικ. 3. α) τοποθέτηση του ηλεκτροδίου στο κέντρο της βλάβης, β) υπόπυκνη κυστική απεικόνιση της βλάβης με ελάττωση του μεγέθους της 6 μήνες μετά τη θερμοκαυτηρίαση

ελικοειδή αξονική τομογραφία μετά από IV έγχυση σκιαγραφικού μέσου για τον έλεγχο της ανταπόκρισης της βλάβης στην θερμοκαυτηρίαση και τις άμεσες επιπλοκές. Η διαδικασία ήταν καλά ανεκτή από τους περισσότερους ασθενείς, ενώ μερικοί ανέφεραν μέτριο πόνο στη περιοχή της παρακέντησης. Δεν παρουσιάστηκαν μείζονες επιπλοκές. Ένας ασθενής παρουσίασε μικρό πνευμοθώρακα, ο οποίος δεν χρειάστηκε θεραπευτική παρέμβαση και άλλος μία μικρή

αιμορραγία. Σε όλες τις περιπτώσεις παρατηρήθηκε μια περιφερική κυψελικδική αντίδραση γύρω από την βλάβη η οποία ήταν απότοκη της αύξησης της θερμοκρασίας στην περιοχή.

Η άμεση εξέταση μετά την θερμοκαυτηρίαση ανέδειξε ολική νέκρωση σε 19/25 (76%) μεταστατικές αλλοιώσεις και σε 17/20 (85%) πρωτοπαθείς βλάβες με παρουσία υπόπυκνου κέντρου. Οι 9/45 αλλοιώσεις που παρουσίασαν μερική νέκρωση υπο-

βλήθηκαν σε δεύτερη συνεδρία για πλήρη νέκρωση της βλάβης.

Μετά από ένα τρίμηνο πραγματοποιήθηκε διαδερμική βιοψία υπό CT καθοδήγηση στις αλλοιώσεις που είχαν υποβληθεί σε θερμοκαυτηρίαση. Οι ιστολογικές εκθέσεις ανέδειξαν νεκρωτικό υλικό. Ο έλεγχος των αλλοιώσεων μετά από εξάμηνο με CT ανέδειξε σταθερότητα στο μέγεθος σε 18/45 (40%) αλλοιώσεις, σημαντική μείωση του μεγέθους σε 18/45 (40%) και μείωση του μεγέθους με υπολειπόμενο μικρό όγκο σε 8/45 (17,8%). Μια αλλοίωση (2,2%) εμφανίστηκε μεγαλύτερη. Οι τελευταίες 9 αλλοιώσεις υπεβλήθησαν σε νέα θερμοκαυτηρίαση. Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ πρωτοπαθών και δευτεροπαθών εντοπίσεων όσον αφοράσε την ανταπόκρισή τους στην θερμοκαυτηρίαση.

Θεραπευτικές δυνατότητες

Η διαδερμική θερμοκαυτηρίαση μπορεί να προκαλέσει ιστική νέκρωση. Ο βαθμός της νέκρωσης εξαρτάται από το μέγεθος της βλάβης, από την ιστολογική δομή της και από την αγγειοβρίθειά της^{2,5,18}. Τα θεαματικά αποτελέσματα στον χειρισμό των ηπατικών αλλοιώσεων οδήγησαν τους επεμβατιστές ακτινολόγους να εφαρμόσουν τη θερμοκαυτηρίαση στο ίδιο αποτελεσματικά και σε άλλα όργανα⁶⁻¹³.

Συχνά ασθενείς με πρωτοπαθή καρκίνο πνεύμονος δεν είναι υποψήφιοι για χειρουργική εξαίρεση λόγω προχωρημένου σταδίου της νόσου ή συστηματικών παθήσεων¹⁵. Οι συνήθεις θεραπευτικές επιλογές είναι η χημειοθεραπεία, η ακτινοβολία ή/και ο συνδυασμός των παραπάνω¹¹⁻¹⁵. Η θερμοκαυτηρίαση θεωρείται μια επιλογή η οποία από μόνη της ή σε συνδυασμό με την χημειοθεραπεία και την ακτινοθεραπεία μπορεί να βοηθήσει στην θεραπεία. Σε όγκους με κεντρική νέκρωση τα κύτταρα είναι ανθεκτικά στη χημειοθεραπεία και στην ακτινοβολία λόγω περιορισμένης αιματικής ροής¹⁵. Τα κύτταρα αυτά παρουσιάζουν αυξημένη ευαισθησία στην θερμοκρασία, άρα η θερμοκαυτηρίαση μπορεί να χρησιμοποιηθεί με καλά αποτελέσματα σε αυτούς τους όγκους.

Στην πραγματικότητα η θερμοκαυτηρίαση δεν έχει την ίδια αποτελεσματικότητα όσο μία ολική λοβεκτομή. Όμως είναι περισσότερο ανεκτή σε ασθενείς με προχωρημένη νόσο, σε πνευμονικές μεταστάσεις, καθώς και σε ασθενείς με καρδιοαναπνευστική ανεπάρκεια¹¹⁻¹², οι οποίοι δεν μπορούν να χειρουργηθούν. Σύμφωνα με την δική μας εμπειρία δεν είναι απαραίτητη η ολική αναισθησία. Οι ασθενείς παίρνουν εξιτήριο μετά από μια ημέρα η μερικές ώρες νοσηλείας.

Μέχρι σήμερα πολλές μελέτες έχουν δημοσιευτεί με σειρές ασθενών με όγκους πνεύμονα οι οποίοι έχουν αντιμετωπιστεί με θερμοκαυτηρίαση^{11,12,14-18,20,23,24}. Πολλές από αυτές δείχνουν αρκετά υποσχόμενες λόγω του ότι αναφέρουν πλήρη νέκρωση των αλλοιώσεων που αντιμετωπίστηκαν με θερμοκαυτηρίαση¹⁸.

Η θερμοκαυτηρίαση έχει ελάχιστες ανεπιθύμητες ενέργειες, σε έμπειρα χέρια πολύ λίγες επιπλοκές, οι περισσότερες των οποίων αντιμετωπίζονται συντηρη-

τικά και μπορεί να χρειασθεί μία ή δύο συνεδρίες¹⁸. Η τοπική ακτινοβολία και η χημειοθεραπεία απαιτούν 20-30 και 5-6 συνεδριάσεις αντίστοιχα με πολλές συστηματικές και τοπικές επιπλοκές.

Ο καλός σχεδιασμός της θερμοκαυτηρίασης της βλάβης μαζί με την κατάλληλη επιλογή του ηλεκτροδίου και της τοποθέτησης αυτού και του χρόνου θερμοκαυτηρίασης έχει πάρα πολύ καλά αποτελέσματα στην θεραπεία των όγκων του πνεύμονα^{18,20-24}. Η θεραπεία μεγαλύτερων όγκων μπορεί να συμπληρωθεί με αλλαγή της θέσης του

ηλεκτροδίου ή με την χρήση ηλεκτρόδιων που καυτηριάζουν όγκου μεγαλύτερης διαμέτρου¹⁸. Πάντα θα πρέπει να καυτηριάζεται και μία ζώνη υγιούς ιστού γύρω από την βλάβη.

Οι επιπλοκές που αναφέρονται από τις περισσότερες μελέτες είναι πολύ λίγες και αντιμετωπίζονται συνήθως συντηρητικά. Οι βαρύτερες αφορούν πνευμοθώρακα ή αιμοθώρακα ο οποίος χρειάστηκε χρήση bullau, πνευμονία και πνευμονικό απόστημα, ενώ σε ένα άρθρο αναφέρονται εγκεφαλικά μικροέμβολα από αέρα²⁵. Στην δική μας σειρά ασθενών οι επιπλοκές ανήλθαν στο 4,5%. Όλες αντιμετωπίστηκαν συντηρητικά με παρακολούθηση.

Συμπέρασμα

Η θερμοκαυτηρίαση των όγκων του πνεύμονος αποτελεί μία υποσχόμενη και ελάχιστα επεμβατική μέθοδο. Προσφέρει την ευκαιρία σε ασθενείς που δεν είναι υποψήφιοι για χειρουργική επέμβαση να ολοκληρώσουν την νεοπλασία τους και να αποκτήσουν μια καλύτερη ποιότητα ζωής.

ABSTRACT

RFA of lung tumors is a low cost and minimally invasive method. Offer in patients who are not candidates for surgery a better quality of life.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Park B, Louie O, Altorki N. Staging and the surgical management of lung cancer. *Radiol Clin N Am* 2000; 38(3):545-561
2. Siperstein A, Gotomirski A. History and technological aspects of radiofrequency thermoablation. *The cancer journal* 2000; 6:4;S293-S301
3. Livraghi T, Solbiati L, Meloni MF, et al. Treatment of focal liver tumors with percutaneous radio-frequency ablation: complications encountered in a multicenter study. *Radiology* 2003; 226(2):441-451
4. Dupuy d, Goldberg SN. Image-guided radiofrequency tumor ablation challenges and opportunities—part II. *J Vase Interv Radiol* 2001; 12(10); 1135-1148.
5. MacGahan JP, Dodd GD 3rd. Radiofrequency ablation of the liver: current status. *AJR* 2001; 176(1):3-16
6. Gervais DA, McGovern FJ, Wood BJ, et al. Radio-frequency Ablation of renal cell carcinoma: early clinical experience. *Radiology* 2000; 217(3):665-672
7. Lee JM, Kim SW, Chung GH et al. Open radio-frequency ablation of renal VX2 tumors in a rabbit model using a cooled tip electrode: feasibility, safety and effectiveness. *Europ Radiol* 2003; 13(6): 1324-1332
8. Merkle EM, Shonk JR, Zheng L, et al. MR imaging-guided radio-frequency thermal ablation in the porcine brain at 0.2T. *Europ Radiol* 2001; 11(5):884-892
9. Erickson JK, Rosenthal DJ et al. Primary treatment of chond-

- roblastoma with percutaneous radio-frequency heat ablation: report of three cases. *Radiology* 2001; 221(2):463-468
10. Woertler K, Vestring T, Boettner F, et al. Osteoid osteoma: CT guided percutaneous RF ablation and follow up in 47 patients. *J Vasc Interv Radiol* 2001; 12(6):716-722.
 11. Thanos L, Mylona S, Pomoni M, et al. Primary lung cancer: treatment with RF thermal ablation. *Europ Radiol* 2004; 14(5):897-901
 12. Dupuy D, Zagoria RJ, Akerley W et al. Percutaneous RF ablation of malignancies in the lung. *AJR* 2000; 174(1):57-59.
 13. Friedman M, Mikityansky I, Kam A, Libutti SK, McClellan MW, Neeman Z, Locklin JK, Wood BJ (2004) Radiofrequency ablation of cancer. *Cardiovasc Intervent Radiol* 27:427-434
 14. Sewel PE, Vance RB, Wang YD (2000) Assessing RF ablation of non small cell lung cancer with positron emission tomography (PET). *Radiology* 2000; 217
 15. Glenn DW, Clark W, Morris DL, et al. Percutaneous RF ablation of colorectal pulmonary metastases. Presented at 2001 annual meeting of RSNA, Chicago: 315
 16. Dupuy D, Mayo Smith W, Abbot G, DiPetrillo T, Clinical applications of RF tumor ablation in the thorax. *Radiographics* 2002; 22:S259-S269.
 17. Lee JM, Youk JH, Kim YK, et al. RF thermal ablation with hypertonic saline solution injection of the lung: ex vivo and in vivo feasibility studies. *Europ Radiol* 2003; 13(11):2540-2547.
 18. Kelekis A, Thanos L, Mylona S, et al. Percutaneous radiofrequency ablation of lung tumors with expandable needle electrodes: current status. *Eur Radiol* 2007
 19. Mylona S, Hatzidakis AA, Thanos L, et al (2005) Sedation and analgesia in patients undergoing percutaneous liver radiofrequency ablation. Comparison of two protocols [abstract]. *Eur Radiol* 15:S(1)274
 20. Highland AM, Mack P, Breen DJ. RF thermal ablation of metastatic lung nodule. *Europ Radiol* 2002; 12
 21. Miao Y, Ni Y, Yu J et al. An ex vivo study on RF tissue ablation: increased lesion size by using an "expandable-wet" electrode. *Europ Radiol* 2001
 22. Goldberg SN, Hahn PF, Tanabe KK, et al. Percutaneous RF tissue ablation: does perfusion-mediated tissue cooling limit coagulation necrosis? *J Vasc Interv Radiol* 1998
 23. Steinke K, Habicht J, Thomsen S, et al. CT guided RF ablation of a pulmonary metastasis followed by surgical resection. *Cardiovasc Interv Radiol* 2002
 24. Thanos L, Mylona S, Kalioras V (2004) RF ablation of lung tumors wins support. *Diagnost Imaging Europe* 20:5:27-30.
 25. Rose SC, Fotoochi M, Levin DL, et al (2002) Cerebral microembolization during radiofrequency ablation of lung malignancies. *J Vasc Interv Radiol* 13:1051-1054