



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ  
  
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ  
ΠΜΣ «ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ»  
  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
*ΤΙΤΛΟΣ «ΧΗΜΕΙΟΕΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΗΠΑΤΟΣ  
ΥΠΟ ΣΒΣΤ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗ»*  
*ΔΟΔΟΥΡΑ ΣΤΑΜΑΤΙΑ*

## **ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

**ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΠΕΡΙΚΛΗΣ**

**ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ**

**ΜΠΑΚΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ**

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

### ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

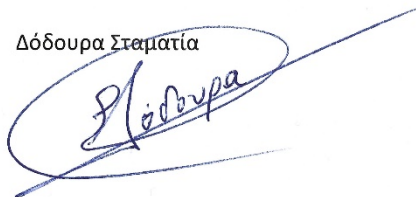
Η κάτωθι υπογεγραμμένη Δόδουρα Σταματία του Νικολάου με αριθμό μητρώου (ΑΜ) 20034 φοιτήτριας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Σύγχρονες Εφαρμογές στην Ιατρική Απεικόνιση» του Τομέα Ακτινολογίας-Ακτινοθεραπείας του Τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών, της Σχολής Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας, του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας με τίτλο «ΧΗΜΕΙΟΕΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΗΠΑΤΟΣ ΥΠΟ CBCT ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗ» και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι 31/12/2024 και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή.

Δηλούσα

Δόδουρα Σταματία





« Ὅμοια φάρμακα οὐκ ἴσταν,  
εἶδηρος ἴσταν, ὅσα εἶδηρος οὐκ  
ἴσταν,  
ἰῶρ ἴσταν ὅσα δέ ἰῶρ οὐκ ἴσταν,  
ταῦτα χρή νομίζειν ὁμιάτα».

---

Ιωδοκράτης

---



*Αφιερωμένο*

*Στο σύζυγο μου Σπύρο και στα παιδιά μας*

*Γεωργία και Χάρη*

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στο Ελληνικό Αντικαρκινικό Ινστιτούτο Αθηνών, το οποίο στηρίζει ενεργά την δια βίου μάθηση του προσωπικό του Νοσοκομείου «Ο Άγιος Σάββας». Η παροχή οικονομικής ενίσχυσης από το Ελληνικό Αντικαρκινικό Ινστιτούτο Αθηνών μέσω υποτροφίας, συνέβαλλε ενεργά στην περάτωση των σπουδών μου.

Τις θερμότερες ευχαριστίες μου θα ήθελα να εκφράσω στο επιβλέποντα καθηγητή, κο Περικλής Παπαβασιλείου (Επίκουρος Καθηγητής, Τομέας Ακτινολογίας Ακτινοθεραπείας, Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών ΠΑΔΑ),για τον καθοριστικό και συμβουλευτικό ρόλο του στην εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας στα πλαίσια του ΜΠΣ «Σύγχρονες Εφαρμογές Ιατρικής Απεικόνισης». Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του ΜΠΣ που συνέβαλλαν ενεργά στην μεταλαμπάδευση γνώσης κατά την πορεία των μαθημάτων.

Θερμές ευχαριστίες οφείλω στην Επιστημονικά Υπεύθυνη Διευθύντρια του Ακτινοδιαγνωστικού Τμήματος του Νοσοκομείου «Ο Άγιος Σάββας» κα. Γκέλη Μυρσίνη για την στήριξη και την αρωγή της στην επαγγελματική και ακαδημαϊκή μου πορεία.

Θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω στην Διευθύντρια Επεμβατική Ακτινολόγο της Μονάδας Επεμβατικής Ακτινολογίας του Νοσοκομείου «Ο Άγιος Σάββας» κα. Καρτσούνη Βικτωρία, ως μέντορά μου. Με την εμπιστοσύνη, την

επιστημονική της καθοδήγησή και την αμέριστη συμπαράστασή της, έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην πορεία μου, ανοίγοντάς μου νέους ορίζοντες.

Ευχαριστώ επίσης τον Επιμελητή Α΄ Επεμβατικό Ακτινολόγο της Μονάδας Επεμβατικής Ακτινολογίας του Νοσοκομείου «Ο Άγιος Σάββας» κ. Γκενεράλη Γεώργιο , για την υποστήριξη και τις γνώσεις που μου παρείχε καθόλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας με την εμπειρία του στην εφαρμογή της CBCT.

Δεν θα ήθελα να παραλείψω να ευχαριστήσω τη συνάδελφο Τεχνολόγο Ακτινολογίας Ακτινοθεραπείας κα. Λάσδα Πολυξένη για την στήριξή της στην εκπαιδευτική διαδικασία της CBCT με εξειδικευμένη γνώση.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω το σύζυγό μου Σπύρο για την υπομονή και την στήριξή του, καθώς και τα παιδιά μας Γεωργία και Χάρη που ήταν δίπλα μου σε αυτό το ταξίδι, ελπίζοντας να κατάφερα να τους εμφυσήσω την δύναμη της γνώσης. Όπως ο Πλούταρχος (50-120 μ.Χ. περ.) αναφέρει « *Οι γνώσεις είναι για το πνεύμα ό,τι τα μάτια για το σώμα, δηλαδή, το φως της διάνοιας. Αντίθετα, η άγνοια και η αμάθεια είναι το σκοτάδι*».

Δόδουρα Σταματία

Τεχνολόγος Ακτινολογίας –Ακτινοθεραπείας.

Περίληψη στην Ελληνική Γλώσσα

## «ΧΗΜΕΙΟΕΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΗΠΑΤΟΣ ΥΠΟ CBCT ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗ»

### Περίληψη

**Εισαγωγή:** Η εξειδίκευση της Επεμβατικής Ακτινολογίας κατέκτησε τα τελευταία χρόνια σημαντικό ρόλο τόσο στη διάγνωση, όσο και στη θεραπεία. Σε αυτό συνέβαλλε η εξέλιξη της τεχνολογίας, που βελτίωσε την ιατρική απεικόνιση. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ενσωμάτωση υβριδικών τεχνικών, που δύνανται να αποδώσουν τρισδιάστατη απεικόνιση με υψηλή ανάλυση ανατομικών αγγειακών δομών, αυξάνοντας έτσι την τεχνική επιτυχία των επεμβατικών πράξεων.

**Υλικό και Μέθοδος:** Στα πλαίσια ενσωμάτωσης της χρήσης της CBCT (Cone Beam Computed Tomography- Αξονική Τομογραφία Κωνικής Δέσμης) καθοδήγησης στο πρωτόκολλο Χημειοεμβολισμού της Μονάδας Επεμβατικής Ακτινολογίας, ερευνήσαμε αναφορικά τις περιπτώσεις δυο ασθενών που υποβλήθηκαν σε δυο συνεδρίες Χημειοεμβολισμού Ήπατος έκαστος. Συγκρίναμε τα απεικονιστικά και τεχνικά αποτελέσματα για τον καθένα ξεχωριστά. Τα τεχνικά και απεικονιστικά δεδομένα της μελέτης καταγράφηκαν, αναλύθηκαν και ακολούθως διεξήχθησαν συμπεράσματα.

**Αποτελέσματα:** Η μελέτη που εκπονήθηκε απέδωσε βελτιστοποιημένα απεικονιστικά αποτελέσματα της αγγειακής αρχιτεκτονικής των τροφοφόρων αγγείων τον όγκου, αυξάνοντας την τεχνική επιτυχία της μεθόδου. Επιπρόσθετα, διαπιστώθηκε μείωση στο συνολικό DAP (Dose Area Product- Γινόμενο Δόσης Επιφανείας), στο συνολικό ακτινοσκοπικό χρόνο καθώς και στη μέγιστη δόση εισόδου στο δέρμα συγκριτικά με την 2D DSA ( Digital-subtraction angiography) καθοδήγηση.



**Συμπέρασμα:** Η τρισδιάστατη χαρτογράφηση και καθοδήγηση κατά το TACE (Transcatheter Arterial Chemoembolization), δύναται να παρέχει εξαιρετική ανατομική λεπτομέρεια της αρχιτεκτονικής των αγγείων του ηπατικού δέντρου, προσαυξάνοντας την επιτυχία και ασφάλεια της επεμβατικής διαδικασίας. Επίσης, ενισχύει την ακτινοπροστασία τόσο του ασθενούς όσο του ιατρικού και τεχνολογικού προσωπικού, που κατέχει σημαντικό ρόλο στα Τμήματα Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών. Δεδομένου των παραπάνω, θα συνεχίσουμε να μελετάμε την τεχνική, ώστε να βελτιστοποιήσουμε την εφαρμογή της και να την ενσωματώσουμε στο πρωτόκολλο Χημειοεμβολισμού του Τμήματος.

**Λέξεις κλειδιά:** Cone Beam Computed Tomography, Transcatheter arterial Chemoembolization, Hepatocellular Carcinoma, Automated Tumor-feeder Detection, Navigation, Efficacy ,TACE

## Abstract in English

### «TRANSCATHETER ARTERIAL CHEMOEMBOLIZATION GUIDED BY CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY»

#### Abstract

**Introduction:** The specialization of Interventional Radiology has acquired in recent years an important role in both diagnosis and treatment. Of particular interest is the integration of hybrid techniques, which can yield three-dimensional imaging with high resolution of anatomical vascular structures, thus increasing the technical success of invasive.

**Material and Method:** In the context of incorporating the use of CBCT guidance into the Chemoembolization Protocol of the Interventional Radiology Unit, we investigated the cases of two patients who underwent two sessions of Liver Chemoembolization each. We compared the imaging and technical results for each one separately.

**Results:** The study conducted yielded optimized imaging results of the vascular architecture of the tumor's feeder vessels, increasing the technical success of the method. In addition, a decrease in total DAP, total fluoroscopic time as well as the maximum dose of entry into the skin compared to 2D DSA guidance was found.

**Conclusion:** The three-dimensional mapping and guidance according to TACE, can provide excellent anatomical detail of the architecture of the vessels of the liver tree, increasing the success and safety of the invasive procedure. It also enhances the radiation protection of both the patient and the medical and technological staff, which play an important role in the Ionizing Radiation Departments. Given the above, we will

continue to study the technique in order to optimize its application and incorporate it into the Chemoembolization Protocol of the Department

**Key words:** Cone Beam Computed Tomography, Transcatheter Arterial Chemoembolization, Hepatocellular Carcinoma, Automated Tumor-feeder Detection, Navigation, Efficacy, TACE

## Περιεχόμενα

<b>ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ....</b>	<b>3</b>
<b>Ευχαριστίες .....</b>	<b>6</b>
<b>Περίληψη στην Ελληνική Γλώσσα .....</b>	<b>8</b>
<b>Abstract in English.....</b>	<b>10</b>
<b>A.ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....</b>	<b>16</b>
<b>Κεφάλαιο 1: Ιστορική Αναδρομή .....</b>	<b>16</b>
1.1 Επεμβατική Ακτινολογία από το χθες στο σήμερα.....	16
1.1.1 Dr Sven-Ivar Seldinger.....	20
1.1.2 Ιστορική αναδρομή του Χημειοεμβολισμού .....	22
<b>Κεφάλαιο 2: Ήπαρ.....</b>	<b>25</b>
2.1 Ανατομικά στοιχεία .....	25
2.1.1 Αρτηριακή Αιμάτωση του Ήπατος.....	26
2.1.2 Φλεβική Αιμάτωση του Ήπατος .....	29

<b>2.1.3 Ανατομική Κατάτμηση Ήπατος κατά Couinaud.....</b>	<b>30</b>
<b>Κεφάλαιο 3 : Κακοήθεις νεοπλασίες Ήπατος .....</b>	<b>32</b>
3.1 Πρωτοπαθής Καρκίνος Ήπατος.....	32
3.2 Μεταστατική νόσος ήπατος.....	34
<b>Κεφάλαιο 4: Διακαθετηριακός Αρτηριακός Χημειοεμβολισμός (Transcather Arterial Chemoembolization – TACE) .....</b>	<b>36</b>
4.1 Barchelona Clinic Liver Cancer System (BCLC).....	36
4.2 Υπερεκλεκτικός Καθετηριασμός Ήπατος.....	36
4.3 Σφαιρίδια Φαρμακευτικής Απελευθέρωσης .....	37
4.4 Κριτήρια mRECIST.....	38
<b>Κεφάλαιο 5: Αξονική Τομογραφία Κωνικής Δέσμης (CBCT) στον Διαρτηριακό Χημειοεμβολισμό του Ήπατος.....</b>	<b>39</b>
5.1 Βασικές Αρχές της CBCT στην Επεμβατική Ακτινολογία .....	39
5.1.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά CBCT.....	39
5.1.2 Σύστημα απεικόνισης επίπεδης οθόνης Flat-Panel Detectors (FPDs).....	40
5.1.3 Γεωμετρία δέσμης .....	42

5.2.Τεχνική CBCT στον Δια-αρτηριακό Χημειοεμβολισμό .....	44
5.2.1. Πλεονεκτήματα CBCT .....	44
5.2.2 Μειονεκτήματα CBCT .....	46
5.2.3 Πρωτόκολλα CBCT απεικόνισης.....	47
5.2.4 Τεχνική Χρήσης Εγχυτή.....	51
5.2.5 Τεχνική Καθοδήγησης Μέσω 3D Εικόνας .....	52
5.3 Ακρίβεια, Ευαισθησία, Αποτελεσματικότητα και Ανταπόκριση της CBCT Τεχνικής στο TACE .....	55
<b>B.ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....</b>	<b>59</b>
<b>Κεφάλαιο 6: Πρωτόκολλο .....</b>	<b>59</b>
<b>6.1. Περιγραφή Εξοπλισμού.....</b>	<b>59</b>
<b>6.2 Περιγραφή Πρωτοκόλλου .....</b>	<b>62</b>
<b>6.3 Εξαγωγή δεδομένων.....</b>	<b>62</b>
<b>6.4.1 1ο Κλινικό Περιστατικό.....</b>	<b>64</b>
<b>6.4.2 2ο Κλινικό Περιστατικό .....</b>	<b>73</b>

<b>6.5 Συμπέρασμα.....</b>	<b>81</b>
<b>Γ .ΜΕΡΟΣ.....</b>	<b>83</b>
<b>Παράρτημα .....</b>	<b>83</b>
<b>Πίνακας Παράθεσης Εικόνων με Βιβλιογραφική Αναφορά.....</b>	<b>83</b>
<b>Κατάλογος Πινάκων .....</b>	<b>86</b>
<b>Συντομεύσεις - Abbreviations.....</b>	<b>87</b>
<b>Έντυπο Δήλωσης Συγκατάθεσης για Επιστημονική Έρευνα.....</b>	<b>88</b>

## Α.ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### Κεφάλαιο 1: Ιστορική Αναδρομή

#### 1.1 Επεμβατική Ακτινολογία από το χθες στο σήμερα

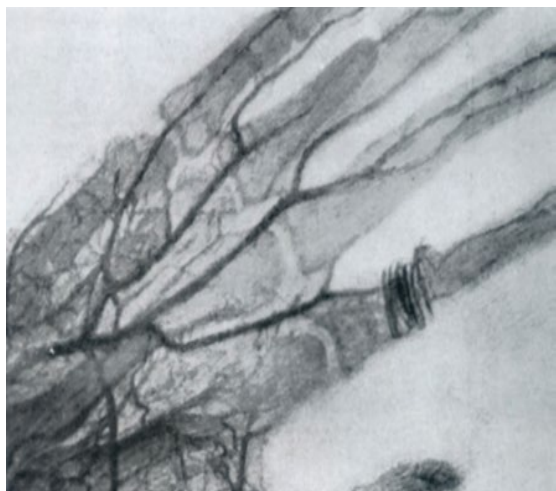


1. Wilhelm Conrad Röntgen (1845–1923). (Dunn, 2001)

Το 1628 ο Harvey περιέγραψε τη συνεχή ροή του αίματος σε όλο το σώμα, δημιουργώντας την ανάγκη για μεθόδους που θα επιτρέπουν την οπτικοποίηση των κατανομών και των ρυθμών ροής του αίματος (Grist, 2012). Μετά από περίπου 200 χρόνια, στις 8 Νοεμβρίου του 1875, ο καθηγητής Wilhelm Conrad Röntgen (*Εικόνα 1*) του Πανεπιστημίου Würzburg της Βιέννης, περιγράφοντας ένα φαινόμενο που αποκάλεσε «X rays», έθεσε τη βάση της Επιστήμης της Ακτινολογίας. Ο Röntgen τιμήθηκε το 1901 με Βραβείο Νόμπελ, αξίας 50.000 σουηδικών κορωνών, ποσό που



δώρισε στο πανεπιστήμιό του για να προώθηση της επιστημονικής έρευνας (Dunn, 2001).



**Εικόνα 2.** Η πρώτη αγγειογραφία σε πτωματικό ακρωτηριασμένο χέρι (Van Tiggelen, 2016)

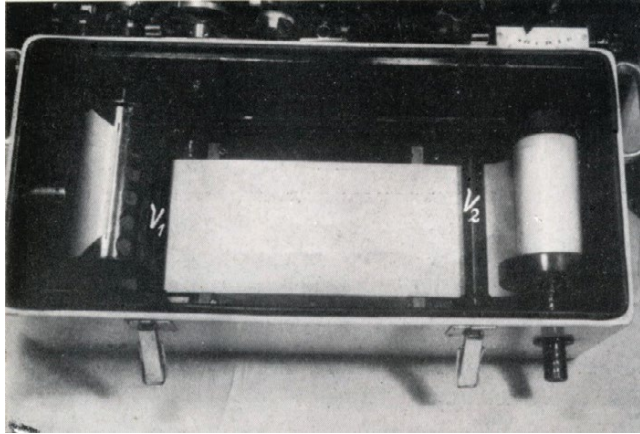
Το 1876 ο Eduard Haschek και ο Otto Theodor Lindenthal από τη Βιέννη, εγχέοντας ένα μείγμα κιμωλίας, κιννάβαρης (θειούχου υδραργύρου) και βαζελίνης πραγματοποίησαν την πρώτη αγγειογραφία σε πτωματικό ακρωτηριασμένο χέρι (Εικόνα 2) εισάγοντας την έννοια και τη σκοπιμότητα του αγγειακού σκιαγραφικού παράγοντα (Van Tiggelen, 2016).

Το 1929 ο W. Forssman στο Eberswalde στο Βερολίνο, πραγματοποίησε τον πρώτο καρδιακό καθετηριασμό στον εαυτό του (Εικόνα 3) . Η βελτίωση του σκιαγραφικού μέσου αντίθεσης πραγματοποιήθηκε το 1929 από τον Moses Swick με ιωδία πυρήνων πυριδίνης, που χρησιμοποιήθηκαν αρχικά στην απεκκριτική ουρογραφία (Van Tiggelen, 2016).



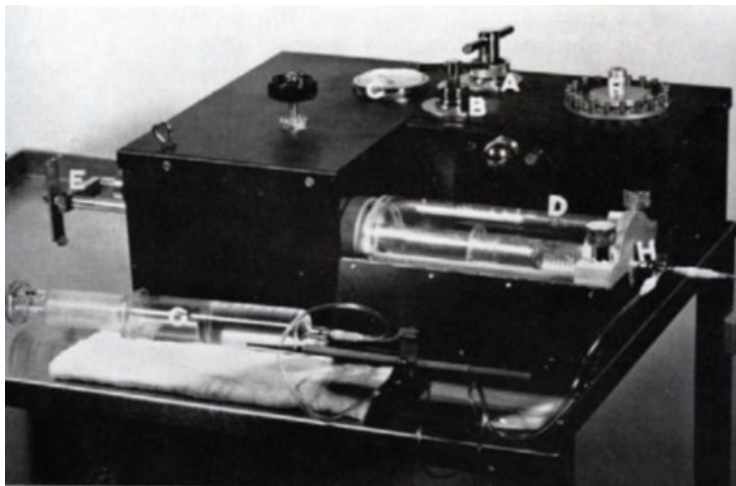
**Εικόνα 3.** Πρώτος καρδιακός καθετηριασμός (Van Tiggelen, 2016)

Μεταξύ του 1935 -1938 στις Βρυξέλλες, ο ακτινολόγος Van de Maele, εισήγαγε την ακτινοκινηματογραφία (cine) κατασκευάζοντας συσκευή με δυνατότητα καταγραφής 16 ακτινογραφικών εικόνων ανά δευτερόλεπτο, η οποία όμως είχε περιορισμένη δυνατότητα για την διεξαγωγή αγγειογραφίας σε πραγματικό χρόνο. Το 1949, ο Ake Gidlund στο νοσοκομείο St Eriks στην Στοκχόλμη της Σουηδίας εφηύρε μια ακτινολογική συσκευή που επέτρεπε την χρήση φιλμ σε ρολό 12x12in, αρχικά, και 28x28in αργότερα. Η Georg Schönander Society αξιοποιώντας το πρώτο σύστημα αλλαγής κασετών που ήταν διαθέσιμο από το 1946, κατασκεύασε σύστημα σύμφωνα με τις τρέχουσες απαιτήσεις, εξελίσσοντας την τεχνική της ταυτόχρονης διπλής αρτηριογραφίας (biplane) με γρήγορη αλλαγή μεσοδιαστήματος μισού δευτερολέπτου(Εικόνα 4).



**Εικόνα 4.** Μηχανισμός τοποθέτησης φιλμ στη (Van Tiggelen, 2016)

Το 1960 ο Kurt Amplatz στην Ιατρική σχολή του Πανεπιστημίου της Μινεσότα, Μινεάπολη περιέγραψε έναν εγχυτή κατάλληλο για κάθε τύπου αγγειογραφική εργασία, που τροφοδοτούνταν με αέριο (φουσαλίδες διοξειδίου του άνθρακα) ενώ ζύγιζε μόνο 5 κιλά (11 λίβρες) (Εικόνα 5) (Van Tiggelen, 2016).



**Εικόνα 5.** Αγγειακός Εγχυτής (Van Tiggelen, 2016).

πρόσβαση, τα μέσα σκιαγραφικής αντίθεσης και την λήψη εικόνας ( Van Tiggelen, R 2016).

### 1.1.1 Dr Sven-Ivar Seldinger

Πατέρας της Επεμβατικής Ακτινολογίας θεωρείται ο Ακτινολόγος Dr Sven-Ivar Seldinger (1921–1998), γεννημένος στη μικρή πόλη τη Μόρα, του νοτίου τμήματος της Σουηδίας. Οι πρόγονοί του διηύθυναν για γενιές το Μηχανολογικό Εργαστήριο Μόρα και έχουν χαρακτηριστεί ως «τεχνικές ιδιοφυΐες». Δραστηριοποιήθηκε για τουλάχιστον είκοσι χρόνια στο Νοσοκομείο Karolinska.

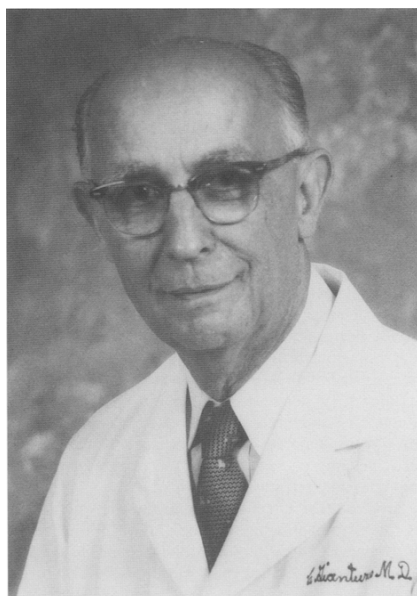


**Εικόνα 6.** Dr. Sven-Ivar Seldinger (Greitz, 1999)

Greitz, 1999). Ο όρος «transcatheter» υποδηλώνει «εκτελείται μέσω του αυλού ενός καθετήρα» που χρησιμοποιείται συνήθως στην Επεμβατική Ακτινολογία με την τεχνική Seldinger. Η τεχνική είναι μια διαδικασία για την απόκτηση ασφαλούς πρόσβασης σε κοίλα όργανα. (Guan, 2012).

### 1.1.2 Cesare Gianturco

Ιδιαίτερο ρόλο στη εδραίωση της ειδικότητας της επεμβατικής ακτινολογίας κατείχε ο Cesare Gianturco. Γεννημένος στη Νάπολη της Ιταλίας το 1905. Ο Cesare είχε το ιδιαίτερο γνώρισμα της κώφωσης. Στα μέσα της δεκαετίας του 1960 εργαζόμενος στο Ιατρικό Κέντρο Χιούστον του Τέξας κ αξιοποιώντας την δημιουργική φαντασία του σχεδίασε, κατασκεύασε επεκτεινόμενες ενδοπροσθέσεις και πρωτότυπα εμβολικά υλικά από μαλλί και βαμβάκι, καθώς και το πρώτο μπαλόνι διαστολής (Van Tiggelen, 2016). Ο διαστολέας μπαλονιού αποτελούνταν από έναν καθετήρα 8 Fr στον οποίο ήταν τοποθετημένος ένα τμήμα ηλεκτρικής συρρίκνωσης πολυολεφίνης μήκους 3 ιντσών. Ο Dr Gianturco χρησιμοποίησε αυτή τη συσκευή σε έναν ασθενή για να διαστέλλει μια στένωση στη μηριαία αρτηρία (Wallace, 1996).



**Εικόνα 7.** Dr. Cesare Gianturco (1906-1995)  
(Wallace, 1996)

### 1.1.2 Ιστορική αναδρομή του Χημειοεμβολισμού

Κατά περιγραφή του εμβολισμού μιας καρωτιδοσηρραγγώδους επικοινωνίας (carotid-cavernous fistula) έχει αναφερθεί για πρώτη φορά ο όρος θεραπευτικός εμβολισμός, το 1930 από τον Brooks. Στις αρχές της δεκαετίας του 1970 ο εμβολισμός χρησιμοποιήθηκε διαδερμικά για τη θεραπεία αρτηριοφλεβώδους δυσπλασίας. Το 1972 ο Rösch εφάρμοσε εκλεκτικό αρτηριακό εμβολισμό για την αντιμετώπιση οξείας αιμορραγίας του γαστρεντερικού. (Guan, 2012)

Το 1972, περιγράφηκε η απολίνωση της ηπατικής αρτηρίας αναδεικνύοντας ενδοαγγειακή θεραπεία δευτεροπαθών εντοπίσεων στο ήπαρ, με έγχυση 5-φθοροουρακίλης από την πυλαία φλέβα, με ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Το 1974, οι Doyon *et al* στη Γαλλία περιέγραψαν εμβολισμό της ηπατικής αρτηρίας για τη θεραπεία κακοήθων όγκων του ήπατος. Λίγο αργότερα αναφέρθηκε από συγγραφείς στη Ιαπωνία ο διηπατικός καθετηριασμός και εμβολισμός ηπατικής αρτηρίας για τη θεραπεία ανεγχείρητων HCC. Στα τέλη της δεκαετίας του 1970, χρησιμοποιήθηκε με ενδοηπατική αρτηριακή έγχυση αδριαμυκίνης, 5-φθοροουρακίλης, μιτομυκίνης-C, ή οι συνδυασμοί τους καθώς και ήπιος (Bland) εμβολισμός της ηπατικής αρτηρίας για την αντιμετώπιση του HCC (Guan, 2012).

Στις αρχές της δεκαετίας του 1980, καθιερώθηκε το όνομα Διακαθετηριακός Αρτηριακός Χημειοεμβολισμός (TACE). Οι υποστηρικτές του TACE υποστηρίζουν ότι η εμβολοθεραπεία και η τοπική χημειοθεραπεία είναι συνεργική λόγω της ισχαιμίας του όγκου από τον εμβολισμό και της αύξησης συγκέντρωσης και του χρόνου κατακράτησης των χημειοθεραπευτικών φαρμάκων στον όγκο. Σήμερα, η αποκλειστική χρήση του TACE ως τοπική θεραπεία αποδίδει πλήρη τοπικό-περιοχικό έλεγχο του

όγκου κατά 25–35% και δυνητικά αυξάνει την επιβίωση στους ασθενείς με ενδιάμεσο στάδιο HCC κατά Barcelona-Clinic Liver Cancer (BCLC). (Guan, 2012)

Η Επεμβατική Ακτινολογία (Interventional Radiology - IR) βρίσκεται στην πρώτη γραμμή της ιατρικής καινοτομίας τις τελευταίες δεκαετίες. Οι αλματώδεις τεχνολογικές εξελίξεις στην απεικόνιση, στη κατασκευή και χρήση υλικών μετρήσιμα σε μμ, συνέβαλαν στην εξέλιξη και την καθιέρωση της Επεμβατικής Ακτινολογίας. Οι ενδοαγγειακές επεμβάσεις αποτελούν πλέον τον ακρογωνιαίο λίθο στην αντιμετώπιση καρδιαγγειακών και ογκολογικών νοσημάτων. (Kagadis, 2012)

Η Ιατρική Απεικόνιση είναι το "*sine qua non*" της Επεμβατικής Ακτινολογίας. Η υψηλής ποιότητας απεικόνιση είναι απαραίτητη για την ασφαλή και επιτυχή διεξαγωγή επεμβατικών διαδικασιών. Η απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο καλείται δυναμική και χαρακτηρίζεται από σύγχρονους τρόπους καθοδήγησης της εικόνας, όπως η Ψηφιακή Αφαιρετική Τεχνική (Digital Subtraction Angiography - DSA) με πολλαπλές λήψεις ανά δευτερόλεπτο, η ακτινοσκόπηση από C-arm ψηφιακό αγγειογράφο, η αγγειογραφική οδική χαρτογράφηση και καταγραφή σε επίπεδους ψηφιακούς ανιχνευτές (Flat Panel Detectors - FPDs) επιτρέποντας εφαρμογές Αξονικής Τομογραφίας Κωνικής Δέσμης (Cone Beam Computed Tomography - CBCT) με βελτιωμένη ποιότητα εικόνας και μεγαλύτερα οπτικά πεδία. (Kagadis, 2012)

Η υβριδική απεικόνιση παρουσιάζει εξαιρετικό ενδιαφέρον λόγω της ικανότητάς της να συνδυάζει απεικονιστικά δεδομένα διαφορετικών τεχνικών, με δυνατότητα σύντηξης των εικόνων αποδίδοντας απεικόνιση υψηλής ανάλυσης με συνδυασμό ανατομικών, μορφολογικών και λειτουργικών πληροφοριών. Οι υβριδικές μονάδες δύνανται να αποδώσουν τρισδιάστατη (3D) αγγειακή χαρτογράφηση οι οποίες συνδυάζοντας την εξαιρετική ανατομική λεπτομέρεια με την παρουσίαση της αρχιτεκτονικής των

αγγείων, ενισχύοντας την επιτυχία και την ασφάλεια της επεμβατικής διαδικασίας και περιορίζουν τον κίνδυνο ακούσιας μη στόχευσης του όγκου, ευρήματα που προσδίδουν προστιθέμενη αξία στη χρήση της CBCT . (Kagadis, 2012) (Barst, 2016)

Όλα τα παραπάνω εξασφαλίζουν την ασφαλή προώθηση λεπτών συρμάτων και καθετήρων ενδοαγγειακά, πλοηγώντας τα εκλεκτικά στη θέση στόχο, καθιστώντας δυνατή τη χορήγηση δραστικών παραγόντων, όπως σπειράματα, μικροσωματίδια, χημειοθεραπευτική ή θρομβολυτική θεραπευτική αγωγή καθώς και τοποθέτηση ενδοπροθέσεων ενδοαγγειακά.

Οι επεμβατικά καθοδηγούμενες πράξεις πρέπει να εκπληρώνουν τέσσερα βασικά βήματα κατά τους Solomon *et al*:

1. Λεπτομερής προ-επεμβατικός σχεδιασμός
2. Ακριβής ανατομική στόχευση
3. Παρακολούθηση της θεραπευτικής διαδικασίας, των άμεσων αποτελεσμάτων και επιπλοκών σε πραγματικό χρόνο
4. Μετεγχειρητική αξιολόγηση της θεραπείας και των αποτελεσμάτων της.

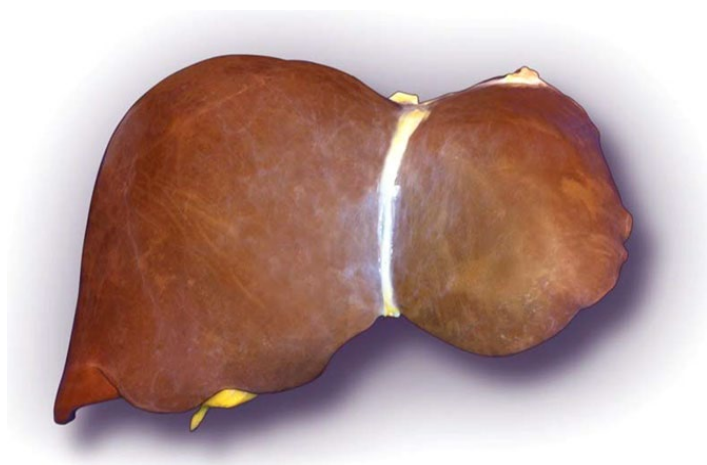
Σήμερα η χρήση υβριδικών τεχνολογιών σύντηξης δίνει δυνατότητα συνδυασμού δεδομένων από διαφορετικό χρόνο, τόπο και απεικονιστικό μέσο, παρέχοντας εχέγγυα στον Επεμβατικό Ακτινολόγο για ακριβή και αποτελεσματικότερη στόχευση και θεραπεία. (Kagadis, 2012) (Barst, 2016) .



## Κεφάλαιο 2: Ήπαρ

### 2.1 Ανατομικά στοιχεία

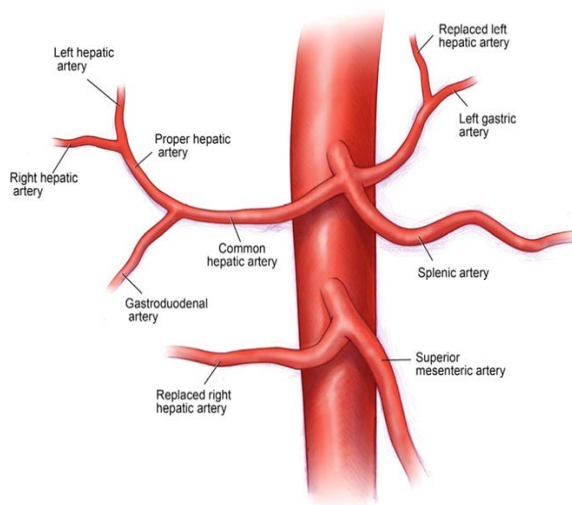
Το ήπαρ αντιπροσωπεύει το 2% του βάρους του σώματος ενός ενήλικα. Κυμαίνεται από 1400gr έως 1800gr και διαφοροποιείται ανάλογα με το φύλο με χαμηλότερο βάρος στο θηλυκό γένος (Sibulesky, 2013). Το ήπαρ είναι ένα πολυαγγειακό όργανο που σε κατάσταση ηρεμίας λαμβάνει έως και το 25% της συνολικής καρδιακής παροχής. Η διπλή του παροχή αίματος κατανέμεται μοναδικά μεταξύ της ηπατικής αρτηρίας, με συμβολή περίπου το 25% έως 30% της παροχής αίματος, και της πυλαίας φλέβας, η οποία είναι υπεύθυνη για το υπόλοιπο 70% έως 75%. (Abdel-Misih, 2010).



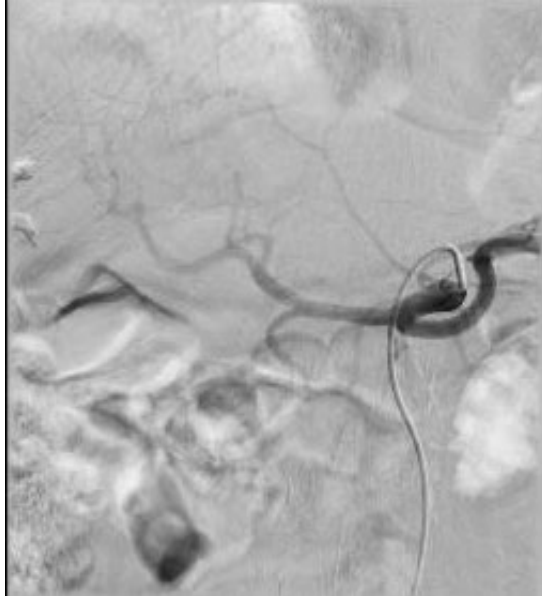
**Εικόνα 8.** Φυσιολογικό Ήπαρ  
(Sibulesky, 2013)

### 2.1.1 Αρτηριακή Αιμάτωση του Ήπατος

Η αρτηριακή διαμόρφωση άρχεται από την κοινή ηπατική αρτηρία που εκφύεται από τον άξονα κοιλιακής αορτής μαζί με τη αριστερή γαστρική και τη σπληνική αρτηρία (Abdel-Misih, 2010). Η κοινή ηπατική εκφύεται από την κοιλιακή και σχηματίζει μια κοίλη καμπύλη. Εκτείνεται προς τα δεξιά και κατά μήκος της άνω επιφάνειας του παγκρέατος και πλησιάζει την πυλαία φλέβα προς την αριστερή της πλευρά. Η κοινή ηπατική αρτηρία προχωρά πλευρικά και διακλαδίζεται στη ιδίως ηπατική αρτηρία και τη γαστροδωδεκαδακτυλική αρτηρία (Abdel-Misih, 2010)



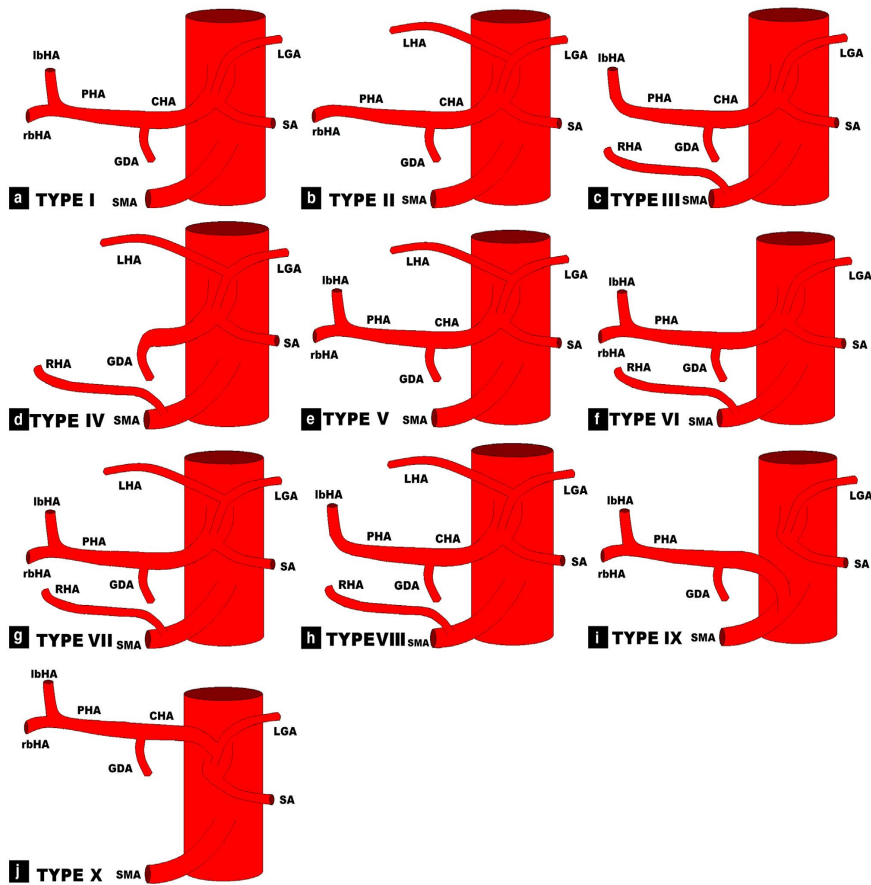
**Εικόνα 9.** Αρτηριακή παροχή του ήπατος (Sibulesky, 2013)



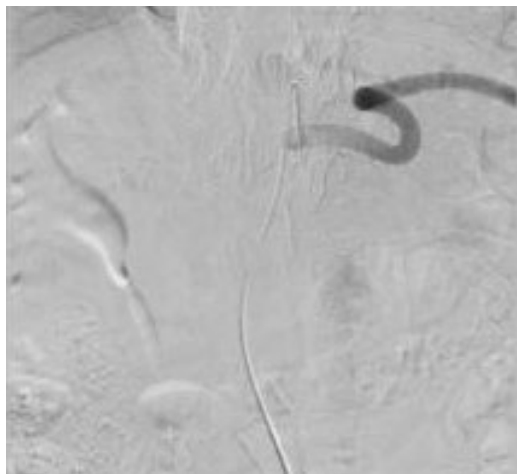
**Εικόνα 10.** Απεικόνιση του Αληρείου Τρίποδα με φυσιολογική Απεικόνιση της Κοινής Ηπατικής, της Ιδίως Ηπατικής και της Γαστροδωδεκαδακτυλικής (GDA) με DSA, κατά τη διαδικασία πραγματοποίησης Χημειοεμβολισμού. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας, ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας».

Ο τελικός κλάδος της κοινής ηπατικής ανεβαίνει προς τον ηπατοδωδεκαδακτυλικό σύνδεσμο ως ιδίως ηπατική. Η ιδίως ηπατική αρτηρία χωρίζεται σε δεξιό κλάδο και σε αριστερό κλάδο, όροι που χρησιμεύουν στην περιγραφή ανατομικών παραλλαγών (Favelier, 2015).

Το 1955, ο Michel περιέγραψε 10 τύπους παραλλαγών της ηπατικής αρτηρίας. Η ταξινόμηση του είναι η συνηθέστερη διότι παρέχει την καλύτερη ανατομική προσέγγιση (Favelier, 2015)



**Εικόνα 11.** Παραλλαγές στην ηπατική αρτηριακή ροή, ταξινόμηση κατά MICHEL (Favelier, 2015)



α



β

**Εικόνα 12.** Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία με απεικόνιση παραλλαγής της Ηπατικής Αρτηρίας από την Άνω Μεσεντέριο Αρτηρία, αντί του Αληρείου Τρίποδα, πριν το Χημειοεμβολισμό Ήπατος. α) απεικόνιση Σπληνικής και Γαστρικής Αρτηρίας με απουσία Ηπατικής Αρτηρίας από τον Αληρείο Τρίποδα β) διερευνητική DSA της Άνω Μεσεντερίου

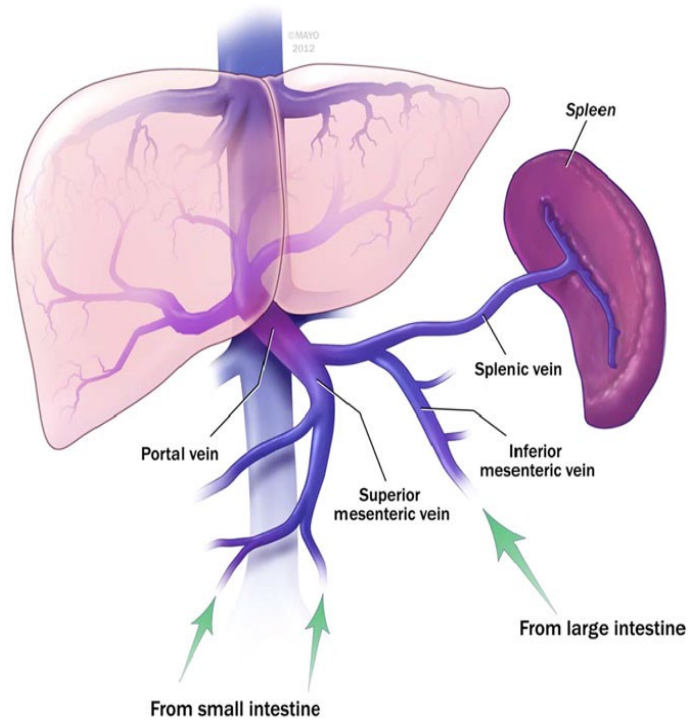
Αρτηρίας και απεικόνιση Ηπατικής Αρτηρίας εκφυόμενης από αυτήν. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας, ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας».

### 2.1.2 Φλεβική Αιμάτωση του Ήπατος

Η φλεβική διαμόρφωση του ήπατος σχηματίζεται από την Πυλαία Φλέβα με τη συμβολή της Άνω Μεσεντέριας φλέβας και της Σπληνικής. Καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της φλεβικής παροχής αίματος προς το ηπατικό παρέγχυμα.

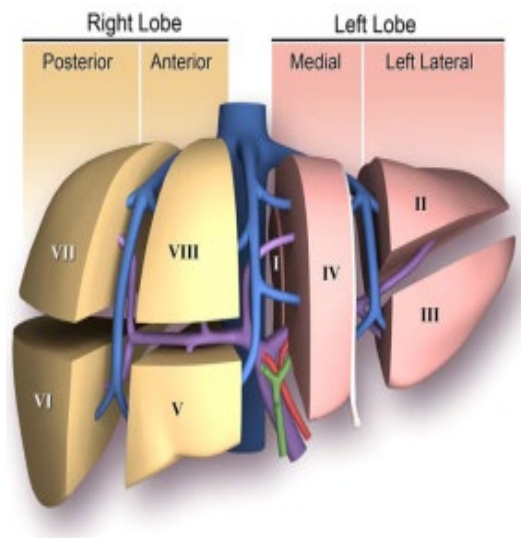
Η Πυλαία φλέβα περιλαμβάνει τη Στεφανιαία (αριστερή γαστρική) φλέβα, την Κυστική φλέβα και κλάδους της δεξιάς Γαστρικής και Παγκρεατοδωδεκαδακτυλικές φλέβες. Η πορεία της ως την πιο οπίσθια δομή εντός του πατοδωδεκαδακτυλικού συνδέσμου οδηγείται μέχρι να διαιρεθεί στην αριστερή και στη δεξιά πυλαία φλέβα κοντά στον χιτώνα του ήπατος. Η Πυλαία αποτελεί ένα σύστημα χαμηλής πίεσης συνήθως 3-5 mmHg, και δεν έχει βαλβίδα (Abdel-Misih, 2010).

Η φλεβική παροχέτευση του ήπατος γίνεται μέσω των ενδοηπατικών φλεβών που συνενώνονται σε τρεις ηπατικές φλέβες που παροχετεύουν στην Κάτω Κοίλη Φλέβα. Η Αριστερή και Μέση Ηπατική φλέβα αποστραγγίζουν απευθείας στην ΚΚΦ. Η δεξιά Ηπατική φλέβα είναι συνήθως μεγαλύτερη, με κοντή εξωηπατική πορεία και αποχετεύεται απευθείας στην ΚΚΦ. (Abdel-Misih, 2010)



Εικόνα 13. Φλεβική Αιματική Παροχή του ήπατος (Sibulesky, 2013)

### 2.1.3 Ανατομική Κατάτμηση Ήπατος κατά Couinaud



Εικόνα 14. Ανατομική Κατάτμηση του ήπατος κατά Couinaud (Sibulesky, 2013)

Η κατάτμηση του ήπατος εξυπηρετεί στην οργάνωση του ήπατος σε διάφορες λειτουργικές μονάδες. Η λειτουργική ανατομία διαιρεί το ήπαρ σε δεξιό ήπαρ και αριστερό ήπαρ μέσω της πυλαίας φλέβας. Η τμηματοποίηση του ήπατος που χρησιμοποιείται περισσότερο είναι αυτή που περιγράφεται από τον Couinaud. Διείλεσε το ήπαρ σε οκτώ λειτουργικές μονάδες. Κάθε μονάδα δέχεται μια αρτηρία και ένας κλάδος της Πυλαίας Φλέβας (παρέχοντας το 30% και 70% της ροής του αίματος, αντίστοιχα) και παροχετεύεται από μια ηπατική φλέβα. Το Τμήμα I βρίσκεται μπροστά από την κοίλη φλέβα. Τα Τμήματα II και III αντιστοιχούν στον αριστερό πλάγιο τομέα . Το Τμήμα IV στον αριστερό παράμεσο τομέα, υποδιαιρούμενο σε ανώτερο IVa και κατώτερο IVb. Τα Τμήματα V και VIII αντιστοιχούν στο κατώτερο και στο ανώτερο τμήμα του δεξιού πρόσθιου τομέα, αντίστοιχα. Το Τμήμα VI αντιστοιχεί στο κάτω μέρος και το Τμήμα VII στο άνω τμήμα του δεξιού οπίσθιου τομέα (Favelier, 2015).

## Κεφάλαιο 3 : Κακοήθεις νεοπλασίες Ήπατος

### 3.1 Πρωτοπαθής Καρκίνος Ήπατος

Ο Πρωτοπαθής Καρκίνος του Ήπατος είναι ο έκτος συχνότερος καρκίνος στον κόσμο και η τρίτη πιο κοινή αιτία θνησιμότητας από καρκίνο. Η συχνότητα του καρκίνου του ήπατος είναι υψηλότερη σε αναπτυσσόμενες χώρες του κόσμου, με εξαίρεση τη Δυτική Ασία και χώρες της Βόρειας Αφρικής εκτός από την Αίγυπτο (McGlynn, 2021).

Το Ηπατοκυτταρικό Καρκίνωμα (HepatoCellular Carcinoma - HCC) είναι η κύρια μορφή καρκίνου του ήπατος. Συσχετίζεται άμεσα με χρόνια λοίμωξη από ιούς Ηπατίτιδας Β (HBV) και Ηπατίτιδας C (HCV). Η αλκοολική κίρρωση είναι ένας σημαντικός παράγοντας κινδύνου για HCC σε πληθυσμούς με χαμηλό επιπολασμό της λοίμωξης από HBV και HCV και η συσχέτιση μεταξύ του καπνίσματος και του HCC έχει πλέον τεκμηριωθεί (Petrick, 2019). Η ανάπτυξη της νόσου σε υγιές ήπαρ εμφανίζεται σπανίως. (Imai, 2014).



**Εικόνα15.** Αγγειογραφική Απεικόνιση Μονήρους Ηπατοκυτταρικού Καρκίνου Ήπατος (HCC), στο Δεξιό Ηπατικό Λοβό, σε ασθενή με HBV πριν τη διενέργεια Χημειοεμβολισμού. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας , ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας»



Παράγοντες κινδύνου εμφάνισης καρκίνου του ήπατος περιλαμβάνουν τη διατροφή, την παχυσαρκία, το διαβήτη καθώς και την αντίσταση στην ινσουλίνη, η χρήση αντισυλληπτικών χαπιών και η υπερφόρτωση σιδήρου στον οργανισμό (McGlynn, 2021).

Το ήμισυ του ασθενών με HCC αναπτύσσει το εμβρυϊκό αντιγόνο  $\alpha$ -fetoprotein. Η ανίχνευση αυτού αναφέρεται ως δείκτης και έχει προταθεί ως μέθοδος διαλογής, (Chuang, 2009) (McGlynn, 2021).

Η διαφορά εμφάνισης της νόσου μεταξύ των δύο φύλων είναι αξιοσημείωτη όσον αφορά τη συχνότητα σε παγκόσμιο επίπεδο, με τα ποσοστά στους άνδρες να είναι τριπλάσια από αυτά των στις γυναικών. (Petrick, 2019) .

Το ενδοηπατικό χολαγγειοκαρκίνωμα, αντιστοιχεί στο δεύτερο σε συχνότητα τύπο καρκίνου του ήπατος και κατατάσσεται περίπου στο 3% των καρκίνων του γαστρεντερικού παγκοσμίως (Chuang, 2009).



**Εικόνα 16.** Εκλεκτικός καθετηριασμός της Αριστερής Ηπατικής Αρτηρίας σε Ενδοηπατικό Χολαγγειοκαρκίνωμα προς ενδαρτηριακό Χημειοεμβολισμό. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας , ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας»

Το Ηπατικό Αγγειοσάρκωμα είναι ένας σπάνιος μεσεγχυματικός όγκος του ήπατος που αναπτύσσεται συνηθέστερα σε ηλικιωμένους άνδρες. Το συνηθέστερο κατά την παιδική ηλικία είναι το Ηπατοβλάστωμα (Chuang, 2009).

### 3.2 Μεταστατική νόσος ήπατος

Ο Καρκίνος του Ήπατος παρουσιάζει επιδημιολογική πολυπλοκότητα. Οι δευτερογενείς εντοπίσεις στο ήπαρ και ο διαχωρισμός αυτών από τους πρωτοπαθείς καρκίνους του ήπατος γίνεται με ιστολογική επαλήθευση μέσω βιοψίας υπό U/S, CT, MRI ή ακόμα και χειρουργικά (Chuang, 2009).

Στα NET (Neuroendocrine tumor) γαστροεντεροπαγκρεατικής προέλευσης εμφανίζουν μεταστάσεις στο ήπαρ έως και 85% των περιπτώσεων. Τα NET είναι συχνά πολυεστιακά, καθιστώντας την χειρουργική αντιμετώπιση αδύνατη. Σε πολλές περιπτώσεις ο Εκλεκτικός Δια-αρτηριακός Χημειοεμβολισμός (TACE) αναδεικνύεται ως θεραπεία εκλογής (Gaba, 2017) (Barst, 2016). Το 60% των ασθενών με καρκίνο του παχέος εντέρου, θα εμφανίσει απομακρυσμένες μεταστάσεις στο ήπαρ. Παρόλο που η χειρουργική εξαίρεση μπορεί να προσφέρει μια πιθανή θεραπευτική προσέγγιση, μόνο το 20% των ασθενών μπορεί να υποβληθεί σε χειρουργείο. Η συστηματική θεραπεία σε συνδυασμό με βιολογικούς παράγοντες αποτελεί την θεραπεία εκλογής. Ωστόσο πολλοί ασθενείς δεν ανταποκρίνονται σε αυτές τις θεραπείες. Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες ο Ραδιοεμβολισμός και ο Χημειοεμβολισμός δείχνουν να είναι αποτελεσματικοί στην καθυστέρηση της εξέλιξης της νόσου. (Gaba, 2017) (Barst, 2016).

Άλλοι όγκοι που μπορεί να εντοπιστούν με ηπατικές μεταστάσεις περιλαμβάνουν τα Σαρκώματα μαλακών ιστών, ο Καρκίνος του Μαστού και ο Γυναικολογικός Καρκίνος. Ο

Χημειοεμβολισμός του ήπατος ως θεραπεία εκλογής πραγματοποιείται σε προοδευτική νόσος που δεν ανταποκρίνεται στη συστηματική θεραπεία (Gaba, 2017).



**Εικόνα 17.** Ψηφιακή Αφαιρετική Απεικόνιση Δευτεροπαθούς εντόπισης στο τμήμα VI-VII του ήπατος από Καρκίνο του Παχέος Εντέρου κατά τη διαδικασία Χημειοεμβολισμού Ήπατος. Διακρίνονται χειρουργικά clips από ηπατεκτομή του V τμήματος κατά Couinaud. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας , ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας».

## Κεφάλαιο 4: Διακαθετηριακός Αρτηριακός Χημειοεμβολισμός (Transcatheter Arterial Chemoembolization – TACE)

### 4.1 Barcelona Clinic Liver Cancer System (BCLC)

Με βάση το σύστημα σταδιοποίησης Καρκίνου Ήπατος κατά BCLC οι ασθενείς ταξινομούνται ανάλογα με την επιβάρυνση της νόσου, την ηπατική λειτουργία, όπως αξιολογείται από τη βαθμολογία Child-Pugh και την κλινική κατάσταση σε πέντε διακριτές προγνωστικές κατηγορίες με διαφορετικές συστάσεις θεραπείας πρώτης γραμμής (Tsochatzis, 2014) (Barst, 2016).

Ο Χημειοεμβολισμός αποτελεί θεραπεία εκλογής σε ασθενείς ενδιάμεσου σταδίου οι οποίοι παρουσιάζουν πολλαπλές βλάβες (4 ή περισσότερες βλάβες), Child-Pugh A ή B και καλή κλινική κατάσταση. Βάσει του αλγορίθμου της Ιαπωνικής Ηπατολογικής Εταιρίας του 2010 συνιστάται επιπρόσθετα και σε ασθενείς με σκορ A-B κατά Child-Pugh, και διάμετρο όγκου μεγαλύτερη των 3 εκ. (Tsochatzis, 2014) (Imai, 2014).

Επιπρόσθετα, έχει αποδειχθεί στην κλινική πράξη ότι ασθενείς με μονήρες HCC στους οποίους δεν δύναται να πραγματοποιηθεί χειρουργική εκτομή ή τοπική θεραπεία λόγω συννοσηρότητας, λαμβάνουν Χημειοεμβολισμό ήπατος ως θεραπεία διάσωσης (Imai, 2014).

### 4.2 Υπερεκλεκτικός Καθετηριασμός Ήπατος

Ο υπερεκλεκτικός καθετηριασμός της ηπατικής αρτηρίας σε περιφερικό κλάδο με τη χρήση μικροκαθετήρων και οδηγών συρμάτων καθώς και η τεχνολογική εξέλιξη, κατέστησε πιο επιτυχή και ασφαλέστερη την επεμβατική διαδικασία. Ο εμβολισμός

των τροφοφόρων αγγείων του όγκου στόχου και η έγχυση χημειοθεραπευτικού φαρμάκου απευθείας στον όγκο, στοχεύει στον έλεγχο της νόσου (Imai, 2014).



α



β

**Εικόνα 18.** Υπερεκλεκτικός της καθετηριασμός της Δεξιάς Ηπατικής Αρτηρίας σε HCC έως το τροφοφόρο αγγείο του όγκου-στόχου με μικροκαθετήρα 2.6Fr. Εικόνες πριν (α) και μετά (β) την εφαρμογή Χημειοεμβολισμού, με τη χρήση ως χημειοθεραπευτικού παράγοντα ADRIBLASTINA και εμβολικού υλικού Embosphere. Η μειωμένη αγγείωση είναι εμφανής στην απεικόνιση μετά την ολοκλήρωση του εμβολισμού ως ένδειξη ορθής εφαρμογής της τεχνικής. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας, ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας».

#### 4.3 Σφαιρίδια Φαρμακευτικής Απελευθέρωσης

Τα Hepasphere είναι τα συνηθέστερα σφαιρίδια που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τη τεχνική της φαρμακευτικής απελευθέρωσης. Αποτελούνται από ακατέργαστο πολυμερές με υψηλή απορρόφηση σε συνθήκες εμποτισμού με υδατοδιαλυτό χημειοθεραπευτικό παράγοντα, συνήθως Irinotecan ή Adriblastina. Το μέγεθός τους έχει τη δυνατότητα συνεχούς αύξησης μετά την επαφή του με το αίμα πετυχαίνοντας έτσι διαμορφούμενη συνεχιζόμενη εμβολή ανάλογα το σχήμα του τροφοφόρου αγγείου του όγκου-στόχου (Imai, 2014).

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τους είναι η ικανότητα βραδείας απελευθέρωσης φαρμάκου, διασφαλίζοντας υψηλές τοπικές και χαμηλές συστηματικές συγκεντρώσεις

φαρμάκου. Υπάρχει δυνατότητα χρήσης μικροσφαιριδίων (Emboshere) ως εμβολικό υλικό χωρίς τη φόρτωση φαρμακευτικού παράγοντα, με δυνατότητα ανάμειξης αλλά και απευθείας έγχυσης. (Sieghart, 2015).

Οι Martin *et al* ανέφεραν ότι τα επίπεδα irinotecan στο πλάσμα μειώνονται στο ελάχιστο μετά από 4 ώρες και σε 24 ώρες δεν ανιχνεύονται. Η μέγιστη τιμή της στο πλάσμα καταγράφεται 1 με 2 ώρες μετά τη χορήγηση, χωρίς άμεσα συσχετιζόμενη σοβαρή τοξικότητα (Richardson, 2013).

Ο συνδυασμός εμβολισμού των τροφοφόρων αγγείων με σφαιρίδια βελτιώνει την ανταπόκριση της νόσου στη θεραπεία ειδικά σε μεταστατική νόσο του παχέος εντέρου στο ήπαρ. Η αυξημένη αιμάτωση από την ηπατική αρτηρία εξυπηρετεί την υψηλή συγκέντρωση, χημειοθεραπευτικού παράγοντα, συνήθως irinotecan, απευθείας στις μεταστατικές εστίες χωρίς συστηματική έκθεση. (Bhutiani, 2016).

#### 4.4 Κριτήρια mRECIST

Η ανταπόκριση του όγκου παραδοσιακά βασιζόταν στα κριτήρια Recist, στηριζόμενα στη μονοδιάστατη μέτρηση του μεγέθους στην όγκου στόχου στην αξονική τομογραφία. Ως εκ τούτου προϋπόθεση τεκμηρίωσης ανταπόκρισης της θεραπείας ήταν η συρρίκνωση του όγκου συγκριτικά με την προ θεραπείας απεικόνιση (Tsochatzis, 2014).

Όμως οι διαρτηριακές θεραπευτικές μέθοδοι για το HCC δεν συνάδουν πάντα με συρρίκνωση του όγκου. Αποτέλεσμα της ανταπόκρισης στην θεραπεία TACE είναι η μείωση της αγγείωσης του όγκου στόχου κι η νέκρωση. Έτσι η αξιολόγηση της ανταπόκρισης θεραπείας τεκμαίρεται απεικονιστικά με τα mRecist κριτήρια τα οποία αξιολογούν αλλαγές στην αρτηριακή ενίσχυση του όγκου. (Tsochatzis, 2014)

## Κεφάλαιο 5: Αξονική Τομογραφία Κωνικής Δέσμης (CBCT) στον Διαρτηριακό Χημειοεμβολισμό του Ήπατος

### 5.1 Βασικές Αρχές της CBCT στην Επεμβατική Ακτινολογία

#### 5.1.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά CBCT

Οι τεχνολογικές εξελίξεις στην ιατρική απεικόνιση καθιστούν την τρισδιάστατη απεικόνιση ως μια αποτελεσματική μέθοδο, λόγω της χαμηλότερης δόσης ακτινοβολίας στον ασθενή (Park, 2017), και σε συνδυασμό με FPD (Flat Panel Detector) η τεχνική προσφέρει σημαντικό πλεονέκτημα στην απεικόνιση κατά τη διάρκεια καθοδηγούμενων επεμβατικών πράξεων (Daly, 2008) . Η περιστροφική αγγειογραφία είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στην τρισδιάστατη ανακατασκευή αγγειακών δομών με απεικόνιση υψηλής ανάλυσης για μικρές αγγειακές δομές (Dang, 2012) και ισοτροπική 3D χωρική ανάλυση κάτω από χιλιοστό οπτικοποιώντας μαλακούς ιστούς (Dang, 2012) .

Η CBCT είναι μια τεχνική απεικόνισης που βασίζεται στην περιστροφική σάρωση του C-βραχίονα γύρω από τον ασθενή, με καθορισμένο γεωμετρικό ισόκεντρο, το οποίο εντοπίζεται στην ανατομική περιοχή ενδιαφέροντος. Η περιστροφική κίνηση του C-arm καλύπτει ένα εύρος τουλάχιστον 200°. Τη διαδοχική απόκτηση προβολών ακολουθεί η ανακατασκευή και η επεξεργασία των εικόνων. (Minami, 2015).

Η ευρεία χρήση της CBCT για την τρισδιάστατη απόδοση αγγειακών δομών χρησιμοποιεί αλγόριθμους ανακατασκευής κωνικής δέσμης Feldkamp (Jain, 2015). Δισδιάστατες προβολές λαμβάνονται κατά την περιστροφική κίνηση του C-arm, ανακατασκευάζονται σε τρισδιάστατο όγκο δεδομένων, με ΧΔΙ (χωρική διακριτική

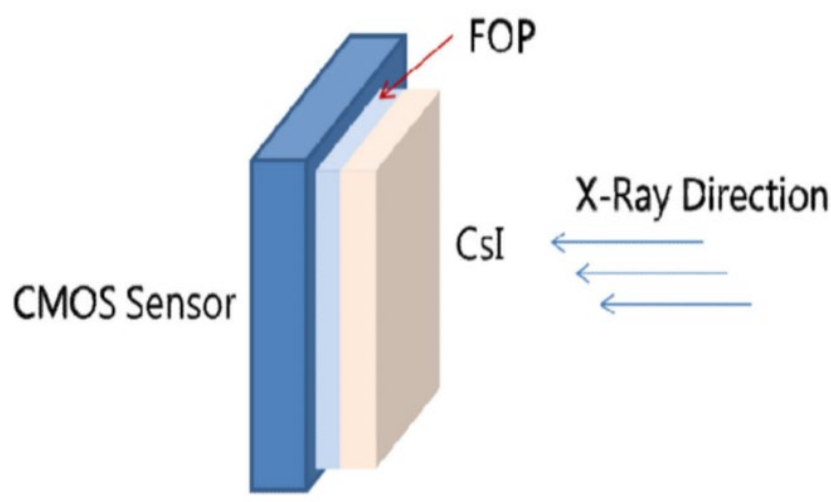
ικανότητα) κάτω του 1mm και επαρκή ανιχνευσιμότητα μαλακών ιστών για την ογκομετρική απεικόνιση μεγάλων ανατομικών σημείων (Daly, 2008; Hamming, 2009). Η CBCT δύναται να αναδείξει ανατομικές δομές και σχέσεις μεταξύ όμορων δομών, που δύσκολα μπορούν να εκτιμηθούν μόνο με 2D προβολές. Η δυνατότητα αυτή, οδήγησε στην αύξηση των επεμβατικά καθοδηγούμενων πράξεων. Πραγματοποιείται πριν την επέμβαση, παρέχοντας πληροφορίες για την πορεία των αιμοφόρων αγγείων, τυχόν ανατομικές παραλλαγές, ενώ επιτρέπει και την ανάδειξη ενεργού αιμορραγίας. Η βέλτιστη ποιότητα απεικόνισης διασφαλίζει την ποιότητα (στο σχεδιασμό και τη διεξαγωγή της επέμβασης, από τον Επεμβατικό Ακτινολόγο), προσφέροντας στον ασθενή ασφαλή και στοχευμένη θεραπεία. (Sheth, 2020) (Park, 2017)

#### 5.1.2 Σύστημα απεικόνισης επίπεδης οθόνης Flat-Panel Detectors (FPDs)

Η τεχνολογία των FPDs στηρίζεται σε αισθητήρες CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor - Συμπληρωματικοί Αισθητήρες Ημιαγωγών Οξειδίου του Μετάλλου) ή a-Si:H (Hydrogenated Amorphous Silicon - Υδρογονωμένου Άμορφου Πυριτίου) (Sheth, 2018). Τα συστήματα CBCT χρησιμοποιούν ευρέως ανιχνευτές πάνελ (FPDs) για την τρισδιάστατη απόδοση αγγειακών δομών. Ένα εγγενές όριο που θέτουν αυτά τα συστήματα, το οποίο περιορίζει τις δυνατότητες απεικόνισης, ανάλογα με τον ανιχνευτή που χρησιμοποιείται, είναι η ονομαστική ανάλυση (nominal resolution) τους (<3 lp/mm). Ωστόσο, οι δυνατότητες απεικόνισης υψηλής ανάλυσης είναι απαραίτητες ιδιαίτερα στην απεικόνιση μικρών αγγειακών δομών. Υπάρχουν συστήματα με υψηλότερη ανάλυση αλλά μικρό οπτικό πεδίο (FOV- Field of view). Η χρήση τους έχει σαν αποτέλεσμα περικομμένα δεδομένα στο CBCT, (Jain, 2015). Επίσης, το



απορροφητικό υλικό ακτίνων Χ, καθορίζει εάν ένας ανιχνευτής αντιστοιχεί σε έμμεση μετατροπή (σπινθηριστή ακτίνων Χ) ή άμεση μετατροπή (με φωτοαγωγό ακτίνων Χ) (Fahrig, 2021). Η δυνατότητα ευρείας κάλυψης του άξονα z, δίνει τη δυνατότητα απεικόνισης ολόκληρων οργάνων, όπως ο εγκέφαλος, η καρδιά, το ήπαρ, ο μαστός ή οι νεφροί, με μία μόνο αξονική περιστροφική απόκτηση δεδομένων, με γεωμετρική πιστότητα και υψηλή ανάλυση (Fahrig, 2021).



**Εικόνα 19.** Σχηματική ανάλυση αισθητήρα CMOS με σπινθηριστή CsI:TI (Jain, 2015)

### 5.1.3 Γεωμετρία δέσμης

Το σύστημα C arm, πηγή – FPD, παρουσιάζει γεωμετρικές αποκλίσεις στην κυκλική ή στην ημικυκλική τροχιά, που προκαλούνται από τη βαρύτητα και τη μηχανική κάμψη του συστήματος. Συστηματικά και τυχαία σφάλματα επηρεάζονται από τις αποκλίσεις των γεωμετρικών παραγόντων.



**Εικόνα 20.** Geometry calibration set up, Artis Zee-Siemens C-arm. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας».

Η συστηματική γεωμετρική βαθμονόμηση εξασφαλίζει ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων και βελτιστοποίηση της εικόνας CBCT στην απεικόνιση, για καθοδηγούμενες επεμβατικές πράξεις (Daly, 2008). Κατά την γεωμετρική βαθμονόμηση, συσχετίζονται οι τρισδιάστατες συντεταγμένες  $x, y, z$  των voxel στην ανακατασκευασμένη εικόνα από τις 2D προβολικές συντεταγμένες  $u, v$  των pixel. Πραγματοποιείται σε δύο στάδια. Αρχικά χαρακτηρίζεται η θέση πηγής - ανιχνευτή κατά την τροχιακή κίνηση και ακολούθως κατά την επεξεργασία της τρισδιάστατης εικόνας, διορθώνονται οι γεωμετρικές αποκλίσεις (Daly, 2008) .



**Εικόνα 21.** Ομοίωμα γεωμετρικού ελέγχου για τρισδιάστατη απεικόνιση. Artis Zee, Siemens C-arm. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας».

## 5.2.Τεχνική CBCT στον Δια-αρτηριακό Χημειοεμβολισμό

### 5.2.1. Πλεονεκτήματα CBCT

Η εφαρμογή της CBCT, στο πεδίο του Εκλεκτικού Δια-αρτηριακού Χημειοεμβολισμού, αποτελεί πεδίο μελέτης σε ερευνητικό και κλινικό επίπεδο. Η ενσωμάτωση της τεχνικής στην απεικόνιση κατά τη διάρκεια της θεραπείας, έχει διαφοροποιήσει σε σημαντικό βαθμό την καθημερινή πρακτική, συμβάλλοντας ενεργά στη θετική έκβαση της θεραπείας.

(Lucatelli, 2017) (Lucatelli, 2015)

Πλεονεκτήματα της CBCT στο TACE αποτελούν :

α) η βελτιστοποίηση της απεικόνισης του ενδοηπατικού τροχοφόρου αγγείου του όγκου στόχου

β) η ανίχνευση της διαδρομής των αγγείων που θα καθετηριαστούν, για να πραγματοποιηθεί ο εμβολισμός

γ) η μείωση της συνολικής ποσότητας της σκιαγραφικής ουσίας που χρησιμοποιείται

δ) η δυνατότητα παρακολούθησης της κίνησης του ανιχνευτή, εφόσον χρησιμοποιείται τεχνική χαρτογράφησης και σύντηξης της ακτινοσκοπικής εικόνας με ελαχιστοποίηση των συνεχών 2D guided DSA, στις οποίες δεν επιτρέπεται η μεταβολή γεωμετρικών παραγόντων κατά τη χρήση τους. Αποτέλεσμα αυτού είναι η ελαχιστοποίηση της συνολικής δόσης ακτινοβολίας στον ασθενή, στο ιατρικό και τεχνολογικό προσωπικό.

(Lucatelli, 2017). Η παρακάτω μελέτη των Yao, X *et al.* το 2018, ενισχύει την άποψη των Lucatelli, P. *et al.* του 2017. Οι Yao, X *et al.*, απέδειξαν ότι σε σύγκριση με το συμβατικό

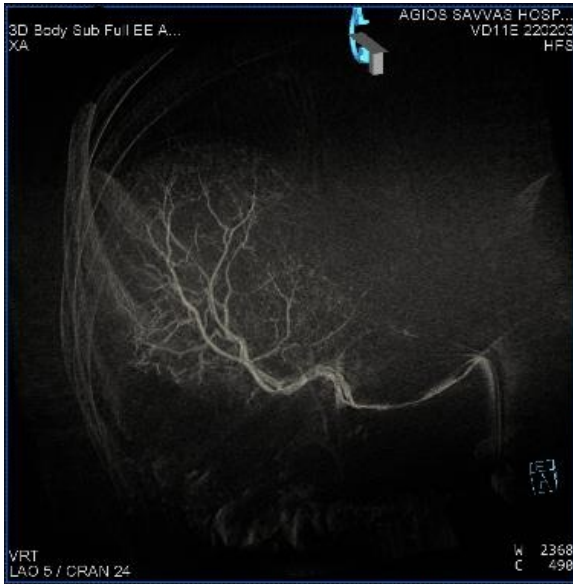
TACE που χρησιμοποιεί μόνο DSA, η πλοήγηση μέσω 3D εικόνας είχε μεγαλύτερη επιτυχία στον Υπερεκλεκτικό Ενδοαρθριακό Εμβολισμό (60% έναντι 49%). Σημαντικά μικρότερος αριθμός DSA  $2,6 \pm 0,8$  έναντι  $3,4 \pm 0,7$ ,  $P < ,001$  και λιγότερος χρόνος ακτινοσκόπησης  $4,1 \pm 2,6$  λεπτά έναντι  $7,1 \pm 4,2$  λεπτά,  $P < ,001$  απαιτήθηκαν στην ομάδα CBCT παρά στην ομάδα DSA. (Yao, 2018)

	Dual-phase CBCT-guided TACE (n = 43)	DSA-guided TACE (n = 56)	P Value
<b>Number of Tumors Detected</b>			
CT-MR	97 (100%)	139 (100%)	.605
DSA	84 (87%)	117 (84%)	.593
DP-CBCT (total detection)	101 (104%)	—	—
Arterial phase	95 (98%)	—	—
Delayed phase	100 (103%)	—	—
DP-CBCT vs CT-MR	$P = .456$	—	—
DP-CBCT vs DSA	$P = .001$	—	—
<b>Image Quality of Tumor Visualization</b>			
DSA	Good: 53%, fair: 33%, poor: 14%	Good: 66%, fair: 27%, poor: 7%	.152
DP-CBCT	Good: 91%, fair: 7%, poor: 2%	—	—
DP-CBCT vs DSA	$P < .001$	—	—
<b>Image Quality of Feeder Visualization</b>			
DSA	Good: 35%, fair: 42%, poor: 23%	Good: 45%, fair: 45%, poor: 10%	.086
DP-CBCT	Good: 84%, fair: 14%, poor: 2%	—	—
DP-CBCT vs DSA	$P < .001$	—	—

DSA, digital subtraction angiography; DP-CBCT, dual-phase cone-beam computed tomography; TACE, transarterial chemoembolization; CT-MR, preprocedural computed tomography or magnetic resonance imaging.

**Εικόνα 22.** Ανιχνευσιμότητα όγκου και ποιότητα εικόνας Οπτικοποίησης τροφοφόρων → αγγείων όγκου (Yao, 2018)

Επιπρόσθετα η απόδοση όγκου με πολυεπίπεδες ανασυνθέσεις MIP (Maximum Intensity Projections), που συμπληρώνουν την DSA επιτρέπουν στον Τεχνολόγο Ακτινολόγο να αποσαφηνίσει τις τρισδιάστατες αγγειακές σχέσεις, απλοποιώντας τη σύνθετη ανατομία που παρατηρείται συχνά ασθενείς με κίρρωση και παρέχοντας ασφαλή χαρτογράφηση της περιοχής ενδιαφέροντος.



**Εικόνα 23.** Τρισδιάστατη αγγειακή σχέση μετά από ανασύνθεση CBCT υπό τη διενέργεια Χημειοεμβολισμού ήπατος ,σε ασθενή με μεταστατικό Ca παχέος εντέρου. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας »

### 5.2.2 Μειονεκτήματα CBCT

Η CBCT έχει περιορισμούς, ιδιαίτερα σε σχέση με την λήψη των απεικονιστικών δεδομένων. Τα δεδομένα από την περιστροφική απεικόνιση ακτίνων Χ μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα της εικόνας από :

α) ψευδενδείξεις - artifacts λόγω θορύβου, διασποράς, περικοπής, φαινόμενα μερικού όγκου (partial volume effect), σκλήρυνση δέσμης.

β) την αναπνευστική κίνηση του ασθενούς που προκαλεί ψευδενδείξεις κίνησης.

Στοχεύοντας στον περιορισμό των ψευδενδείξεων κίνησης ζητάται από τους ασθενείς η συγκράτηση της αναπνοής. Ο Τεχνολόγος πρέπει να βοηθήσει τον ασθενή με πρότερη εξάσκηση του τρόπου συγκράτησης της αναπνοής και να δώσει σαφείς εντολές για να μειωθεί ο κίνδυνος παραγωγής εικόνων χαμηλής ποιότητας (Barst, 2016).

γ) το μικρό πεδίο απεικόνισης, το οποίο ορίζεται από τις διαστάσεις του FPD, και το οποίο δημιουργεί προβλήματα στην κάλυψη των ορίων σε περιπτώσεις εύρωστων ασθενών, με αποτέλεσμα να μην περιλαμβάνονται πληροφορίες από το σύνολο του ήπατος .

(Barst, 2016) (Pung, 2017)

δ) η πρόσθετη ακτινική επιβάρυνση του ασθενή από την πραγματοποίηση της τεχνικής

ε) η διαδικασία εκμάθησης στην ανακατασκευή της εικόνας και εφαρμογής των προγραμμάτων έχει οδηγήσει σε δισταγμό ορισμένων τεχνολόγους να αγκαλιάσουν τη νέα αυτή τεχνολογία. (Pung, 2017)

στ) τέλος, η προσθήκη της CBCT στη διαδικασία της επέμβασης δύναται να αυξήσει ελαφρώς τη χρονική διάρκεια της επεμβατικής διαδικασίας, αλλά αυτό παραμένει πολύ περιορισμένο σε έμπειρες ομάδες. (Barst, 2016)



### 5.2.3 Πρωτόκολλα CBCT απεικόνισης

Η τεχνική της CBCT με C-arm πραγματοποιήθηκε αρχικά χρησιμοποιώντας ένα απεικονιστικό σύστημα με ενισχυτή εικόνας. Ωστόσο, τα συστήματα ενίσχυσης εικόνας και οι φορτισμένες συσκευές ζεύγους έχουν περιορισμένη χωρική ανάλυση. Η αντικατάσταση του ενισχυτή εικόνας από FPD πραγματοποιήθηκε κατά την δεκαετία του 1990. (Minami, 2015)



**Εικόνα 24.** 3d Απεικόνιση Ηπατικής Αρτηρίας και κλάδων αυτής πριν τη διενέργεια Χημειοεμβολισμού. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας

Ο προγραμματισμός για τη λήψη CBCT θα πρέπει να πραγματοποιηθεί πριν από τη έναρξη της διαδικασίας προς αποφυγή περιορισμών θέσης και απεικόνισης του αντικειμένου. Ο ασθενής υπό ήπια καταστολή, σε ύπτια θέση (Head First Supine position), θα πρέπει να τοποθετηθεί έκκεντρα σε σχέση με το κέντρο του τραπεζιού ώστε το ήπαρ να συμπεριλαμβάνεται. Ειδικότερα, σε περιπτώσεις ασθενών με όγκους στην δεξιά περιφέρεια του ήπατος, ασθενών γνωστή ηπατομεγαλία ή παχύσαρκων ασθενών. Ο βραχίονας του C-arm βρίσκεται σε θέση κεφαλής (Head Side). Σε όλες τις περιπτώσεις, μια δοκιμαστική περιστροφή πρέπει να πραγματοποιηθεί γύρω από τον ασθενή πριν από την απόκτηση για να επιβεβαιωθεί ότι δεν υπάρχει σύγκρουση και περιστρέφεται γύρω από τον ασθενή απρόσκοπτα, ώστε να μην παρεμποδίζεται η ολοκλήρωση της διαδικασίας απόκτησης εικόνων. Ο βραχίονας C-arm περιστρέφεται κατά τόξο 178–220° γύρω από τον ασθενή, με τους χρόνους λήψης να κυμαίνονται μεταξύ 5 με 20 δευτερολέπτων, λήψη εικόνων κάθε 0.39–0.52°, στα 15–60 frames/sec. Τα χέρια του ασθενούς τοποθετούνται πάνω από το κεφάλι του, πριν την εφαρμογή της τεχνικής, εφόσον ο ασθενής δύναται να πραγματοποιήσει την κίνηση, για βέλτιστη περιστροφή του βραχίονα C και για περιορισμό της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας. (Tacher, 2015), (Barst, 2016), (Pung, 2017) Η ικανότητα της τεχνικής να συνδυάζει την έγχυση σκιαγραφικού μέσου αντίθεσης με 3D DSA, υπερτερεί έναντι της κλασικής απεικόνισης της 2D DSA. (Lucatelli, 2015), (Lucatelli, 2017)



Τα ληφθέντα δεδομένα ανακατασκευάζονται αυτόματα και αναλύονται σε ένα σταθμό εργασίας. Δίνεται η δυνατότητα αυτόματης ανεύρεσης ή σχεδίασης από τον Τεχνολόγο των αγγειακών διαδρομών προς τον όγκο, με τη χρήση ειδικού λογισμικού (Identify Vessel, Siemens Healthineers, Erlangen, Germany), με δυνατότητα εφαρμογής ταυτόχρονης επιπροβολής τους πάνω στην ακτινοσκοπική εικόνα, 3D guided Roadmap μέσω της σύντηξης της τριδιάστατης με την ακτινοσκοπική εικόνα σε πραγματικό χρόνο (Embolization Guidance, Siemens Healthineers, Erlangen, Germany). Επιπρόσθετα, στο σταθμό εργασίας παρέχεται η δυνατότητα πολυεπίπεδων ανασυνθέσεων των εικόνων MPR (Multiplanar reconstruction), προβολές μέγιστης έντασης - MIP (Maximum Intensity Projections) και χρήση τρισδιάστατων εργαλείων επεξεργασίας κατάτμηση όγκου (Segmentation). (Bapst, 2016).

Αξιοποιώντας αυτές τις δυνατότητες μπορεί να απεικονιστούν οι ηπατικές αρτηρίες από διαφορετικές γωνιακές προβολές, αναδεικνύοντας βέλτιστα την αρτηριακή αιμάτωση και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του ήπατος. Η αγγειογραφία CBCT δύναται να παρέχει αυξημένες διαγνωστικές πληροφορίες, σε σχέση με την τυπική δισδιάστατη αγγειογραφία, στην απεικόνιση και στόχευση όγκων μέσω του μικροκαθετήρα με τοποθέτησή του υπερεκλεκτικά. Προστιθέμενη αξία στην εφαρμογή της μεθόδου δίνει η δυνατότητα αξιολόγησης της επιτυχίας της θεραπείας τη στιγμή της διαδικασίας (Minami, 2015).

Η CardioVascular and Interventional Radiological Society of Europe/Society of Interventional Radiology (CIRSE) συνιστά στις κατευθυντήριες γραμμές της για επιλεκτικό TACE τη χρήση CBCT-HA, ως την πιο κοινή τεχνική στη ανάδειξη HCC κατά τη διάρκεια της επέμβασης. (Tacher, 2015)

Η τεχνική της CBCT-HA (Cone-Beam Computed Tomography-Hepatic Arteriography), περιλαμβάνει μία μόνο απόκτηση CBCT με τη μονή χρήση εγχυτή και τον καθετήρα τοποθετημένο στην κοινή ηπατική αρτηρία ή την ιδίως ηπατική ή μικροκαθετήρα στην αριστερή ή δεξιά ηπατική αρτηρία. Η απόκτηση δεδομένων λαμβάνεται μετά από καθυστέρηση από την έγχυση της σκιαγραφικής ουσίας ανάλογα με το πρωτόκολλο που έχει επιλεγεί. Η επιλογή πρωτοκόλλου χαρακτηρίζεται από τον όγκο του σκιαγραφικού, το ρυθμό έγχυσης, την πίεση, και την καθυστέρηση (Tacher, 2015).

Υπάρχουν διάφορα πρωτόκολλα λήψης CBCT δεδομένων. Στο ήπαρ λαμβάνονται CBCT δεδομένα μετά από ενδοαγγειακή χορήγηση σκιαγραφικού μέσω καθετήρα που τοποθετείται στο αγγείο ενδιαφέροντος, συνηθέστερα στην ιδίως ηπατική ή κοινή ηπατική αρτηρία και εκλεκτικά στην αριστερή ή δεξιά ηπατική αρτηρία και σπανιότερα στην άνω μεσεντέριο αρτηρία (στην περίπτωση που η τελευταία συμμετέχει σε ανατομική παραλλαγή και εκφύεται από εκεί η κοινή ηπατική) (Barst, 2016).

Το αυτόματο λογισμικό ανάλυσης είναι σε θέση να επιτύχει ευαισθησία ανίχνευσης υπεραγγειακών βλαβών HCC, 7%-20% βελτιωμένη οπτικοποίηση σε δεδομένα αποκτηθέντα με CBCT-HA από έμπειρο Τεχνολόγο. Η ευαισθησία και η ειδικότητα της CBCT- HA στην ανίχνευση τροφοφόρου αγγείου σε σύγκριση με την απλή DSA αντιστοιχεί σε 97% έναντι 77% και 97% έναντι 73%, αντίστοιχα. (Tacher, 2015)

Είναι ενδιαφέρον ότι οι μετα-επεξεργασμένες αγγειογραφικές εικόνες δύνανται να συντηχθούν με την ακτινοσκοπική εικόνα, με αποτέλεσμα ένα εικονικό τρισδιάστατο αγγειακό χάρτη. Το 3D guided Roadmap δύνανται να ακολουθεί την κίνηση του ανιχνευτή, σε διαφορετικές γωνιακές θέσεις με την χρήση της CBCT, μειώνοντας την ανάγκη για μεταγενέστερη απόκτηση DSA. Η χρήση της CBCT καθορίζεται από τους Επεμβατικούς Ακτινολόγους, οι οποίοι διεξάγουν την επέμβαση και παντα ανάλογως των συνθηκών, όπως την οπτικοποίηση όγκων, την αγγειακή αρχιτεκτονική, την καθοδήγηση συρμάτων και καθετήρων ή ακόμα και την τελική αξιολόγηση του αποτελέσματος. (Barst, 2016)

#### 5.2.4 Τεχνική Χρήσης Εγχυτή.

Η υψηλή ανάλυση αντίθεσης επιτυγχάνεται συνδυάζοντας την έγχυση σκιαγραφικού μέσου με τη λήψη τρισδιάστατων απεικονιστικών δεδομένων, υπερέχει συγκριτικά της κλασσικής 2D DSA Roadmap , αναδεικνύοντας μικρές εστίες HCC που μπορεί να μην είναι άμεσα εμφανείς. (Pung, 2017) (Lucatelli, 2017)

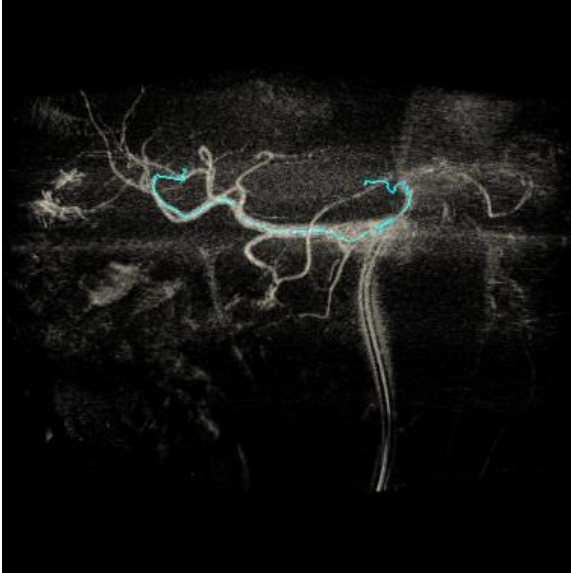
Αρχικά, πραγματοποιείται DSA προς επαλήθευσης της ροής και του όγκου για τον εγχυτή. Σε χαμηλά αγγειούμενες βλάβες επιλέγεται ρυθμός έγχυσης (flow rate) 3ml, και σε υπεραγγειούμενες 4ml. Η έγχυση πραγματοποιείται από καθετήρα 4-5Fr τοποθετημένο στην ιδίως ηπατική αρτηρία προτεινόμενο όριο πίεσης PSI (Pound-force per Square Inch) 900, αναδεικνύοντας σε πλήρη ενίσχυση το ηπατικό παρέγχυμα. Αν η έγχυση πραγματοποιηθεί μέσω μικροκαθετήρα 2,6Fr προτεινόμενο όριο PSI είναι 600, οπτικοποιώντας υπερεκλεκτικά το τμήμα ή το λοβό ενδιαφέροντος. Μόλις προσδιοριστεί ο ρυθμός έγχυσης, ο όγκος του σκιαγραφικού που θα εγχυθεί ,το PSI και η καθυστέρηση

απόκτησης δεδομένων (delayed acquisition), με βάση την αρχική 2D DSA , πραγματοποιείται η CBCT με την συνδυασμένη χρήση εγχυτή . (Lucatelli, 2017)

### 5.2.5 Τεχνική Καθοδήγησης Μέσω 3D Εικόνας

Τα σύγχρονα υβριδικά συστήματα C-arm διαθέτουν δυνατότητα CBCT και συνοδά λογισμικά καθοδήγησης) και αυτοματοποιημένης ανίχνευσης τροφοφόρων αγγείων του όγκου. Η χρήση των παραπάνω λογισμικών εξυπηρετούν την εφαρμογή της 3D τεχνικής καθοδήγησης πριν τον Χημειοεμβολισμό (Chiaradia, 2018).

Τα άνωθεν λογισμικό είναι ένα προηγμένο εργαλείο τρισδιάστατης κλινικής ανάλυσης αγγείων που χρησιμοποιεί δεδομένα από την αγγειογραφία με CBCT. Η εφαρμογή 3D καθοδήγησης μπορεί να επισημάνει όλα τα απεικονισθέντα αγγεία (από την άκρη του μικροκαθετήρα έως τον όγκο) τα οποία τροφοδοτούν τον όγκο ή έρχονται σε στενή γεωμετρική εγγύτητα με την περιοχή ενδιαφέροντος. Ο τρισδιάστατος οδικός χάρτης προσαρμόζεται αυτόματα σε πραγματικό χρόνο για όλες τις αλλαγές στις γωνίες του βραχίονα C, στο οπτικό πεδίο και στις θέσεις του τραπεζιού. Ο Τεχνολόγος μπορεί να μετακινήσει το C-arm σε μια βέλτιστη θέση αποδίδοντας εικόνα η οποία διευκολύνει τον Επεμβατικό Ακτινολόγο προς τον εκλεκτικότερο καθετηριασμό, χωρίς απώλεια της αντιστοίχισης μεταξύ της ζωντανής ακτινοσκόπησης και του αγγειογραφικού οδικού χάρτη (Minami, 2015).



**Εικόνα 25.** Embolization Guidance , Artis Zee, Siemens, με χρήση Identify Vessel. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας»

Δημοσιευμένα αποτελέσματα μελετών έχουν αποδείξει την υπεροχή της χρήσης του λογισμικού ανίχνευσης τροφοφόρων αγγείων του όγκου, βελτιώνοντας την ευαισθησία ανίχνευσης σημαντικά ( από 38%-72% σε 80%-97%) και θετική προγνωστική αξία (από 58–95% σε 83%–99%) σε σύγκριση με τη DSA. Οι Deschamps et al. το 2010 έδειξαν ότι το λογισμικό AFD αύξησε την ευαισθησία από 73% σε 93% και βελτίωσε τη συμφωνία μεταξύ των επεμβατικών από 62% σε 82%, συγκριτικά με την DSA που η ευαισθησία της ανέρχεται στο 64% (εικόνα 26). (Chiaradia, 2018)

First author name (year of publication)	Pichon (2008)	Solomon (2008)	Deschamps (2010)	Iwazawa (2013)	Miyayama (2013)	Iwazawa (2014)	Miyayama (2014)	Minami (2014)	Ronot (2016)
Software used	FlightPlan	FlightPlan	FlightPlan	FlightPlan	EmboGuide	FlightPlan	EmboGuide	FlightPlan	FlightPlan
Tumor type	HCC	HCC, NE	HCC, NE	HCC	HCC	HCC	HCC	HCC	HCC, NE, Adrenal
Patients	9	3	18	46	36	57	81	52	45
Tumors treated	15	6	25	59	68	81	155	73	66
Tumor size (mm)	—	22 ± 8.9	44	18	≤30	18	≤50	26 ± 14	32 ± 18
Feeders detected	—	10	83	65	100	108	247	52	179
Feeders per tumor	—	1.7	3.3	1.1	1.5	1.3	1.6	0.7	2.7
<b>DSA</b>									
Sensitivity	69%	—	64%	72%	38%	—	—	54%	—
PPV	90%	—	83%	70%	58%	—	—	95%	—
IRA	—	—	54%	—	—	—	—	—	—
<b>Cone-beam CT</b>									
Sensitivity	—	—	73%	—	—	—	—	—	82%
PPV	—	—	91%	—	—	—	—	—	91%
IRA	—	—	62%	—	—	—	—	—	79%
<b>Cone-beam CT + AFD</b>									
Sensitivity	89%	80%	93%	88%	88%	92%	85%	97%	91%
PPV	96%	89%	91%	84%	92%	89%	92%	99%	83%
IRA	—	—	82%	—	—	—	—	—	92%
<b>Cone-beam CT + MA</b>									
Sensitivity	—	—	—	—	—	—	—	—	83%
PPV	—	—	—	—	—	—	—	—	91%
IRA	—	—	—	—	—	—	—	—	80%

AFD = automated feeder detection; DSA = digital subtraction angiography; HCC = hepatocellular carcinoma; IRA = interreader agreement; MA = manual adjustment; NE = neuroendocrine; PPV = positive predictive value.

**Εικόνα 26** . Δημοσιευμένα αποτελέσματα μελετών για τη χρήση λογισμικού αυτόματης αναγνώρισης αγγείων κατά τη διενέργεια Χημειοεμβολισμού ήπατος. (Chiaradia, 2018)

Επιπρόσθετα και βελτίωσε τη συμφωνία στη διάγνωση μεταξύ επεμβατικών ακτινολόγων από 62% σε 82%, ενώ η θετική προγνωστική αξία παρέμεινε στο 91% σε ασθενείς με HCC ή νευροενδοκρινείς όγκους. Οι Chiaradia, M *et al.* το 2018. αναφέρουν στη μελέτη τους ευαισθησία ανίχνευσης 86% και θετική προγνωστική αξία 89% καθώς και συμφωνία μεταξύ επεμβατικών ακτινολόγων σε ποσοστό 99,7% (Εικόνα 27), επικυρώνοντας με παραπλήσια αποτελέσματα τη μελέτη των Deschamps *et al.* το 2010 . (Chiaradia, 2018).

Method	One-Sided 95% CI
Cone-beam CT	.686 (.648, .724)
<b>Cone-beam + AFD</b>	<b>.997 (.991, 1.000)</b>
Cone-beam + AFD + MA	.916 (.890, .941)

AFD = automated feeder detection; CI = confidence interval; MA = manual adjustment.

**Εικόνα 27**. Ποσοστιαία συμφωνία μεταξύ Επεμβατικών Ακτινολόγων ανά μέθοδο (Chiaradia, 2018)

Ομοίως οι Jin *et al.* (Iwazawa, 2013) έδειξαν ότι η ευαισθησία του αυτοματοποιημένου λογισμικού στην ανίχνευση τροφοφόρου αγγείου ήταν ολοφάνερα υψηλότερη από εκείνη με τη χρήση DSA (87,7% έναντι 71,8%,  $P < 0,001$ ) με καθοδηγώντας σε ασφαλή και ορθή εφαρμογή του εμβολισμού καθώς και μειωμένο ρυθμό υποτροπής (Abdelsalam, 2022).

Επίπρόσθετα, οι Miyagama *et al.* επιβεβαιώνουν υψηλό ρυθμό πλήρους ή και μερικής ανταπόκρισης με μικρό ρυθμό υποτροπής. Εξίσου υψηλή ευαισθησία στη χρήση λογισμικού AFD (Automated Feeder Detection) κατά τη διάρκεια του TACE επισήμαναν οι Melanie *et al.* (Chiaradia, 2018) και Yasunori *et al.* (Minami, 2015) (Abdelsalam, 2022)

Οι Miyagama *et al.* σε μελέτη τους το 2014 έδειξαν ότι η εφαρμογή λογισμικού αναγνώρισης αγγείων μπορεί να αναγνωρίσει το 85% των κλάδων που τρέφονται με όγκο (90% σε νέες βλάβες συγκριτικά με το 75% σε υποτροπιάζουσες βλάβες) ή σε μικρές βλάβες HCC αναδεικνύοντας την τεχνική επιτυχία του υπερεκλεκτικού Χημειοεμβολισμού με την χρήση του λογισμικού ανίχνευσης τροφοφόρων αγγείων. (Miyagama, 2014)

### 5.3 Ακρίβεια, Ευαισθησία, Αποτελεσματικότητα και Ανταπόκριση της CBCT Τεχνικής στο TACE

Η θεραπευτική μέθοδος του Χημειοεμβολισμού στοχεύει στην παροχή υψηλών συγκεντρώσεων μίγματος διαφορετικών κυτταροτοξικών φαρμάκων και στην αρτηριακή απόφραξη με τη χρήση εμβολικών παραγόντων στον όγκο, ή με την έκλυση φαρμακευτικά εμποτισμένων σφαιριδίων βραδείας αποδέσμευσης, με ταυτόχρονη προστασία του λοιπού ηπατικού παρεγχύματος (Barst, 2016).

Για την επίτευξη του στόχου αυτού είναι απαραίτητη η αγγειακή επιλεκτικότητα. Η αποτελεσματικότητα της επεμβατικής διαδικασίας (αναγνώριση, προσπέλαση και έγχυση κυτταροτοξικών ουσιών στον όγκο στόχο) σχετίζεται με την ποιότητα των απεικονιστικών δεδομένων. Έχει αποδειχθεί ότι το TACE, ως στοχευμένη θεραπεία, συσχετίζεται με υψηλότερο ρυθμό νέκρωσης όγκου και καλύτερη ανταπόκριση (Barst, 2016).

Μελέτη των Miyagama *et al.* έδειξε ότι η CBCT ανίχνευσε αποτελεσματικά μικρές υπεραγγειούμενες βλάβες που δεν μπορούσαν να εντοπιστούν στην 2D DSA. Παρόλα αυτά, ο χαρακτηρισμός της βλάβης μπορεί να είναι δύσκολο να αξιολογηθεί γι' αυτό η απόκτηση καθυστερημένης – Πυλαίας φάσης εξυπηρετεί στην ανάδειξη χαρακτηριστικών του HCC, δείχνοντας την έκπλυση στον όγκο, αυξάνοντας την ειδικότητα της μεθόδου. Η ανάδειξη της πυλαίας φάσης είναι σημαντική για τον εντοπισμό και την περιγραφή του όγκου αλλά δεν παρέχει οπτικοποίηση των τροφοφόρων αγγείων, οπότε δεν δύναται να εκτελεστεί μόνη της για την διεξαγωγή της επέμβασης (Barst, 2016) (Miyagama, 2014).

Επιπλέον, οι Miyagama *et al.* το 2014, έδειξαν ότι το ποσοστό απόκρισης του όγκου με τη χρήση CBCT είναι βέλτιστο συγκριτικά με τη συμβατική 2d-guided DSA. της αναφέρεται ότι ασθενείς που υποβάλλονται σε Χημειοεμβολισμό με CBCT παρουσιάζουν καλύτερη συνολική και χωρίς εξέλιξη νόσου επιβίωση από όσους θεραπεύτηκαν μόνο με κλασσική DSA (Miyagama, 2014) (Barst, 2016). Η CBCT παρέχει το πλεονέκτημα της εξοικονόμησης χώρου και χρόνου, ενώ καθιστά δυνατή την τρισδιάστατη αγγειογραφική απεικόνιση. Η ευαισθησία της CBCT στην ανίχνευση της τροφοφόρου αρτηρίας του όγκου είναι ανώτερη από αυτή του μη εκλεκτικού DSA κατά 81% έναντι 38%, με  $p < 0,01$  (Minami, 2015).



Επιπλέον η μελέτη των Miyayama *et al.* το 2014, ανάδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά στα ποσοστά τεχνικής επιτυχίας του TACE μεταξύ του DSA και του CBCT. Στην ομάδα με παρακολούθηση DSA μικρά τροφοφόρα αγγεία δεν οπτικοποιήθηκαν σε ποσοστό 10,1% των όγκων ενώ 2,8% αντίστοιχα στην ομάδα CBCT (Miyayama, 2014).

Επίσης, αναφέρεται όσον αφορά τη χρήση λογισμικού αυτόματης ανίχνευσης των τροφοδοτικών αγγείων με αναλογία του αληθινού σε ποσοστό 88% στην της αναγνώριση της αρτηρίας που τροφοδοτεί τον όγκο. Παρόμοια αποτελέσματα ανέδειξε μελέτη των Iwazawa *et al.* το 2013 στην ανίχνευση τροφοφόρων αγγείων του όγκου με ευαισθησία 87,7% (Minami, 2015) (Miyayama, 2014) (Iwazawa, 2013).

Σε άλλη μελέτη, οι Iwazawa *et al.* αναφέρουν ευαισθησία, ειδικότητα και ακρίβεια 96,9%, 97,0% και 96,9% αντίστοιχα, για τη CBCT, σημαντικά υψηλότερα από αυτά που αναφέρθηκαν για DSA που κυμαίνονται στα 77,2%, 73% και 74,5% αντίστοιχα (Lucatelli, 2017). Τα παραπάνω αποτελέσματα επιβεβαιώνονται και από άλλους ερευνητές αναφέροντας τον οπτικοποιημένο αριθμό των τροφοφόρων αγγείων του όγκου κατά τη διάρκεια CBCT και DSA που ήταν  $4 \pm 1,7$  και  $3,3 \pm 1,4$  αντίστοιχα ως σημαντικά στατιστικά στοιχεία μεταξύ των δύο τεχνικών απεικόνισης. (Lucatelli, 2017)

Το 2015, οι Lucatelli P, *et al.* έδειξαν ότι η αναγνώριση της βλάβης και η αξιολόγηση των τροφοφόρων κλάδων αντιπροσωπεύουν τα δύο βασικά σημεία ισχύος της CBCT έναντι του DSA, με αναφερόμενη ευαισθησία 96,7% στην αναγνώριση της βλάβης για μικρό HCC (1 cm) έναντι του MDCT (Multidetector CT), που θεωρείται ως χρυσό πρότυπο με ποσοστό 100%, συγκρινόμενο με το μη επιλεκτικό DSA που δίνει ευαισθησία στο 72,1%. Η ευαισθησία στην οπτικοποίηση τροφοφόρων κλάδων με αυτοματοποιημένο λογισμικό αντιστοιχεί στο

81% , έναντι του 38% στο μη επιλεκτικό DSA. Η αυξημένη τεχνική αξιοπιστία του CBCT αναλογικά με τη DSA δεν είναι απλώς ενδεικτική, αλλά επηρεάζει άμεσα την κλινική έκβαση. Ειδικότερα, έχει αποδειχθεί ότι οι ασθενείς που λαμβάνουν TACE υπό την καθοδήγηση CBCT έχουν σημαντικά υψηλότερο συνολικό ποσοστό επιβίωσης και χωρίς εξέλιξη νόσου από εκείνους που λαμβάνουν TACE μόνο υπό την καθοδήγηση DSA (Lucatelli, 2015).

Συμπερασματικά, παρατηρείται μέσα από δημοσιευμένες μελέτες, ότι η χρήση της CBCT ενδυναμώνει τις IR τεχνικές απεικόνισης προσθέτοντας αξία στις υπάρχουσες. Η αυξημένη ακρίβεια και ευαισθησία της μεθόδου στην αναγνώριση της βλάβης και των τροφοφόρων αγγείων της, καθώς και η δυνατότητα εκλεκτικής προσέγγισης της περιοχής ενδιαφέροντος μέσω τρισδιάστατης καθοδήγησης, εκτοξεύει σε υψηλά ποσοστά τεχνικής επιτυχίας και ασφαλείας στη διεξαγωγή του TACE, προσδίδοντας στις μεθόδους Επεμβατικής Ογκολογίας του ήπατος θεμελιώδη ρόλο. (Lucatelli, 2015)

## Β.ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### Κεφάλαιο 6: Πρωτόκολλο

#### 6.1. Περιγραφή Εξοπλισμού

Στη Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας, του Αντικαρκινικού Νοσοκομείου Αθηνών «Ο Άγιος Σάββας» διενεργείται Ενδαρτηριακός Χημειοεμβολισμός Ήπατος (TACE), σε Πρωτοπαθείς και Μεταστατικούς Ηπατικούς Όγκους, ήδη από τα τέλη της δεκαετίας του 1980.

Ο εξοπλισμός της Μονάδας ανανεώθηκε τον Ιούνιο του 2020 με ένα σύγχρονο Απεικονιστικό Σύστημα Ψηφιακού Αγγειογράφου Artis- Zee floor,( Siemens Healthineers, Erlangen, Germany).

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του Απεικονιστικού Συστήματος για την απόκτηση εικόνων CBCT αποτελούνται από ένα σύστημα λυχνίας με βασικό κατευθυντήρα και από ένα επίπεδο ψηφιακό ανιχνευτή, ενσωματωμένο σε σύστημα ανύψωσης μεταβαλλόμενης SID (Source to Image Distance). Ο ανιχνευτής έχει διαστάσεις 30x40 cm, που αντιστοιχούν σε

πεδίο εισόδου 30x38cm και σε διαγώνιο πεδίο περί τα 48cm.

Automatic exposure control	
X-ray tube voltage	40 - 125 kV
X-ray tube current	10 - 1000 mA (depends on focal spot / see operator manual GIGALIX)
Pulse time	3.2 ms - 200 ms (+ continuous mode)
Copper filter	0 / 0.1 / 0.2 / 0.3 / 0.6 / 0.9 mm Cu
Reproducibility of the Radiation output	variation coefficient: < 0,05
Automatic Control system	repetition accuracy (dose output) <= 2%
Accuracy dose area product	± 15 %
Accuracy reference air kerma	± 30 % (IEC 60601-2-43)
Radiography (incl. Cineradiography)	
Nominal x-ray tube voltage @ highest x-ray tube current	125 kV @ 720 mA
Highest x-ray tube current @ Maximum x-ray tube voltage	1000 mA @ 90 kV
Highest electrical output power	90 kW (90 kV @ 1000 mA)
Nominal electrical output power	90 kW (100 kV @ 900 mA @ 100 ms)
Lowest current-time product @ x-ray tube voltage range	32 μAs (10 mA @ 3.2 ms) @ 40 - 125 kV
Max. irradiation time	200 ms
Radioscopy (Fluoroscopy)	
Nominal x-ray tube voltage @ highest x-ray tube current	125 kV @ 250 mA
Highest x-ray tube current @ Maximum x-ray tube voltage	250 mA @ 125 kV
Highest electrical output power	31,25 kW (125 kV @ 250mA)
Nominal electrical output power	See radiography.

**Εικόνα 28.** System including MEGALIX CAT PLUS 125/40/80 -20-121 GW tube assembly. System Owner Manual, AXA4-100.629.05.02.02. (Siemens, Erlangen, Germany).

## Image acquisition

Tabletop version	as20	as40HDR	zen30HDR
Active matrix	960 x 960 pixels	2480 x 1904 pixels	1792 x 1632 pixels
Size incl. housing and collision protection	286 mm x 286 mm	512 mm x 405 mm	406 mm x 398 mm
X-ray conversion technology	a-Si with CsI scintillator	a-Si with CsI scintillator	crystalline silicon with CsI scintillator
Digitization depth	14-bit	16-bit	16-bit
Pixel pitch	184 $\mu\text{m}$	154 $\mu\text{m}$	160 $\mu\text{m}$
Nyquist frequency	2.7 lp/mm	3.25 lp/mm	3.1 lp/mm
DQE (detective quantum efficiency)	0 lp/mm: 75 % typical at 3.2iGy (RQA5)	0 lp/mm: 77 % typical at 2iGy (RQA5)	0 lp/mm: typical . 70 % at 50 nGy (RQA5)
MTF (modulation transfer function)	1 lp/mm: 65 % typical (according to IEC62220)	1 lp/mm: 59 % typical (according to IEC62220)	1 lp/mm: typical . 50 % (according to IEC62220)
Signal to electronic noise rotation (SENR)	13.4 dB typical at 5 nGy (RQA5, 1x1 binning, high gain)	11 dB typical at 5 nGy (RQA5, 1x1 binning, high gain)	23 dB typical at 5 nGy (RQA5, 1x1 binning, high gain)
Quality equivalent filtration of detector cover	0.24 mm Al at 100 kV/HVL 3.6 mm Al	0.56 mm Al at 100 kV/HVL 3.6 mm Al	0.28 mm Al at 100 kV/HVL 3.6 mm Al
<b>Grid</b>	Removable; Pb 15/80; $f_0 = 105$ cm		
<b>Collision protection - attenuation equivalent</b>	0.15 mm Al at HVL 3.6 mm Al, 100 kV		

**Εικόνα 29.** Τεχνικά χαρακτηριστικά ανιχνευτή as 40HDR. System Owner Manual, AXA4-100.629.05.02.02. (Siemens, Erlangen, Germany).

Επιπλέον το σύστημα χρησιμοποιεί ένα σταθμό επεξεργασίας εικόνων της CBCT, Syngo X Workplace VD20 ( “Leonardo”) και λειτουργεί με βάση το λογισμικό Syngo Application Software SW VD20.

Επιπρόσθετα η αναβάθμιση του συστήματος με τα λογισμικά Embolization Guidance (Siemens Healthineers, Erlangen, Germany) και Needle Guidance (Siemens Healthineers, Erlangen, Germany), δωρεά της ΔΕΠΑ Α.Ε. το 2021, πρόσφερε τη δυνατότητα ενσωμάτωσης της CBCT τεχνικής στον Χημειοεμβολισμό Ήπατος.

## 6.2 Περιγραφή Πρωτοκόλλου

Η συλλογή των δεδομένων διεξάχθηκε στοχεύοντας στη διερεύνηση της δυνατότητας πραγματοποίησης της μεθόδου περιπτωσιολογικά, στη μελέτη των τεχνικών και απεικονιστικών χαρακτηριστικών της μεθόδου, στην ακρίβεια και στην αποτελεσματικότητα που διέπουν αυτή την υβριδική απεικόνιση κατά τη διαδικασία του TACE.

## 6.3 Εξαγωγή δεδομένων

Η εξαγωγή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας ένα φύλλο ανάλυσης δεδομένων Excel, που δημιουργήθηκε γι' αυτό το σκοπό. Τα δεδομένα που εξήχθησαν αφορούσαν:

- Δημογραφικά Στοιχεία
- Κατηγοριοποίηση νόσου
- Βάρος (kg), Ύψος (cm), BMI
- mRecist Κριτήρια
- Διήθηση Πυλαίας
- Μέγεθος Όγκου πριν και μετά την επέμβαση

- Μονήρης ή Πολυεστιακή νόσος
- Τμήμα του Ήπατος που παρουσιάζεται η νόσος
- Ηπατεκτομή
- Sh από HBV και HCV
- Καρκινικοί Δείκτες (CEA( ng/ml) ,AFP (ng/gr), C 19.9 (U/ml))
- Αιματολογική και Βιοχημική κατάσταση του ασθενούς( HCT, Ολική Χολερυθρίνη (mg/Dl), Άμεση Χολερυθρίνη ( mg/dL),SGPT(ALT) (U/L),SGOT(AST) (U/L),Αλκαλική Φωσφατάση (U/L), γ -GT (U/L), L.D.H.-L (U/L))
- Δυσκολία Κατά τη Μέθοδο με κλίμακα βαθμονόμησης 0-10
- Μετεμβολικό Σύνδρομο
- Χημειοθεραπευτικός Παράγοντας
- Εμβολικά Υλικά, Επιπλοκές
- Πρόγραμμα 2d DSA, DSA παράμετροι (εύρος kV x mAs – αριθμός DSA)
- Χρήση ή όχι CBCT
- CBCT πρόγραμμα
- CBCT DAP mGycm<sup>2</sup>
- CBCT παράμετροι (εύρος kV x mAs, αριθμός εικόνων)
- Embolization Guidance, identify vessel (Siemens Healthineers, Erlangen, Germany)
- Συνολικός αριθμός εκθέσεων
- Συνολικός χρόνος ακτινοσκόπησης
- Μέγιστη δόση εισόδου στο δέρμα(max skin entrance dose- mGy)
- Συνολικό DAP(Dose Area Product Gycm<sup>2</sup> )

## 6.4 ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ

### 6.4.1 1ο Κλινικό Περιστατικό

Ασθενής 62 ετών με ιστορικό μεταστατικού καρκίνου του παχέος εντέρου και προηγηθείσα ηπατεκτομή στο V τμήμα του ήπατος. Πολυεστιακή νόσος στο δεξιό λοβό του ήπατος, με μέγιστες διαστάσεις των απεικονιζόμενων εστιών 7,9 cm x 4,4 cm στο VI και VII και μέγιστης διαμέτρου 0,7 στο III. Δεν υπήρχε συννοσηρότητα από τον ιό της ηπατίτιδας B και C. Το BMI ήταν 23 kg/m.

Μετά από μελέτη των απεικονιστικών εξετάσεων και ενδελεχή αιματολογικό και βιοχημικό έλεγχο στις 4/4/2022, πραγματοποιήθηκε η πρώτη συνεδρία. Χρησιμοποιήθηκε Irrinotecan και μικροσφαιρίδια Emboccept 50μm.

Μετά τον καθετηριασμό της κοινής ηπατικής με καθετήρα 5F πραγματοποιήθηκε CBCT, με τη χρήση ενδοφλέβιας ιωδιούχου σκιαγραφικής ουσίας Iomeron 350mg/ml μέσω εγχυτή χωρίς αραίωση με φυσιολογικό ορό.

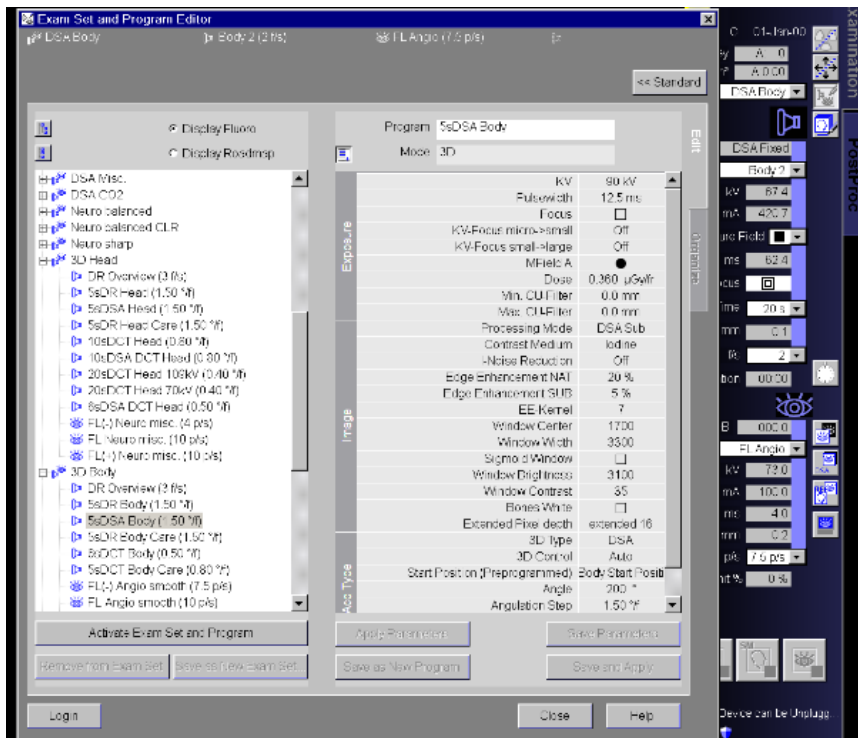
Τα επιλεγμένα στοιχεία στον εγχυτή ήταν :

Flow rate (ml/sec)	Volume(ml)	Pressure(psi)
3.00	24	500

**Πίνακας 1.** Στοιχεία εγχυτή για την πραγματοποίηση πρωτοκόλου CBCT. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας»

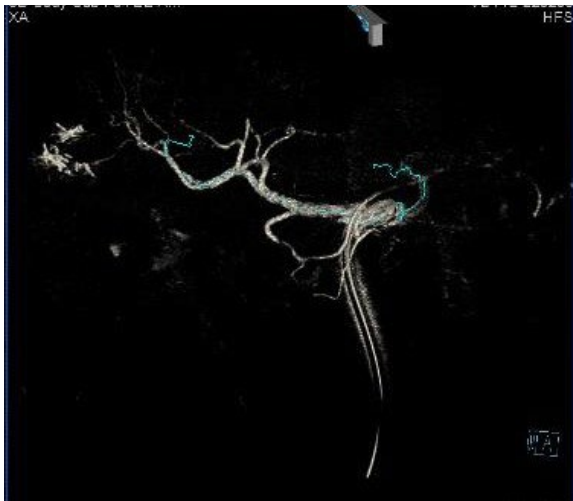


Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την CBCT ήταν το 5s 3D DSA BODY.

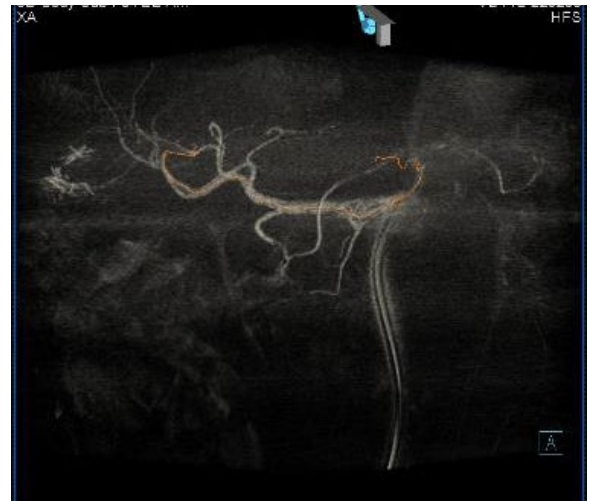


**Εικόνα 30.** Header 5s 3D DSA BODY (Siemens, Erlangen, Germany). Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας».

Οι ληφθείσες εικόνες μεταφέρθηκαν στο σταθμό εργασίας και επεξεργάστηκαν κατάλληλα με το Embolization guidance και Identify vessel πρόγραμμα, με στόχο τη χρήση του στην καθοδήγηση των οδηγών συρμάτων και καθετήρων υπερεκλεκτικά στη βλάβη σε κλάδο της δεξιάς Ηπατικής Αρτηρίας .



α



β



γ



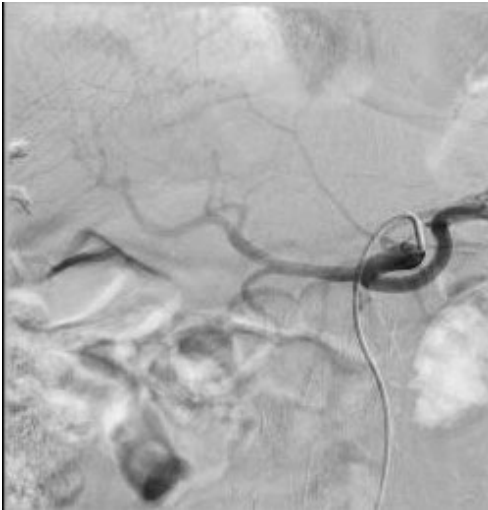
δ

**Εικόνα 31.** Οι εικόνες α.,β.,γ.,δ. αναδεικνύουν σε διαφορετικές γωνίες του C-arm τον διχασμό αγγείου της δεξιάς ηπατικής αρτηρίας, προς εκλεκτική καθοδήγηση οδηγών συρμάτων και μικροκαθετήρων προς Χημειοεμβολισμό του όγκου. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας»

Η ανάδειξη του διχασμού της δεξιάς ηπατικής είναι εμφανής με τη χρήση της CBCT καθοδήγησης. Η εφαρμογή CBCT καθοδήγησης διευκόλυνε την επιλογή του εγγύτερου

τροφοφόρου αγγείου προς τον όγκο στόχο. Διαπιστώθηκαν επιπρόσθετα πλεονέκτηματα μέσω δυνατότητας μεταβολής των γεωμετρικών παραγόντων, όπως η γωνία του c-arm, η δυνατότητα μετακίνησης της κλίνης και αλλαγής της απόστασης SID του ανιχνευτή, με μια μόνο λήψη και χωρίς τη διενέργεια συνεχών δισδιάστατων απεικονίσεων.

Κατά την διάρκεια της επέμβασης χρησιμοποιήθηκαν προγράμματα DSA προς επιβεβαίωση της τεχνικής, καθώς ήταν η πρώτη φορά της εφαρμογής της.



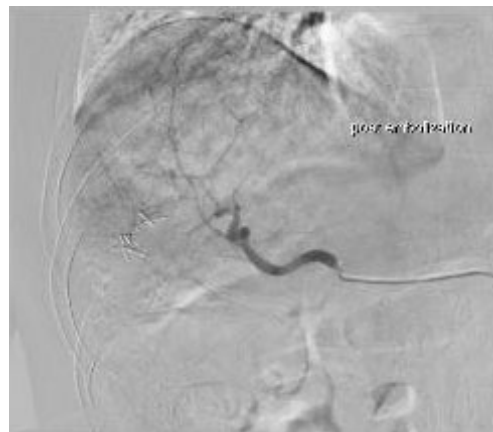
α



β



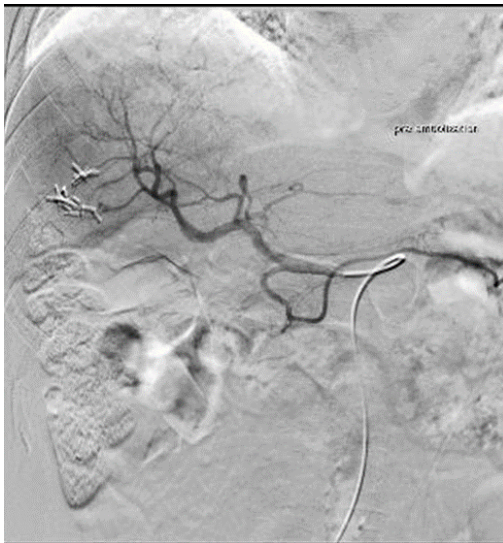
γ



δ

**Εικόνα 32.** α. DSA Αληρείου τρίποδα, β. DSA Pre Embolization από ιδίως Ηπατική Αρτηρία διαμέσου καθετήρα 5F, γ. DSA Pre Embolization υπερεκλεκτικά διαμέσου μικροκαθετήρα 2.6F, δ. Post embolization DSA διαμέσου μικροκαθετήρα 2,6 F. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας , ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας»

Κατά τη σύγκριση απεικονίσεων στην Εικόνα 33. (α και β) διαφαίνεται ότι η απεικόνιση από τη CBCT με την χρήση διαφορετικών γωνιών του βραχίονα, με μονή έγχυση σκιαγραφικής ουσίας. Η ανάδειξη του διχασμού των αγγείων συμβάλλει τεχνική επιτυχία της μεθόδου μέσω της εκλεκτικότερης προσπέλασης των τροφοφόρων αγγείων, συγκριτικά με την 2d DSA, τις πιθανότητες.



α



β

**Εικόνα 33.** Συγκριτική απεικόνιση α. DSA και β. CBCT κλάδων της δεξιάς ηπατικής αρτηρίας για την χρήση τους ως χάρτη καθοδήγησης σε Χημειοεμβολισμό ήπατος κατά την πρώτη συνεδρία. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας»

Δύο μήνες μετά , στις 8/6/2022 πραγματοποιήθηκε η δεύτερη συνεδρία. Το διάστημα μεταξύ των συνεδριών αυξήθηκε κατά δυο μήνες μετά από νόσηση του ασθενούς από Covid-19 ένα μήνα μετά από την πρώτη συνεδρία.

Πριν τη διενέργεια της δεύτερης συνεδρίας πραγματοποιήθηκε αξονική τομογραφία άνω κοιλίας με ενδοφλέβια έγχυση ιωδιούχου σκιαγραφικής ουσίας, η οποία ανέδειξε παρουσία αποτετανώσεων στο κέντρο του όγκου.



α



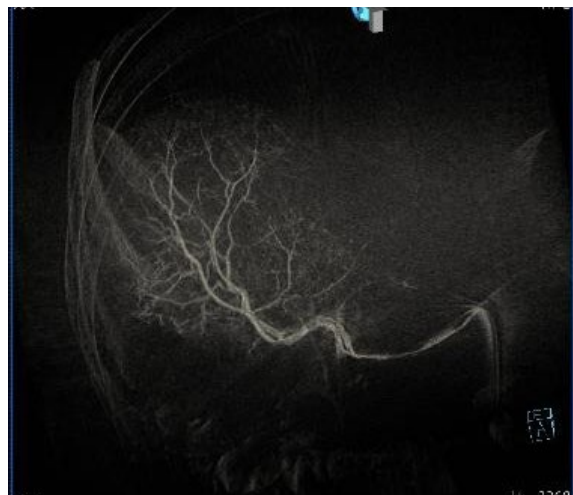
β

**Εικόνα 34.** Προ επεμβατική CT ήπατος πριν τον χημειοεμβολισμό. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας».

Η συνεδρία πραγματοποιήθηκε μόνο με την χρήση CBCT καθοδήγησης. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την απόκτηση της, ήταν το 5s 3D DSA BODY και η επεξεργασία των εικόνων πραγματοποιήθηκε μέσω του προγράμματος Embolization Guidance και Identify Vessel (Siemens Healthineers, Erlangen, Germany). Η χορήγηση σκιαγραφικής ουσίας πραγματοποιήθηκε με αραιώση φυσιολογικού ορού 2/3, για την αποφυγή φαινομένων σκλήρυνσης δέσμης. Χρησιμοποιήθηκε καθετήρας Cobra 5F, τοποθετημένος στην Ιδίως Ηπατική Αρτηρία, μετά από παρατήρηση κατά την προηγούμενη συνεδρία, ότι αν παρέμενε στην Κοινή Ηπατική Αρτηρία, σημαντική ποσότητα σκιαγραφικής ουσίας θα διέφευγε από την ταυτόχρονη απεικόνιση της σπληνικής αρτηρίας.



α



β



γ



δ

**Εικόνα 35.** α., β., γ, δ : Απεικόνιση του αγγειακού δικτύου της δεξιάς ηπατικής αρτηρίας με τη χρήση CBCT. Εμφανής απεικόνιση κλάδων και διχασμού της δεξιάς ηπατικής αρτηρίας. Υπό διαφορετικές γωνίες του c- arm. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας».

Η διαδικασία ολοκληρώθηκε με την έγχυση εμβολικού υλικού και χημειοθεραπευτικού παράγοντα, υπό ακτινοσκοπική πάντα παρακολούθηση. Πραγματοποιήθηκε δεύτερη CBCT μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας για επιβεβαίωση της τεχνικής επιτυχίας και της ορθής εφαρμογής της θεραπευτικής παρέμβασης.



α



β

**Εικόνα 36.** Εικόνες (α, β) από την ακτινοσκοπική παρακολούθηση υπερεκλεκτικής έγχυσης χημειοθεραπευτικού παράγοντα με εμβολικά υλικά μέσω καθετήρα 2.6F. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας».



α



β

**Εικόνα 37.** Στις τρισδιάστατες εικόνες α και β, πριν και μετά τον Χημειοεμβολισμό αντιστοιχώς, παρατηρούμε την μείωση του αγγειακού δέντρου στην περιοχή του όγκου στόχου, δείγμα επιτυχούς εφαρμογής της τεχνικής. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας»

Παρακάτω παρατίθενται συγκριτικά δεδομένα εξαγόμενα από τις δυο συνεδρίες:

	Α ΣΥΝΕΔΡΙΑ	Β ΣΥΝΕΔΡΙΑ
<b>ΝΟΣΟΣ</b>	COLORECTAL	COLORECTAL
<b>ΧΗΜΕΙΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ</b>	IRRINOTECAN	IRRINOTECAN
<b>ΕΜΒΟΛΙΚΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ</b>	EMBOCEPT	EMBOCEPT
<b>CBCT PROGRAMME</b>	5s 3D DSA BODY	5s 3D DSA BODY
<b>ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ DSA</b>	BODY 4	
<b>MAX SKIN ENTRANCE DOSE mGy</b>		419
<b>TOTAL TIME FLURO</b>	11.9min	8,3min
<b>TOTAL DAP Gy<math>cm^2</math></b>	365,07	189.61
<b>ΜΕΤΕΜΒΟΛΙΚΟ ΣΥΝΔΡΟΜΟ</b>	ΝΑΥΤΙΑ	ΝΑΥΤΙΑ
<b>ΒΑΘΜΟΣ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ(ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΣΘΕΝΗ)</b>	3	2

**Πίνακας 2.** Σύγκριση δεδομένων των δυο συνεδριών . Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας».

Συγκρίνοντας τα δεδομένα των δυο συνεδριών, παρατηρούμε ότι οι θεραπευτικοί παράγοντες και τα ακτινολογικοτεχνικά χαρακτηριστικά συμπίπτουν και έχουν επιλεχθεί ομοίως και στις δυο συνεδρίες. Η διαφοροποίηση των αποτελεσμάτων εστιάζεται στο συνολικό DAP και στο συνολικό χρόνο ακτινοσκόπησης. Παρατηρούμε εμφανώς βέλτιστα αποτελέσματα κατά την δεύτερη συνεδρία η οποία διεκπεραιώθηκε μόνο με CBCT καθοδήγηση.

Συγκριτικά διαφαίνεται ότι το DAP από 365,07 Gy $cm^2$  στην πρώτη συνεδρία, μειώθηκε σε 189.61 Gy $cm^2$  στη δεύτερη, παρότι πραγματοποιήθηκαν 2 CBCT, η πρώτη για την εφαρμογή προγραμμάτων καθοδήγησης στον όγκο στόχο και κι η άλλη ως τελική για επιβεβαίωση της τεχνικής επιτυχίας του Χημειοεμβολισμού.



Επιπρόσθετα, η μείωση του συνολικού χρόνου ακτινοσκόπησης από 11.9 min σε 8,3 min, αποδίδει προστιθέμενη αξία στην τεχνική, εφόσον σε λιγότερο ακτινοσκοπικό χρόνο, ολοκληρώθηκε η επεμβατική τεχνική.

Τα παραπάνω δεδομένα κατέχουν σημαίνοντα ρόλο στα Τμήματα Επεμβατικής Ακτινολογίας. Στόχος μας είναι η ελαχιστοποίησή του συνολικού χρόνου ακτινοσκόπησης, με τα βέλτιστα απεικονιστικά και θεραπευτικά αποτελέσματα. Τα συγκριτικά αποτελέσματα των δυο συνεδριών δεικνύουν τα οφέλη τα οποία λάβαμε με τη χρήση CBCT καθοδήγησης κατά την διάρκεια του Χημειοεμβολισμού.

#### **6.4.2 2ο Κλινικό Περιστατικό**

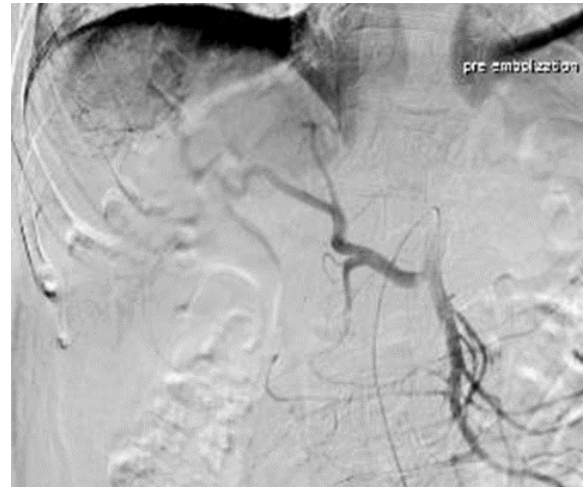
Ασθενής 81 ετών με ιστορικό Ηπατοκυτταρικού Καρκίνου(ΗΚΚ). Παρουσία μονήρους όγκου στο Δεξιό Ηπατικό Λοβό (Τμήμα VII), με διαστάσεις 6,46 cm x 6,19cm. Στον προεγχειρητικό έλεγχο διαπιστώθηκε ότι ο ασθενής ήταν θετικός στην Ηπατίτιδα Β. Το BMI ήταν 25.1 kg/m. Η πρώτη συνεδρία πραγματοποιήθηκε στις 7/4/2022. Χορηγήθηκαν ADRIBLASTINA 100mg και ως εμβολικός παράγοντας βιοδιασπώμενα μικροσφαιρίδια Embocsept 50μm. Ομοίως οι ίδιοι παράγοντες χρησιμοποιήθηκαν και κατά την δεύτερη συνεδρία η οποία πραγματοποιήθηκε στις 31/5/2022.

Μετά τον καθετηριασμό της μηριαίας αρτηρίας με την τεχνική Seldinger, καθοδηγήθηκε καθετήρας τύπου Cobra, 5F στην Κοιλιακή Αορτή και καθετηριάστηκε ο Αλήρειος Τρίποδας. Κατά την έγχυση σκιαγραφικής ουσίας, διαπιστώθηκε ότι η Ηπατική Αρτηρία δεν εκφυόταν από τον Αλήρειο Τρίποδα. (Εικόνα 38. α)

Εν συνεχεία διενεργήθηκαν καθετηριασμός της Άνω Μεσεντερίου Αρτηρίας και με διερευνητικές 2D DSA , απεικονίστηκε η έκφυση και η πορεία της Ηπατικής Αρτηρίας (ανατομική παραλλαγή)(Εικόνα 38.β).



α



β

**Εικόνα 38.** Ανατομική παραλλαγή στην ηπατική ροή. Χρήση διερευνητικών 2d DSA. α. απουσία της Ηπατικής Αρτηρίας κατά την απεικόνιση του Αληρείου Τρίποδα και στην β. η Ηπατική Αρτηρία εκφύεται από την Άνω Μεσεντέριο. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας».

Αποφασίστηκε από το ιατρικό προσωπικό του τμήματος να μην πραγματοποιηθεί CBCT για την καθοδήγηση στον όγκο στόχο, διότι η συνεργασία του ασθενούς ήταν περιορισμένη μετά την διενέργεια των διερευνητικών αγγειογραφιών λόγω ανατομικής παραλλαγής. Η ηλικία του ασθενούς προσμετρήθηκε στη λήψη της απόφασης. Η συνεδρία διενεργήθηκε με 2D DSA Roadmap.

Κατά τον προεπεμβατικό απεικονιστικό έλεγχο πριν τη δεύτερη συνεδρία που πραγματοποιήθηκε CT στις 30/5. Αναδείχθηκαν περιοχές νέκρωσης, διάχυτα στον όγκο. Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκε μείωση του μεγέθους του όγκου από 6,46 cm x 6,19cm σε

5,6 cm x 5,77 cm. Τα στοιχεία αυτά αποδεικνύουν την ανταπόκριση στην θεραπεία σε απεικονιστικό επίπεδο (Εικόνα 39).



α

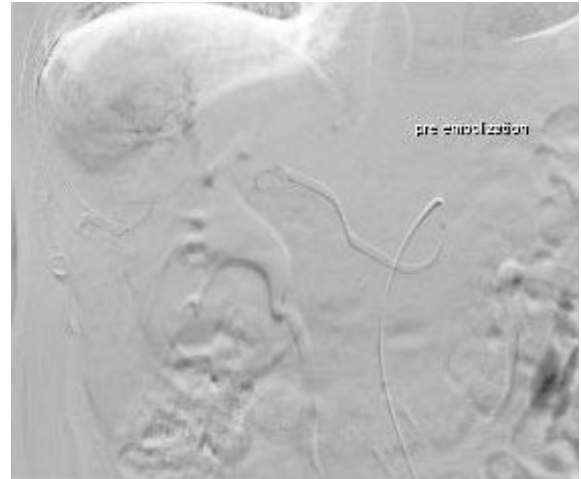
β

**Εικόνα 39.** Απεικονιστικός έλεγχος από προεπεμβατική CT (α,β) Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας».

Στις 31/5/2022 πραγματοποιήθηκε η δεύτερη συνεδρία υπό CBCT καθοδήγηση, γνωρίζοντας πλέον την ανατομική παραλλαγή και καθοδηγώντας την τοποθέτηση μικροκαθετήρα 2,6F στην δεξιά Ηπατική Αρτηρία διαμέσου καθετήρα 5F καθηλωμένο στην άνω μεσεντερία αρτηρία. Πριν την CBCT έγινε 2D DSA για την επιβεβαίωση της θέσης του καθετήρα. (Εικόνα 38.)



α

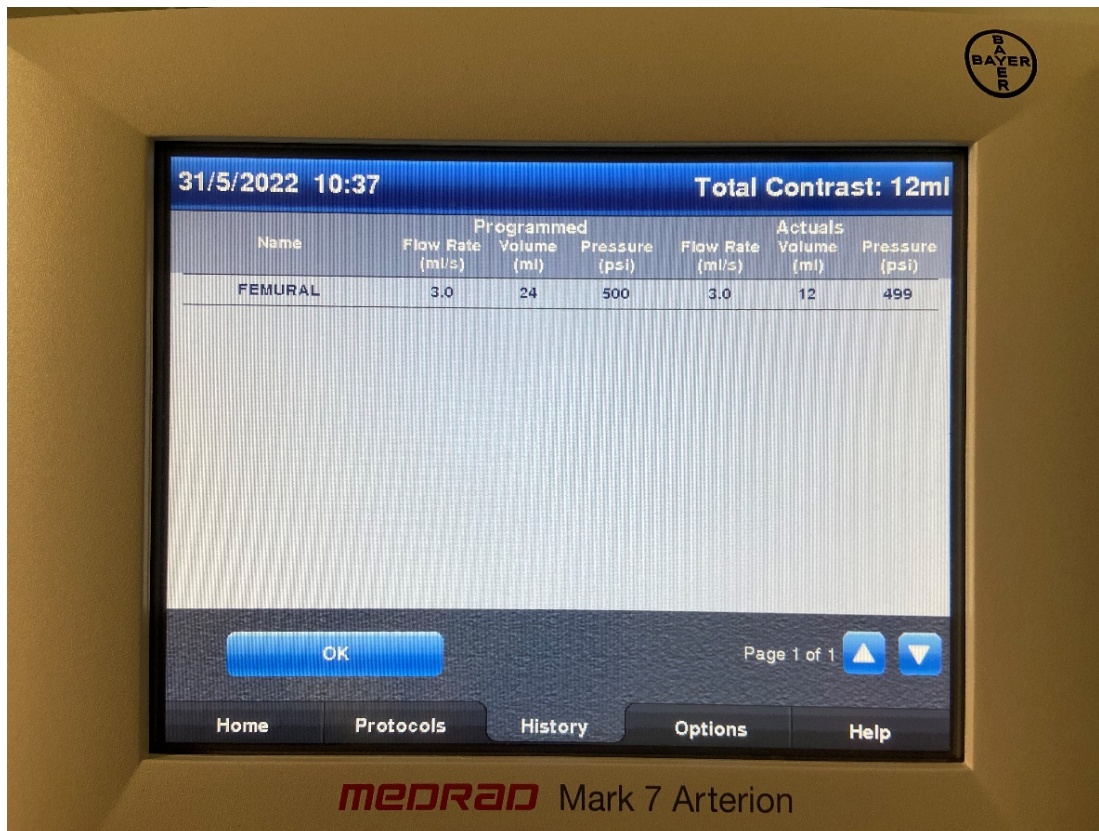


β

**Εικόνα 40.** 2D DSA για την επιβεβαίωση της θέσης του καθετήρα α. Καθετήρας 5F στην Ανω Μεσεντέριο β. Μικροκαθετήρας 2.6F στη δεξιά ηπατική πριν την CBCT. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας».

Η CBCT για την καθοδήγηση στο επιλεχθέν αγγείο που τροφοδοτεί τον όγκο πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα 5s 3D DSA BODY και την εφαρμογή των Embolization Guidance και Identify Vessel προγραμμάτων, με τη χρήση ενδοφλέβιας ωδιούχου σκιαγραφικής ουσίας Iomeron 350mg/ml, μέσω εγχυτή BAYER (Medrad Mark 7 Arterion) (Εικόνα 41), συνδεδεμένο με τα λειτουργικά προγράμματα του αγγειογράφου. Η αραίωση του σκιαγραφικού με φυσιολογικό ορό ήταν 2/3, προς αποφυγή φαινομένων σκλήρυνσης δέσμης.

Τα επιλεγμένα στοιχεία στον εγχυτή ήταν :



**Εικόνα 41.** Εγχυτής Bayer (Medrad Mark 7 Arterion) προγραμματισμένα στοιχεία του εγχυτή και αναφορά στα πραγματικά απεδιδόμενα κατά την εξέλιξη του προγράμματος CBCT. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας».



α



β

**Εικόνα 42.** Στις εικόνες α και β που παρατίθενται παραπάνω απεικονίζεται με CBCT και Embolization Guidance - identify Vessel προγράμματα, Siemens, Erlangen, Germany. Η πορεία του τροφοφόρου αγγείου του όγκου με το βραχίονα C να τοποθετείται σε διαφορετική γωνία αναλόγως τις ανάγκες της καθοδήγησης του οδηγού σύρματος και του καθετήρα προς βέλτιστη απεικόνιση της πορείας του επιλεχθέντος αγγείου. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας».

Επιπλέον η ακτινολογική παρακολούθηση έγχυσης εμβολικών και χημειοθεραπευτικών παραγόντων απεικονίζονται εντυπωσιακά μέσω διάχυσης και κατακράτησης του χημειοθεραπευτικού παράγοντα στο παρέγχυμα του όγκου αποτέλεσμα χρήσης εμβολικών υλικών. Μέθοδος που επιτρέπει άμεση επιβεβαίωση της τεχνικής επιτυχίας της θεραπευτικής παρέμβασης από τους Επεμβατικούς Ακτινολόγους.(Εικόνα 43.)



α



β

**Εικόνα 43.** Ακτινοσκοπικές εικόνες: α. Διάχυση των θεραπευτικών παραγόντων στο παρέγχυμα του όγκου β. Κατακράτηση του χημειοθεραπευτικού παράγοντα στον όγκο, αποτέλεσμα χρήσης εμβολικών στοιχείων. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας»

Η συνεδρία ολοκληρώθηκε με την επιβεβαίωση της ορθής εφαρμογής του TACE με τη χρήση 2D DSA.



α



β

**Εικόνα 44.** Απεικόνιση α. πριν τον Χημειοεμβολισμό, β. μετά το Χημειοεμβολισμό. Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας»

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται συγκριτικά δεδομένα εξαγόμενα από τις δυο συνεδρίες όπως καταγράφηκαν:

	<b>A ΣΥΝΕΔΡΙΑ</b>	<b>B ΣΥΝΕΔΡΙΑ</b>
<b>ΝΟΣΟΣ</b>	HCC	HCC
<b>ΧΗΜΕΙΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ</b>	ADRIBLASTINA 100MG	ADRIBLASTINA 100MG
<b>ΕΜΒΟΛΙΚΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ</b>	EMBOCEPT	EMBOCEPT
<b>CBCT PROGRAMME</b>		5s 3D DSA BODY
<b>MAX SKIN ENTRANCE DOSE mGy</b>	1356	1110
<b>ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ DSA</b>	LIVER EMBOLIZE-BODY 4	LIVER EMBOLIZE-BODY 4
<b>TOTAL TIME FLURO</b>	18.9min	19,3 min
<b>ΜΕΤΕΜΒΟΛΙΚΟ ΣΥΝΔΡΟΜΟ</b>	ΠΟΝΟΣ ΣΤΟ ΣΤΗΘΟΣ	ΠΟΝΟΣ ΣΤΟ ΣΤΗΘΟΣ
<b>TOTAL DAP Gy<sub>cm</sub><sup>2</sup></b>	30 4,4	295,04
<b>ΒΑΘΜΟΣ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ(ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΣΘΕΝΗ ΚΛΙΜΑΚΑ 0-10)</b>	5	0

**Πίνακας 3.** Σύγκριση δεδομένων των δυο συνεδριών . Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας».

Συγκρίνοντας τα δεδομένα των δυο συνεδριών, παρατηρούμε ότι οι θεραπευτικοί παράγοντες συμπίπτουν κατά τις δυο συνεδρίες. Στα ακτινοτεχνολογικά χαρακτηριστικά παρατηρούμε διαφοροποίηση διότι στην πρώτη συνεδρία εφαρμόστηκε 2D DSA καθοδήγηση συγκριτικά με τη δεύτερη όπου εφαρμόστηκε CBCT καθοδήγηση.

Μελετώντας τα αποτελέσματα παρατηρήθηκε ότι το συνολικό DAP και ο συνολικός χρόνος ακτινοσκόπησης δεν διαφοροποιούνται σημαντικά. Μικρή μείωση παρόλα αυτά, παρουσιάζεται στο συνολικό DAP της δεύτερης συνεδρίας, η οποία πραγματοποιήθηκε με CBCT καθοδήγηση κατά 9,36 Gy<sub>cm</sub><sup>2</sup> ( 3.07% συγκριτικά με την πρώτη), παρότι εμφανίζεται μικρή αύξηση του συνολικού χρόνου ακτινοσκόπησης κατά 0.4min.

Επιπρόσθετα, διαφαίνεται ότι με τη χρήση CBCT αποδίδονται βέλτιστα αποτελέσματα στο MAX SKIN ENTRANCE DOSE (Μέγιστη Δόση Εισόδου στο Δέρμα) στη δεύτερη συνεδρία με



τη χρήση CBCT καθοδήγησης. Τα αποτελέσματα εμφανώς μειωθήκαν από 1356 mGy σε 1110 mGy, αποδίδοντας προστιθέμενη αξία στην εφαρμογή της τεχνικής.

## 6.5 Συμπέρασμα

Η Επεμβατική Ακτινολογία αποτελεί μια συνεχώς εξελισσόμενη εξειδίκευση, στην οποία η εξέλιξη της Ακτινοτεχνολογίας και η εισαγωγή νέων υβριδικών τεχνικών επιδρά θετικά βελτιστοποιώντας τα απεικονιστικά, τεχνολογικά και θεραπευτικά αποτελέσματα.

Συμπερασματικά, με την εισαγωγή της CBCT καθοδήγησης στο πρωτόκολλο Χημειοεμβολισμού του τμήματος και μετά τη μελέτη των αποτελεσμάτων που συγκεντρώσαμε διαπιστώθηκε ότι, η χρήση της αποδίδει βελτιστοποιημένα απεικονιστικά δεδομένα, σαφέστερες πληροφορίες της ανατομικής του ηπατικού αρτηριακού δικτύου που τροφοδοτεί τον όγκο στόχο, εξυπηρετεί την εκλεκτικότερη καθοδήγηση στα τροφοφόρα αγγεία του όγκου, προσαυξάνοντας έτσι στην τεχνική επιτυχία της επέμβασης συγκριτικά τη χρήση 2D DSA guided roadmap.

Επιπλέον, μελετώντας τις αναφερόμενες περιπτώσεις Α. και Β. διαφαίνεται, ότι με τη χρήση CBCT καθοδήγησης στο Χημειοεμβολισμό Ήπατος, δύναται να μειωθούν τα αποτελέσματα στο συνολικό DAP, στο συνολικό ακτινοσκοπικό χρόνο καθώς και στη μέγιστη δόση εισόδου στο δέρμα. Η ελαχιστοποίηση τους σε συνδυασμό με τα βέλτιστα απεικονιστικά και θεραπευτικά αποτελέσματα προσαυξάνει την απόφαση για ενσωμάτωση της υβριδικής αυτής τεχνικής στο πρωτόκολλο το οποίο η Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας του νοσοκομείου μας χρησιμοποιεί επι έτη.

Εν κατακλείδι, η ακτινοπροστασία τόσο του ασθενούς όσο και του ιατρικού, τεχνολογικού και νοσηλευτικού προσωπικού, που αποτελεί πρώτιστο μέλημα στα Τμήματα Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών και δη στα Τμήματα Επεμβατικής Ακτινολογίας, ενισχύεται με την εφαρμογή της CBCT. Στο συμπέρασμα αυτό οδήγησε η σύγκριση των δεδομένων (Total Dap, Total Fluoro Time, Max Skin Entrance Dose) τα οποία υπολογίσαμε με την ενσωμάτωση της CBCT καθοδήγησης κατά την διάρκεια εφαρμογής πρωτοκόλλου Χημειοεμβολισμού Ήπατος από την Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας του ΓΑΘΝΑ «Ο Άγιος Σάββας».». Δεδομένων των αποτελεσμάτων αυτών, θα συνεχίσουμε να μελετάμε την τεχνική και τα αποτελέσματα καθώς και να βελτιστοποιήσουμε την εφαρμογή ενσωματώνοντας τη, στο πρωτοκολλο Χημειοεμβολισμού της Μονάδας Επεμβατικής Ακτινολογίας.

## Γ .ΜΕΡΟΣ

### Παράρτημα

#### Πίνακας Παράθεσης Εικόνων με Βιβλιογραφική Αναφορά

- Εικόνα 1.** Wilhelm Conrad Röntgen (1845–1923)
- Εικόνα 2.** Η πρώτη αγγειογραφία σε πτωματικό ακρωτηριασμένο χέρι
- Εικόνα 3.** Πρώτος καρδιακός καθετηριασμός
- Εικόνα 4.** Μηχανισμός τοποθέτησης φιλμ στη
- Εικόνα 5.** Αγγειακός Εγχυτής
- Εικόνα 6.** Dr. Sven-Ivar Seldinger
- Εικόνα 7.** Dr. Cesare Gianturco (1906-1995)
- Εικόνα 8.** Φυσιολογικό Ήπαρ
- Εικόνα 9.** Αρτηριακή παροχή του ήπατος
- Εικόνα 10.** Απεικόνιση του Αληρείου Τρίποδα με φυσιολογική Απεικόνιση της Κοινής Ηπατικής, της Ιδίως Ηπατικής και της Γαστροδωδεκαδακτυλικής (GDA) με DSA, κατά τη διαδικασία πραγματοποίησης Χημειοεμβολισμού
- Εικόνα 11.** Παραλλαγές στην ηπατική αρτηριακή ροή, ταξινόμηση κατά MICHEL
- Εικόνα 12.** Ψηφιακή Αφαιρετική Αγγειογραφία με απεικόνιση παραλλαγής της Ηπατικής Αρτηρίας από την Άνω Μεσεντέριο Αρτηρία, αντί του Αληρείου Τρίποδα ,πριν το Χημειοεμβολισμό Ήπατος. α) απεικόνιση Σπληνικής και Γαστρικής Αρτηρίας με απουσία ηπατικής αρτηρίας στον Αλήρειο Τρίποδα β) διερευνητική DSA στην Άνω Μεσεντέριο Αρτηρία και απεικόνιση Ηπατικής Αρτηρίας εκφυόμενης από αυτήν.
- Εικόνα 13.** Φλεβική Αιματική Παροχή του ήπατος
- Εικόνα 14.** Ανατομική Κατάτμηση του Ήπατος κατά Couinaud
- Εικόνα 15.** Αγγειογραφική Απεικόνιση Μονήρους Ηπατοκυτταρικού Καρκίνου Ήπατος (HCC), στο Δεξιό Ηπατικό Λοβό, σε ασθενή με HBV πριν τη διενέργεια Χημειοεμβολισμού
- Εικόνα 16.** Εκλεκτικός καθετηριασμός της Αριστερής Ηπατικής Αρτηρίας σε Ενδοηπατικό Χολαγγειοκαρκίνωμα προς ενδαρτηριακό Χημειοεμβολισμό.
- Εικόνα 17.** Ψηφιακή Αφαιρετική Απεικόνιση Δευτεροπαθούς εντόπισης στο

τμήμα VI-VII του ήπατος από Καρκίνο του Παχέος Εντέρου κατά τη διαδικασία Χημειοεμβολισμού Ήπατος. Διακρίνονται χειρουργικά clips από ηπατεκτομή του V τμήματος κατά Couinaud.

- Εικόνα 18.** Υπερεκλεκτικός της καθετηριασμός της Δεξιάς Ηπατικής Αρτηρίας σε HCC έως το τροφοφόρο αγγείο του όγκου-στόχου με μικροκαθετήρα 2.6Fr. Εικόνες πριν και μετά την εφαρμογή Χημειοεμβολισμού , με τη χρήση ως χημειοθεραπευτικού παράγοντα ADRIPLASTINA και εμβολικού υλικού Embosphere. Η μειωμένη αγγείωση είναι εμφανής στην απεικόνιση μετά την ολοκλήρωση του εμβολισμού ως ένδειξη ορθής εφαρμογής της τεχνικής.
- Εικόνα 19.** Σχηματική ανάλυση αισθητήρα CMOS με σπινθηριστή CsI:TI
- Εικόνα 20.** Geometry calibration set up, Artis Zee-Siemens C-arm.
- Εικόνα 21.** Ομοίωμα γεωμετρικού ελέγχου για τρισδιάστατη απεικόνιση. Artis Zee, Siemens C-arm. Siemens, Erlangen, Germany.
- Εικόνα 22.** Ανιχνευσιμότητα όγκου και ποιότητα εικόνας Οπτικοποίησης τροφοφόρων αγγείων όγκου
- Εικόνα 23.** Τρισδιάστατη αγγειακή σχέση μετά από ανασύνθεση CBCT υπό τη διενέργεια Χημειοεμβολισμού ήπατος ,σε ασθενή με μεταστατικό Ca παχέος εντέρου.
- Εικόνα 24.** 3D Απεικόνιση Ηπατικής Αρτηρίας και κλάδων αυτής πριν τη διενέργεια Χημειοεμβολισμού.
- Εικόνα 25.** Embolization Guidance, Artis Zee, Siemens, με χρήση Identify Vessel. Siemens, Erlangen, Germany.
- Εικόνα 26.** Δημοσιευμένα αποτελέσματα μελετών για τη χρήση λογισμικού αυτόματη αναγνώρισης αγγείων κατά τη διενέργεια Χημειοεμβολισμού Ήπατος.
- Εικόνα 27.** Ποσοστιαία συμφωνία μεταξύ Επεμβατικών Ακτινολόγων ανά μέθοδο
- Εικόνα 28.** System including MEGALIX CAT PLUS 125/40/80 -20-121 GW tube assembly. , Siemens, Erlangen, Germany.
- Εικόνα 29.** Τεχνικά χαρακτηριστικά ανιχνευτή as 40HDR. System Owner Manual, AXA4-100.629.05.02.02. , Siemens, Erlangen, Germany.
- Εικόνα 30.** Header 5s 3D DSA BODY. Siemens, Erlangen, Germany
- Εικόνα 31.** Οι εικόνες α.,β.,γ.,δ. αναδεικνύουν σε διαφορετικές γωνίες του C-arm τον διχασμό αγγείου της δεξιάς ηπατικής αρτηρίας, προς εκλεκτική καθοδήγηση οδηγών συρμάτων και μικροκαθετήρων και εμβολισμό του όγκου.
- Εικόνα 32.** α. DSA Αληρείου τρίποδα , β. DSA Pre Embolization από ιδίως Ηπατική Αρτηρία διαμέσου καθετήρα 5F, γ. DSA Pre Embolization

- υπερεκλεκτικά διαμέσου μικροκαθετήρα 2.6F, δ. Post emboization DSA διαμέσου μικροκαθετήρα 2,6 F
- Εικόνα 33.** Συγκριτική απεικόνιση α. DSA και β. CBCT κλάδων της δεξιάς ηπατικής αρτηρίας για την χρήση τους ως χάρτη καθοδήγησης σε Χημειοεμβολισμό Ήπατος κατά την πρώτη συνεδρία.
- Εικόνα 34.** Προ επεμβατική CT ήπατος πριν τον Χημειοεμβολισμό
- Εικόνα 35.** α., β., γ ,δ : Απεικόνιση του αγγειακού δικτύου της δεξιάς Ηπατικής Αρτηρίας με τη χρήση CBCT. Εμφανής απεικόνιση κλάδων και διχασμού της δεξιάς Ηπατικής Αρτηρίας. Υπό διαφορετικές γωνίες του C - arm.
- Εικόνα 36.** Εικόνες (α, β) από την ακτινοσκοπική παρακολούθηση υπερεκλεκτικής έγχυσης χημικοθεραπευτικού παράγοντα με εμβολικά υλικά μέσω καθετήρα 2.6F.
- Εικόνα 37.** Στις τρισδιάστατες εικόνες α και β , πριν και μετά τον Χημειοεμβολισμό παρατηρούμε την μείωση του αγγειακού δέντρου στην περιοχή του όγκου στόχου, δείγμα επιτυχούς εφαρμογής της τεχνικής.
- Εικόνα 38.** Ανατομική παραλλαγή στην ηπατική ροή με χρήση διερευνητικών 2D DSA. Στη εικόνα α. απουσία τής ηπατικής αρτηρίας κατά την απεικόνιση του Αληρείου τρίποδα και στην β. η ηπατική αρτηρία εκφύεται από την Άνω Μεσεντέριο.
- Εικόνα39.** Απεικονιστικός έλεγχος από προ επεμβατική CT (α ,β)
- Εικόνα 40.** DSA για την επιβεβαίωση της θέσης του καθετήρα α. Καθετήρας 5F στην Άνω Μεσεντέριο β. Μικροκαθετήρας 2.6F στη δεξιά ηπατική πριν την CBCT.
- Εικόνα 41.** Εγχυτής Bayer (Medrad mark7Arterion) προγραμματισμένα στοιχεία του εγχυτή και αναφορά στα πραγματικά αποδιδόμενα κατά την εξέλιξη του προγράμματος CBCT.
- Εικόνα 42** Στις εικόνες α και β που παρατίθενται παραπάνω απεικονίζεται με CBCT και Embolization Guidance - identify Vessel προγράμματα, Siemens, Erlangen, Germany. Η πορεία του τροφοφόρου αγγείου του όγκου με το βραχίονα C να τοποθετείται σε διαφορετική γωνία αναλόγως τις ανάγκες της καθοδήγησης του οδηγού σύρματος και του καθετήρα προς βέλτιστη απεικόνιση της πορείας του επιλεχθέντος αγγείου
- Εικόνα 43.** α. Διάχυση των θεραπευτικών παραγόντων στο παρέγχυμα του όγκου β. Κατακράτηση του χημικοθεραπευτικού παράγοντα αποτέλεσμα στον όγκο αποτέλεσμα χρήσης εμβολικών στοιχείων.

**Εικόνα 44.** Απεικόνιση α. πριν τον Χημειοεμβολισμό, β. μετά το Χημειοεμβολισμό.

### Κατάλογος Πινάκων

<b>Πίνακας 1.</b>	Στοιχεία εγχυτή.	Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας»
<b>Πίνακας 2.</b>	Πίνακας σύγκρισης δεδομένων των δυο συνεδριών .	Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας».
<b>Πίνακας 3.</b>	Πίνακας Σύγκρισης δεδομένων των δυο συνεδριών .	Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας ΓΑΟΝΑ «Ο Άγιος Σάββας».

## Συνομεύσεις - Abbreviations

<b>Abbreviations</b>	<b>Explanations</b>
Fr	French (1 fr =0,33mm)
HCC	Hepatocellular Carcinoma
TACE	Transcatheter Arterial Chemoembolization
BCLC	Barcelona-Clinic Liver Cancer
IR	Interventional Radiology
DSA	Digital Subtraction Angiography
FPDs	Flat Panel Detectors
CBCT	Cone Beam Computed Tomography
3D	Three-Dimensional
HBV	Hepatitis B virus
HCV	Hepatitis C virus
U/S	Ultrasound
CT	Computed Tomography
MRI	Magnetic Resonance Imaging
Net	Neuroendocrine Tumors
ΧΔΙ	Χωρική Διακριτική Ικανότητα
2D	Two-dimensional
QA	Quality Assurance
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
a-Si:H	Hydrogenated Amorphous Silicon
lp / mm	Line Pairs per millimeter
FOV	Field of View
TFT	Thin-Film Transistor
MIP	Maximum Intensity Projections
SNR	Signal to Noise Ratio
MDCT	Multidetector CT
MPR	Multiplanar Reconstruction
MIP	Maximum Intensity Projection
CBCT-HA	Cone-Beam Computed Tomography-Hepatic Arteriography
PSI	Pound-force per Square Inch
DAP	Dose Area Product
AFD	Automated Feeder Detection
SID	Source-to-Image Distance

## Έντυπο Δήλωσης Συγκατάθεσης για Επιστημονική Έρευνα

Καλείστε να συμμετάσχετε σε μια επιστημονική έρευνα στα πλαίσια Μεταπτυχιακού Προγράμματος που διεξάγεται από το τμήμα Βιοϊατρικών επιστημών , κατεύθυνση Ακτινολογίας - Ακτινοθεραπείας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, με θέμα «Σύγχρονες Τεχνικές Ιατρικής Απεικόνισης», σε συνεργασία με τη Μονάδα Επεμβατικής Ακτινολογίας του Νοσοκομείου « Ο Άγιος Σάββας» με τίτλο "Χημειοεμβολισμός υπό CBCT καθοδήγηση . Σκοπός της εν λόγω επιστημονικής ερευνάς είναι η μελέτη της μεθόδου με σύγχρονες τεχνικές απεικόνισης ώστε να διεξαχθούν συμπεράσματα που θα ωφελήσουν στην ακρίβεια και στην βελτιστοποίησή της.

❖ Εχετε διαβάσει και κατανοήσει το έντυπο ενημέρωσης σχετικά με την επεξεργασία των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα που σας αφορούν στο πλαίσιο της εν λόγω έρευνας

❖ Μέσω του Εντύπου Ενημέρωσης λάβατε γνώση σχετικά με την έρευνα και τις διαδικασίες της, ποια δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα που σας αφορούν πρόκειται να επεξεργαστούν στο πλαίσιο της έρευνας.

❖ Έχετε ενημερωθεί, μέσω του Εντύπου Ενημέρωσης σχετικά με τα δικαιώματά σας, όπως αυτά απορρέουν από το Γενικό Κανονισμό για την Προστασία Δεδομένων

❖ Γνωρίζετε ότι η συμμετοχή σας στην εν λόγω επιστημονική έρευνα είναι εθελοντική.



## ΕΜΠΙΣΤΕΥΤΙΚΟΤΗΤΑ

Ο ερευνητής και το Πανεπιστήμιο δεσμεύεται να τηρεί πλήρη εμπιστευτικότητα για όλες τις πληροφορίες που θα αποκτηθούν στο πλαίσιο της συγκεκριμένης έρευνας και οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν στην ταυτοποίησή σας.

Πιο συγκεκριμένα, δεδομένα που σας αφορούν θα δημοσιευτούν μόνο εφόσον υπάρχει η ρητή συγκατάθεσή σας ή είναι πλήρως ανωνυμοποιημένα.

Έχω διαβάσει τις ανωτέρω αναφερόμενες πληροφορίες και συμφωνώ να συμμετέχω στη συγκεκριμένη επιστημονική έρευνα.

Σε περίπτωση που ο υπεύθυνος ερευνητής επιθυμεί μετρά το πέρας της έρευνας να δημοσιεύσει δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα που με αφορούν,  Συναινώ  Δεν Συναινώ σε αυτή του την ενέργεια.

Όνοματεπώνυμο συμμετέχοντος / συμμετέχουσας στην έρευνα:

.....

Ημερομηνία: ..... Υπογραφή: .....

