

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Σκιαγραφική αντίθεση εικόνας

Εισαγωγή

Η ακτινολογική εικόνα είναι αποτέλεσμα της διαδικασίας μεταφοράς πληροφοριών που αφορούν σε στοιχεία ανατομίας και λειτουργίας του ανθρωπίνου σώματος. Η διαδικασία μεταφοράς των πληροφοριών υπόκειται σε διάφορες επιδράσεις. Η σκιαγραφική αντίθεση είναι μια από τις παραμέτρους που καθορίζουν την ποιότητα αυτής της μεταφοράς. Στην τελική της μορφή η σκιαγραφική αντίθεση αποτυπώνεται στην εικόνα ως διαφορά πυκνοτήτων – φωτεινότητας. Στη διαδρομή όμως διαμορφώνεται από άλλες παραμέτρους όπως:

- μέθοδος και τύπος εξέτασης
 - ιονίζουσες ακτινοβολίες
 - μέθοδος εξέτασης (α/α, ακτινοσκόπηση, αξονική τομογραφία) παράμετροι εξέτασης
 - υπερηχογραφία (συχνότητα ηχοβολέα, PRF, αρμονικές)
 - μαγνητική τομογραφία (τύποι και σχεδιασμός ακολουθιών, σύστημα μαγνητικού τομογράφου)
- φυσικές ιδιότητες του ανατομικού θέματος
 - συμπεριφορά στις ιονίζουσες ακτινοβολίες
 - συμπεριφορά στην επίδραση των υπερήχων
 - συμπεριφορά στη μαγνητική τομογραφία
 - τροποποίηση με σκιαγραφικά μέσα
- σκιαγραφική αντίθεση παρουσίασης / εκτύπωσης
 - ακτινολογικό φιλμ
 - οθόνη ακτινοσκόπησης
 - ψηφιακή απεικόνιση
 - εκτύπωση
- υποκειμενική αντίθεση

- ο συνθήκες παρατήρησης
- ο φυσιολογία της όρασης,
- ο δεξιότητες του παρατηρητή, προσωπική άποψη

1.1 Μέθοδος και τύπος εξέτασης

Θα αναφερθούμε στον τόπο με τον οποίο οι απεικονιστικές μέθοδοι επηρεάζουν τη σκιαγραφική αντίθεση της εικόνας στην εισαγωγή των ανά μέθοδο επομένων κεφαλαίων.

1.2. Σκιαγραφική αντίθεση ανατομικού θέματος

Με τον όρο σκιαγραφική αντίθεση του ανατομικού θέματος αναφερόμαστε στον τρόπο με τον οποίο οι φυσικές ιδιότητες του ανατομικού θέματος επηρεάζουν / διαμορφώνουν την πληροφορία που θα αποτυπωθεί ως ακτινολογική εικόνα. Είναι στην πραγματικότητα η σκιαγραφική αντίθεση της εικόνας πριν αυτή τροποποιηθεί από την επίδραση των σκιαγραφικών μέσων, μεθόδων αποτύπωσης / ανάδειξης της εικόνας (οθόνη, φιλμ, κλπ).

Η αντίθεση του ανατομικού θέματος εξαρτάται από τη μέθοδο απεικόνισης (ιονίζουσες ακτινοβολίες, υπερηχογραφία, μαγνητική τομογραφία).

1.2.1 Στις απεικονιστικές εξετάσεις που γίνονται με χρήση ιονιζουσών ακτινοβολιών η σκιαγραφική αντίθεση της δέσμης ακτινοβολίας που εξέρχεται από τον ασθενή εξαρτάται από τις παρακάτω φυσικές ιδιότητες του ανατομικού θέματος:

Ατομικός αριθμός (Z): η αύξηση του ατομικού αριθμού αυξάνει την εξασθένηση της πρωτογενούς δέσμης από το ανατομικό θέμα. Στη διαγνωστική ακτινολογία το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο είναι η κυρίως υπεύθυνη για αυτό μορφή αλληλεπίδρασης. Σε αυτό οφείλεται και η χρήση του μολύβδου ως υλικού θωράκισης ($Z=82$).

Πυκνότητα (ρ): για δεδομένο όγκο η αύξηση της πυκνότητας (ποσότητα μάζας ανά μονάδα όγκου) προκαλεί άυξηση της εξασθένησης της πρωτογενούς δέσμης. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η ένταση της εξερχομένης δέσμης και μεταβάλλεται η σκιαγραφική αντίθεση του θέματος.

Πάχος (th): η αύξηση του πάχους αυξάνει την εξασθένηση της πρωτογενούς δέσμης και επομένως επηρεάζει την αντίθεση του ανατομικού θέματος.

1.2.2 Στις απεικονιστικές εξετάσεις που γίνονται με χρήση υπερήχων στη σκιαγραφική αντίθεση του ανατομικού θέματος επιδρούν ιδιότητες που έχουν σχέση με τις φυσικές αρχές της μεθόδου, όπως:

Ακουστική εμπέδηση: είναι το αντίστοιχο της τριβής στα μηχανικά συστήματα και μετρά την αντίσταση των ιστών στη διέλευση του ήχου. Προκαλεί ανακλάσεις που επιτρέπουν την απεικόνιση κυρίως των ορίων των ανατομικών δομών

Μέγεθος και πυκνότητα ανακλαστών: το μέγεθος και η πυκνότητα των ανακλαστών (οι μικρότερες δομές που προκαλούν επιστροφή ήχου στο ηχοβολέα) μέσα στους ιστούς παρέχουν πληροφορίες περί της εσωτερικής τους αρχιτεκτονικής (χαρακτηριστική ηχοδομή των διαφορετικών ιστών) ή έλλειψη ηχοδομής που αναγνωρίζεται στην υπερηχογραφική εικόνα.

1.2.3 Στις απεικονιστικές εξετάσεις που γίνονται με μαγνητική τομογραφία η σκιαγραφική αντίθεση του ανατομικού θέματος εξαρτάται από ενδογενείς παραμέτρους όπως:

Πυκνότητα πρωτονίων: όσο μεγαλύτερη η πυκνότητα πρωτονίων σε μία περιοχή τόσο υψηλότερη και η ένταση σήματος.

Διαφορές των ιστών στους χρόνους χαλάρωσης T1, T2: έχουν συγκεκριμένες τιμές στους διάφορους ιστούς και ως εκ τούτου επηρεάζουν την αντίθεση. Σχετικός συντελεστής διάχυσης

Ροή: η παρουσία ροής σε αγγεία και επηρεάζει την απεικόνιση του αγγείου καθαυτού και δημιουργεί artifacts λόγω παλμικότητας.

Όλες αυτές οι παραπάνω παράμετροι εκφράζονται στην εικόνα ανάλογα με τον τρόπο που έχει σχεδιασθεί κάθε ακολουθία παλμών (εξωγενείς παράμετροι).

1.3. Σκιαγραφική αντίθεση παρουσίας / εκτύπωσης

Η σκιαγραφική αντίθεση της ακτινολογικής εικόνας (image contrast) είναι το μέγεθος που εκφράζει τη διαφορά οπτικής πυκνότητας / φωτεινότητας μεταξύ δύο περιοχών της. Πρόκειται δηλαδή για την αντίθεση όπως διαμορφώνεται επάνω στην τελική εικόνα.

Η αντίθεση εικόνας ορίζεται με τον τύπο:

$$C_I = \frac{d_1 - d_2}{d_0}$$

όπου d_1, d_2 είναι οι οπτικές πυκνότητες δύο «γειτονικών» περιοχών της εικόνας και d_0 η οπτική πυκνότητα που αντιστοιχεί σε ακτινοβολία έντασης I_0 .

Η αντίθεση εικόνας είναι ίση με το γινόμενο της αντίθεσης αντικειμένου επί την αντίθεση του φιλμ γ .

$$C_I = C_0 * \gamma$$

Συγκεκριμένα για το συμβατικό ακτινολογικό φιλμ η αντίθεσή του είναι ίση με την κλίση της χαρακτηριστικής καμπύλης (H & D) του φιλμ. Για δεδομένη αντίθεση του

ανατομικού θέματος C_0 , η τελική αντίθεση στην εικόνα ενισχύεται σε βαθμό που εξαρτάται από το γ του ακτινολογικού φιλμ που θα χρησιμοποιηθεί.

Επειδή εκτός από το ακτινογραφικό φιλμ, διατίθενται και άλλα μέσα παρουσίασης εικόνων (ψηφιακή απεικόνιση, ενισχυτές εικόνας, οθόνες τηλεόρασης) χρησιμοποιείται και ο όρος **αντίθεση παρουσίασης** ή αντίθεση απεικόνισης (display contrast) C_D . Έτσι η προηγούμενη σχέση γράφεται:

$$C_I = C_0 * C_D$$

Η ποσότητα C_D εκφράζει την αντίθεση που οφείλεται στη χρήση των υπολοίπων μέσων απεικόνισης και αποτυπώνεται υπό μορφή καμπύλης των μέσων αυτών, ανάλογης προς την χαρακτηριστική καμπύλη του φιλμ.

Ειδικά στην ψηφιακή απεικόνιση παρέχονται δυνατότητες επεξεργασίας εικόνας στις οποίες περιλαμβάνεται και η επεξεργασία της αντίθεσης. Με τον τρόπο αυτό υπάρχει δυνατότητα τροποποίησης της σκιαγραφικής αντίθεσης του ανατομικού θέματος σε ποικιλία βαθμών. Η χαρακτηριστική καμπύλη των ψηφιακών συστημάτων απεικόνισης είναι ευθεία σε αντίθεση με τη χαρακτηριστική καμπύλη του ακτινολογικού φιλμ.

Αυτό σε μικρότερο βαθμό είναι εφικτό και κατά την εκτύπωση εικόνων, όπου υπάρχει η δυνατότητα από τον κατασκευστή επιλογής διαφορετικών καμπυλών αντίθεσης. Από τις καμπύλες αυτές επιλέγεται όποια επιτρέπει την πιστότερη αναπαραγωγή της επιθυμητής εικόνας, όπως αυτή αποτυπώνεται στην οθόνη επεξεργασίας.

1.4. Υποκειμενική αντίθεση

Το μάτι αναλύει την εικόνα και αντιλαμβάνεται λεπτομέρειες. Η δυνατότητα απομόνωσης των σημαντικών πληροφοριών σε μια εικόνα εξαρτάται από τις διαφορές σε πυκνότητα – φωτεινότητα. Υπάρχουν όμως επιπλέον παράμετροι που επηρεάζουν τη δυνατότητα αντίληψης πληροφοριών όπως:

Φυσιολογία της όρασης

Η φασματική ευαισθησία του οφθαλμού εξαρτάται από τις συνθήκες φωτισμού (σχετική ενεργοποίηση κωνίων και ραβδίων του αμφιβληστροειδούς). Ανάλογα με την ένταση του φωτός υπάρχουν διαφορές στα μήκη κύματος ορατού φωτός στα οποία το μάτι είναι πιο ευαίσθητο. Η προσαρμογή του οφθαλμού επίσης συμμετέχει στην αντίληψη. Για να γίνει αντιληπτό ένα αντικείμενο πρέπει να υπάρχει ένα ελάχιστο διαφοράς πυκνότητας από το περιβάλλον του (διακριτική ικανότητα αντίθεσης, contrast resolution). Επιπλέον έχει σημασία και η οπτική γωνία (υπάρχει μια ελάχιστη γωνία που πρέπει να σχηματίζεται από τις ακτίνες των ορίων ενός αντικειμένου έτσι ώστε αυτό να είναι ορατό ανεξαρτήτως

απόστασης). Η οξύτητα αντίληψης επηρεάζεται από την οπτική γωνία, την αντίθεση και τη φωτεινότητα. Παράδειγμα ένα μεγάλο αντικείμενο χαμηλής αντίθεσης μπορεί να γίνει ορατό εάν υπάρχει αρκετή φωτεινότητα. Αντικείμενο μικρότερου μεγέθους, σε συνθήκες χαμηλότερης φωτεινότητας απαιτεί υψηλότερη αντίθεση για να γίνει αντιληπτό.

Δεξιότητες του παρατηρητή, προσωπική άποψη

Είναι γνωστό ότι η προηγούμενη εμπειρία διευκολύνει την επιτυχή απομόνωση πληροφοριών.

Συνθήκες παρατήρησης

Η φωτεινότητα του διαφανοσκοπίου ή της οθόνης και η σωστή ισορροπία μεταξύ φωτεινότητας οθόνης και περιβάλλοντος χώρου επηρεάζουν τη δυνατότητα αντίληψης πληροφοριών. Υπερβολική φωτεινότητα του περιβάλλοντος χώρου οδηγεί σε ανακλάσεις που επηρεάζουν την δυνατότητα αντίληψης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.

ΣΚΙΑΓΡΑΦΙΚΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ-X

Εισαγωγή

Τα μέσα σκιαγραφικής αντίθεσης αποτελούν εργαλεία τα οποία ενισχύουν τη σκιαγραφική αντίθεση που οφείλεται στις φυσικές ιδιότητες του ανατομικού θέματος.

Τα σκιαγραφικά μέσα είναι υλικά που χρησιμοποιούνται για την τεχνητή αύξηση της αντίθεσης. Τα υλικά αυτά διοχετεύονται με κατάλληλο τρόπο (πχ. ενδοφλέβια έγχυση, κατάποση κλπ) σε όργανα τα όποια με τις συνήθειες ακτινολογικές τεχνικές διαφοροποιούνται ανεπαρκώς από τις γειτονικές ανατομικές δομές.

Τα σκιαγραφικά μέσα που χρησιμοποιούνται στην απεικόνιση με ακτινοβολία-X ταξινομούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- **Υλικά υψηλού ατομικού αριθμού (θετικά σκιαγραφικά)** πχ. Βάριο ($Z=56$), Ιώδιο ($Z=53$), τα οποία δημιουργούν σκιαγραφική αντίθεση μέσω φωτοηλεκτρικού φαινομένου, δηλ. απορροφούν τα φωτόνια και δεν τους επιτρέπουν να φθάσουν στον ανιχνευτή εικόνας, παράγοντας «σκίαση» στην περιοχή που συγκεντρώνονται,

και

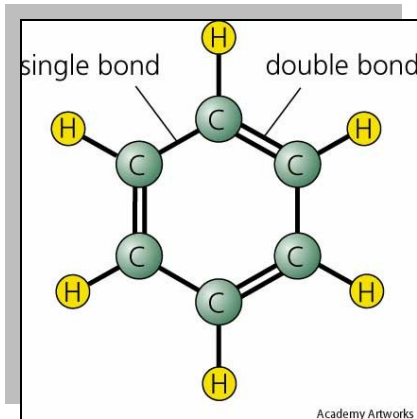
- **Υλικά χαμηλής πυκνότητας** πχ. αέρας δωματίου, οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα, τα οποία δημιουργούν σκιαγραφική αντίθεση λόγω της ιδιαίτερα χαμηλής τους πυκνότητας (αέρια) που μειώνει δραστικά το ενδεχόμενο αλληλεπίδρασης με τα φωτόνια της ακτινολογικής δέσμης, παράγοντας «διαύγαση» στην περιοχή που συγκεντρώνονται.

Και στις δύο περιπτώσεις οι περιοχές στις οποίες συγκεντρώνεται το σκιαγραφικό θα εμφανίσουν μεγάλες διαφορές (ως προς την οπτική πυκνότητα) σε σχέση με το περιβάλλον τους, προκύπτει δηλαδή αύξηση της σκιαγραφικής αντίθεσης.

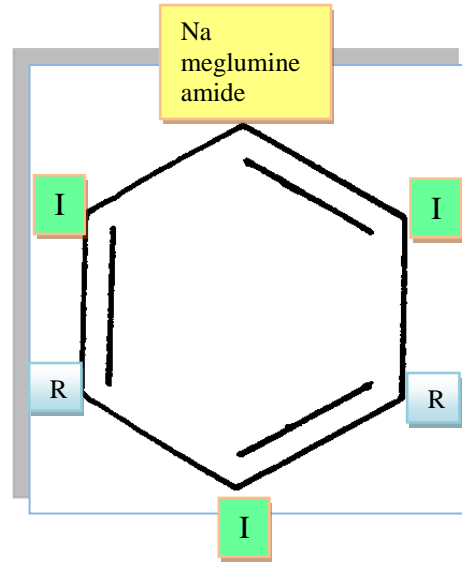
2.1. Χημική σύνθεση

Η δομή των ιωδιούχων ΣΜ στηρίζεται στο δακτύλιο του βενζοϊκού οξέος (κυκλική ένωση με 6 άτομα άνθρακα). Στο μόριο αυτό 3 από τα υδρογόνα αντικαθίστανται από άτομα ιωδίου και 2 ακόμα υδρογόνα αντικαθίστανται από μη διασπώμενα σύμπλοκα (ρίζες). Στη θέση του τελευταίου υδρογόνου στα ιονικά ΣΜ υπάρχει καρβοξυλική ρίζα (COO^{-1} σθένος=-1), ενώ το κατιόν (σθένος=+1) είναι συνήθως νάτριο ή μεγλουμίνη. Στα μη ιονικά ΣΜ και τα χαμηλής ωσμωτικότητας διμερή ΣΜ στη θέση αυτή τοποθετούνται οργανικά μη διασπώμενα σύμπλοκα (αμίδια=προέρχονται από την αμμωνία NH_3 με

αντικατάσταση του ή των H από άνθρακα και οξυγόνο, η απλούστερη μορφή είναι το αμίδιο με υποκατάσταση ενός μόνο υδρογόνου της αμμωνίας $-\text{CONH}_2$).



Δακτύλιος Βενζοϊκού οξέος C_6H_6



Υποκατάσταση των H^+ στα ιωδιούχα ΣΜ.
R = radical = ρίζα = ομάδα ατόμων με ελεύθερη θέση δέσμησης

Τα ιωδιούχα ΣΜ ανάλογα με τον αριθμό δακτυλίων βενζοϊκού οξέος ανά μόριο ΣΜ χωρίζονται σε **μονομερή ή διμερή**.

Τα ιωδιούχα ΣΜ που χρησιμοποιούνται στην απεικόνιση με ακτινοβολία-X κατηγοριοποιούνται επιπλέον με βάση την Ωσμωτικότητα και την Ιονικότητά τους.

Υψηλής / Χαμηλής ωσμωτικότητας. Ωσμωτικότητα είναι ο αριθμός των ωσμωτικά ενεργών σωματιδίων ανά kg διαλύτη. Όταν ο αριθμός σωματιδίων είναι μικρός το διάλυμα έχει χαμηλή ωσμωτικότητα, ενώ υψηλές συγκεντρώσεις σωματιδίων συνεπάγονται υψηλή ωσμωτικότητα. Η ωσμωτικότητα επηρεάζει τη μετακίνηση ύδατος μέσα από μεμβράνες και ως εκ τούτου ΣΜ με χαμηλή ωσμωτικότητα είναι καλύτερα ανεκτά από το σώμα (είναι πιο κοντινά στην ωσμωτικότητα του πλάσματος). Η ωσμωτικότητα έχει σχέση με τη συγκέντρωση των μορίων σκιαγραφικής ουσίας στο διάλυμα του ΣΜ και γι αυτό αναφερόμαστε στις κλινικά αποτελεσματικές συγκεντρώσεις.

Ιονικά / μη ιονικά ΣΜ. Τα ιονικά σκιαγραφικά μέσα στο νερό διαχωρίζονται σε ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια που ονομάζονται ιόντα. Τα ιονικά ΣΜ εμφανίζουν φορτίο, ενώ τα μη ιονικά ΣΜ είναι ηλεκτρικά ουδέτερα, όπως τα μόρια του νερού. Η

παρουσία ηλεκτρικού φορτίου επηρεάζει τις φυσιολογικές διεργασίες του σώματος και γι αυτό προτιμώνται τα μη ιονικά ΣΜ.

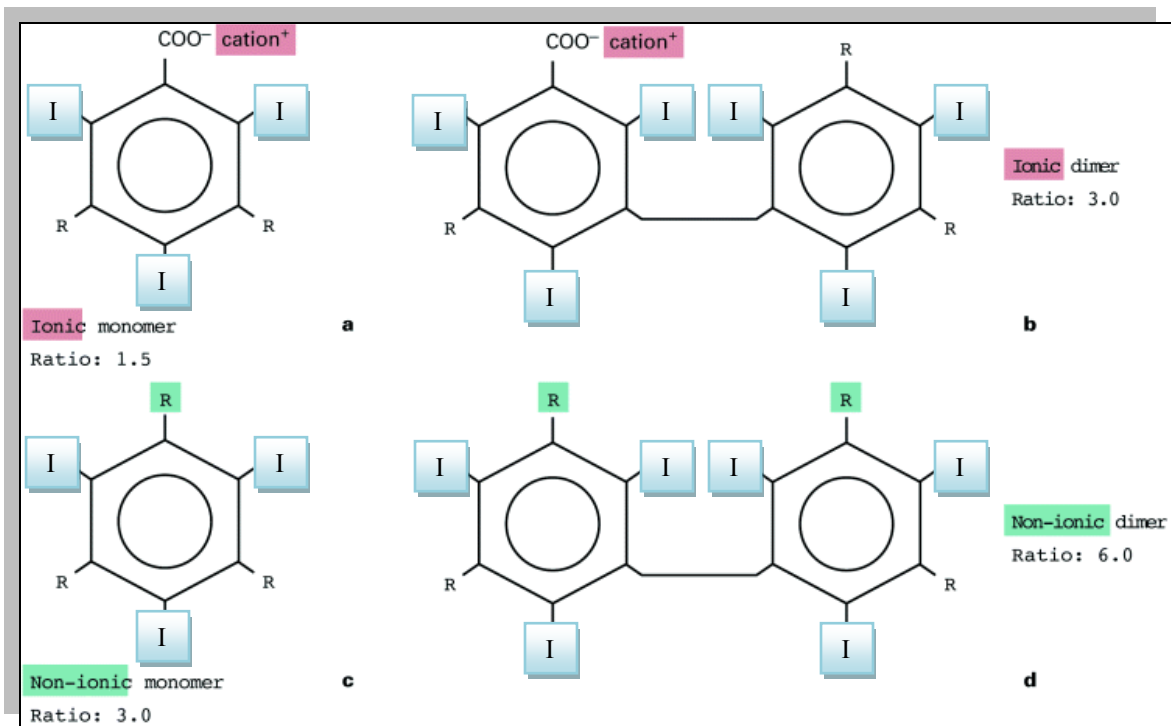
Στις περισσότερες περιπτώσεις τα χαμηλής ωσμωτικότητας ΣΜ είναι και μη ιονικά, παρότι υπάρχουν και ιονικά ΣΜ με χαμηλή ωσμωτικότητα.

Τα μη ιονικά ΣΜ έχουν την ιδιότητα να μη διασπώνται στο νερό και ταυτόχρονα να είναι υδρόφιλα (υδατοδιαλυτά). Ο λόγος των ατόμων ιωδίου προς τα σωματίδια εντός του διαλύματος αποτελεί σημαντικό χαρακτηριστικό των ΣΜ. Περιγράφει τη σημαντική συσχέτιση μεταξύ απεικονιστικού αποτελέσματος και τοξικότητας που σχετίζεται με την ωσμωτικότητα. Επειδή ο λόγος είναι ο αριθμός των ατόμων ιωδίου προς τον αριθμό σωματιδίων, επιθυμητός είναι ο μεγαλύτερος λόγος επειδή περισσότερα άτομα ιωδίου προκαλούν καλύτερη απεικόνιση και λιγότερα σωματίδια στο διάλυμα σημαίνουν μικρότερη ωσμωτοξικότητα. Τα ΣΜ με λόγο 1.5 είναι υψηλής ωσμωτικότητας, τα ΣΜ με λόγο = 3 είναι χαμηλής ωσμωτικότητας και αυτά με λόγο = 6 είναι ισο-ωσμωτικά προς το πλάσμα.

Η 1^η γενεά ιωδιούχων ΣΜ ήταν ιονικά μονομερή με μια καρβοξυλική ρίζα συνδεδεμένη στον πρώτο άνθρακα του δακτυλίου του βενζοϊκού οξέος. Στα υψηλής ωσμωτικής πίεσεως ΣΜ σε 3 άτομα ιωδίου αντιστοιχούν 2 σωματίδια (λόγος 3:2). Η ωσμωτικότητα αυτών των σκιαγραφικών βρίσκεται μεταξύ 1500-1800 mOsm/kg, ενώ η ωσμωτικότητα του πλάσματος είναι 290 mOsm/kg.

Τα χαμηλής ωσμωτικότητας ΣΜ χωρίζονται σε (1) μη-ιονικά μονομερή και (2) ιονικά διμερή. Αυτή είναι η 2^η γενεά ιωδιούχων ΣΜ που έχει περίπου τη μισή ωσμωτικότητα από την προηγούμενη. Επειδή τα μη-ιονικά μονομερή δεν ιονίζονται στο διάλυμα σε κάθε 3 άτομα ιωδίου αντιστοιχεί 1 σωματίδιο (λόγος 3:1). Η περιεκτικότητα σε ιώδιο φθάνει τα 300-370 mgI/ml και η ωσμωτικότητά τους 600-700 mOsm/kg, πάνω από 2 φορές αυτή του πλάσματος. Τα ιονικά διμερή έχουν ελαφρά χαμηλότερη ωσμωτικότητα. Διίστανται στο νερό και σε 6 άτομα ιωδίου αντιστοιχούν 2 σωματίδια (λόγος = 3).

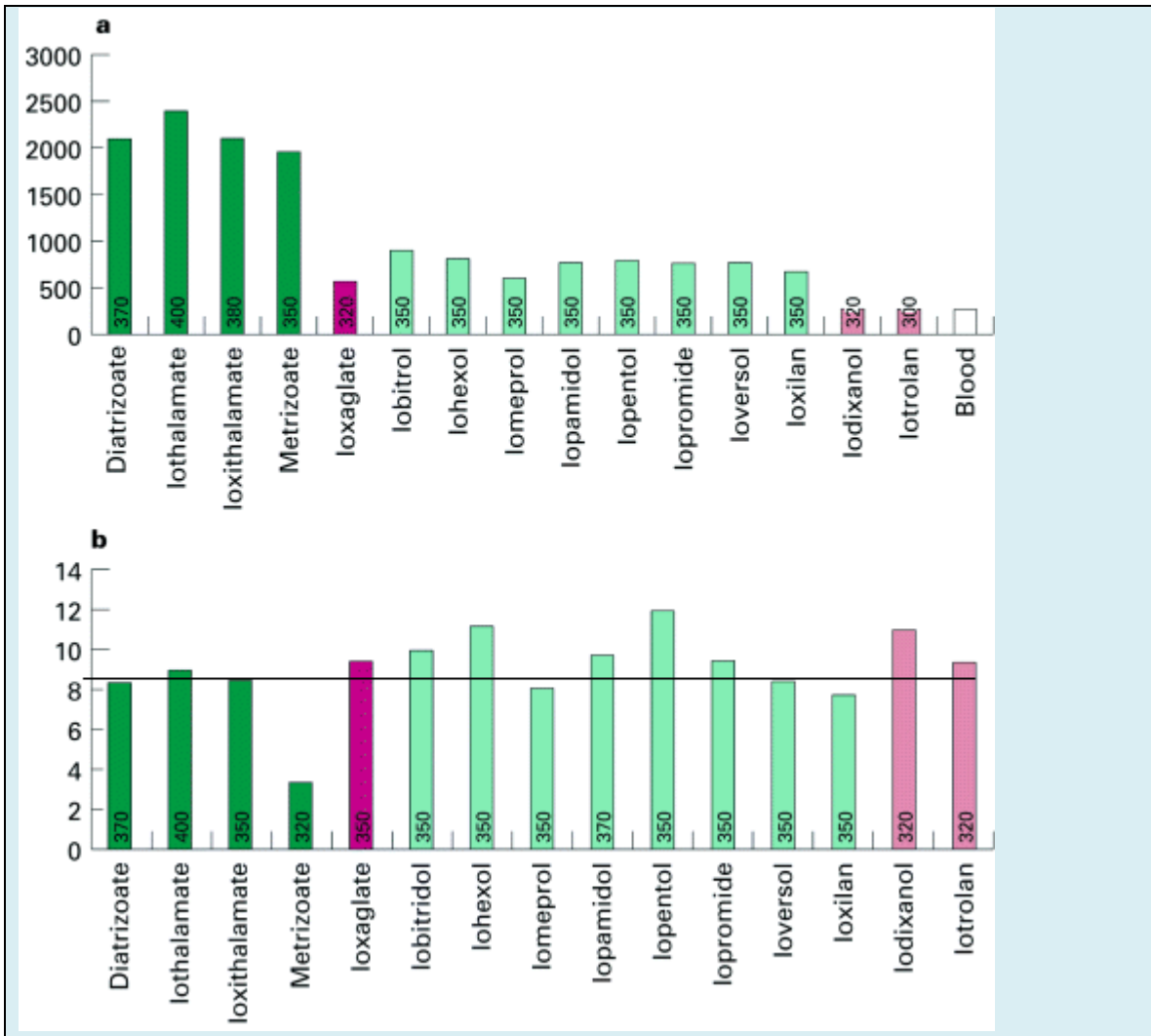
Η 3^η γενεά ιωδιούχων ΣΜ αποτελείται από ισο-ωσμωτικά διμερή. Πρόκειται για δύο μόρια ΣΜ συνδεδεμένα μέσω πλαγίας αλύσου και τα οποία εμφανίζουν υψηλότερο ιξώδες (αντίσταση στη ροή) από τα ΣΜ της 2^{ης} γενεάς. Σε 6 άτομα ιωδίου αντιστοιχεί 1 σωματίδιο (λόγος = 6:1). Στην κλινική πράξη, επειδή το μόριο είναι μεγάλο και το ιξώδες υψηλότερο μπορεί να μειωθεί η ταχύτητα ροής σε μικρά αγγεία. Επίσης δυσκολεύεται η ταχεία έγχυση μεγάλων ποσοστών ΣΜ. Το ιξώδες μειώνεται με τη θέρμανση των ΣΜ προ της χορήγησης.



Τύποι των ιωδιούχων ΣΜ **a**, ιονικό μονομερές υψηλής ωσμωτικότητας, **b**, ιονικό διμερές χαμηλής ωσμωτικότητας, **c**, μη-ιονικό μονομερές χαμηλής ωσμωτικότητας και **d**, μη-ιονικό ισο-ωσμωτικό διμερές [Thomsen, H.S. & Morcos, S.K. (2000) Radiographic contrast media. *BJU International* **86** (s1), 1-10]

Όλα τα ιωδιούχα ΣΜ εμφανίζουν παρόμοια φαρμακοκινητική. Έχουν χαμηλή λιποφιλία, χαμηλή χημική δραστηριότητα με τα υγρά του σώματος, σχετικά μικρό μοριακό βάρος, και χρόνο ημιζωής σε ασθενείς με φυσιολογική νεφρική λειτουργία περί τις 2 ώρες. Ανήκουν στις ουσίες που συγκεντρώνονται στον εξωκυττάριο χώρο. Αυτά που δεν είναι ισοωσμωτικά έχουν διουρητική δράση.

Τα γενικά χαρακτηριστικά των ιωδιούχων ΣΜ έχουν σημαντικές βιολογικές επιδράσεις. Η συστηματική επίδραση των ΣΜ που σχετίζεται κυρίως με την ωσμωτικότητά τους οδηγεί σε: παροδική αύξηση του όγκου αίματος, ελάττωση αιματοκρίτη, ελάττωση των περιφερικών αγγειακών αντιστάσεων, αύξηση της ροής αίματος, και ελάττωση της αρτηριακής πίεσης. Παρατηρείται επίσης παροδική ελάττωση της GFR που οφείλεται σε μη ειδική ωσμωτική διούρηση.



a. Ωσμωτικότητα και b. Ιξώδες των ιωδιούχων ΣΜ στους 37⁰C. [Thomsen, H.S. & Morcos, S.K. (2000) Radiographic contrast media. *BJU International* 86 (s1), 1-10]

Στη σύγχρονη κλινική πράξη τα ιωδιούχα ΣΜ που χρησιμοποιούνται ενδαγγειακά ανήκουν αποκλειστικά στην 2η και 3η γενεά.

Εξάιρεση αποτελούν ιωδιούχα ΣΜ σχεδιασμένα για χορήγηση μόνο από το στόμα (πχ. Gastrografin) και μερικά ΣΜ που χορηγούνται σε κοιλότητες (πχ. Urografin, κυστεογραφία) που ανήκουν στα μονομερή ιονικά υψηλής ωσμωτικότητας ΣΜ.

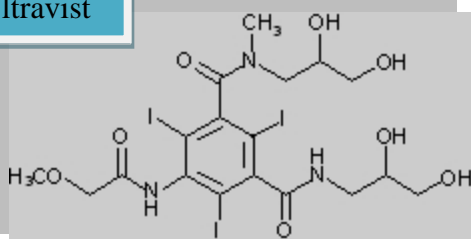
Τα ιωδιούχα σκιαγραφικά κυκλοφορούν σε φυαλίδια έτοιμα για χρήση των 50 και 100 cm³ (κ.εκ.). Σε μεγαλύτερες συσκευασίες κυκλοφορούν για χρήση σε εγχυτές. Η ονομασία του ΣΜ συνοδεύεται από αριθμό ο οποίος δείχνει τη συγκέντρωση του ιωδίου

στο ΣΜ. πχ. Omnipaque® 300, σημαίνει ότι πρόκειται για το ΣΜ με το εμπορικό όνομα Omnipaque και συγκέντρωση ιωδίου ίση προς 300mgI/ml (κυβικό εκατοστό) του ΣΜ. Το ίδιο εμπορικό σκεύασμα ΣΜ συνήθως κυκλοφορεί σε παραπάνω από μια συγκεντρώσεις ιωδίου (150, 250, 270, 300, 320, 350, 370 mgI/ml και άλλες ενδιάμεσες τιμές ανά κατασκευαστή).

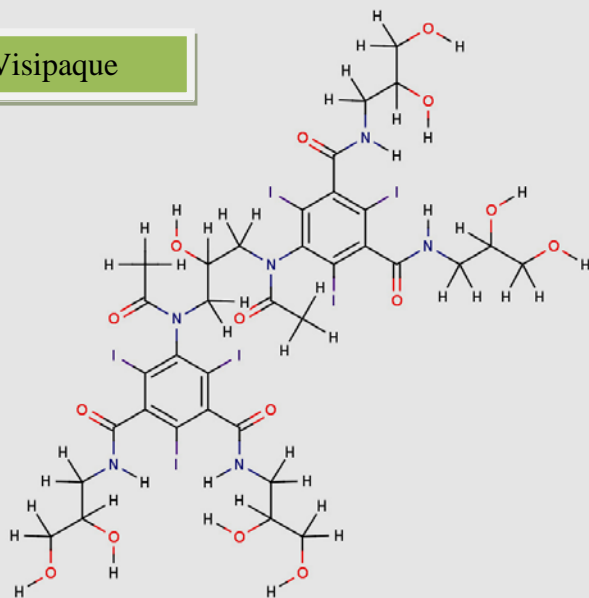
Τύποι ιωδιούχων ΣΜ που κυκλοφορούν σήμερα:

Ομάδα	Εμπορικό όνομα	Γενικό όνομα
<i>Μονομερή ιονικά υψηλής ωσμωτικότητας</i>	Gastrografin Urografin	diatrizoate meglumine amidotrizoate και sodium amidotrizoate
Διμερή ιονικά χαμηλής ωσμωτικότητας	Hexabrix	ioxaglate
<i>Μονομερή μη-ιονικά χαμηλής ωσμωτικότητας</i>	Ultravist Scanlux, Niopam Omnipaque	iopromide iopamidol iohexol
Διμερή μη-ιονικά ισο-ωσμωτικά		iodixanol

Ultravist

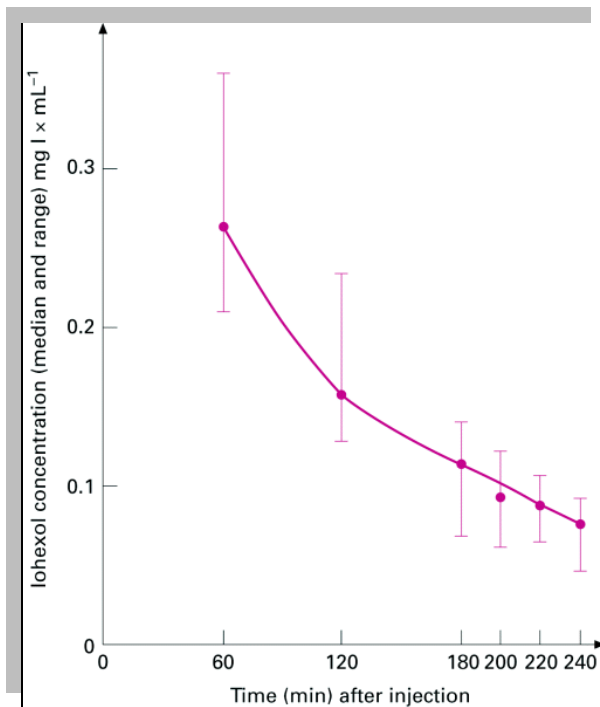


Visipaque



Τα Ιωδιούχα ΣΜ απεκκρίνονται από τους νεφρούς. Μερικά ιωδιούχα ΣΜ είναι ειδικά κατασκευασμένα για απέκκριση από το ήπαρ (βλέπε παρακάτω ΣΜ του χοληφόρου δένδρου).

Για τον παραπάνω λόγο πρέπει να λαμβάνεται πάντα υπόψη η κατάσταση της νεφρικής λειτουργίας του ασθενούς.



Η συγκέντρωση του ΣΜ στο πλάσμα 240 min μετά τη χορήγηση σε 11 εθελοντές με φυσιολογική GFR. Μετά τα 120–150 min η συγκέντρωση μειώνεται μονο-εκθετικά.
[Thomsen, H.S. & Morcos, S.K. (2000). *Radiographic contrast media*. *BJU International* 86 (s1), 1-10]

2.2. Οδοί χορήγησης

Τα ιωδιούχα ΣΜ εισάγονται σε φυσιολογικούς χώρους της ανατομίας και ανάλογα προκύπτουν οι διάφορες εξετάσεις:

Από την ενδοφλεβία χορήγηση προκύπτει σκιαγράφιση του αγγειακού χώρου (φλεβογραφία – ΕΦ ψηφιακή αγγεογραφία), ενώ ταυτόχρονα μελετάται και η παροχή αίματος στα διάφορα όργανα του σώματος. Η παροχή αίματος στα διάφορα όργανα μελετάται κυρίως με την αξονική τομογραφία και την αγγειογραφία.

Από την ενδαρτηριακή χορήγηση παρέχονται παρόμοιες πληροφορίες εστιασμένες όμως σε συγκεκριμένα αγγεία και όργανα (πχ. αρτηριογραφία αορτής ή κάτω άκρων ή αρτηριογραφία νεφρών).

Από τον πεπτικό σωλήνα (κατάποση, εισαγωγή από το ορθό), προκύπτει σκιαγράφιση των διαφόρων τμημάτων του.

Εισαγωγή στην ουροδόχο κύστη: ανιούσα κυστεογραφία

Εισαγωγή στη μήτρα: υστεροσαλπινγογραφία

Εισαγωγή στις αρθρώσεις: αρθρογραφία

Εισαγωγή στον υπαραχνοειδή χώρο: μυελογραφία

Εισαγωγή στο δακρυϊκό πόρο: δακρυοκυστογραφία

Εισαγωγή στους σιελογόνους αδένες: σιελογραφία

Εισαγωγή στα χοληφόρα: χολαγγειογραφία

Εισαγωγή στον παγκρεατικό πόρο: παγκρεατογραφία

Επιπλέον τα ΣΜ εισάγονται σε παθολογικές κοιλότητες (συλλογές) και οδούς (συρίγγια) για να μελετηθούν οι παθολογικές επικοινωνίες και η έκτασή τους

2.3. Αντενδείξεις χορήγησης

Απόλυτη αντένδειξη για τη χορήγηση ιωδιούχων ΣΜ αποτελούν:

- η γνωστή αλλεργία στο Ιώδιο και
- προηγούμενη μέτρια ή σοβαρή άμεση αντίδραση στη χορήγηση ΣΜ (βλέπε επόμενη παράγραφο).

Υπάρχουν όμως καταστάσεις που αυξάνουν σημαντικά το ενδεχόμενο παρενεργειών / αντιδράσεων και ως εκ τούτου θα πρέπει η απόφαση χορήγησης να λαμβάνεται με ιδιαίτερη προσοχή.

Για το λόγο αυτό προτείνεται η συμπλήρωση ερωτηματολογίου από το θεράποντα ιατρό που παραπέμπει τον ασθενή για τέτοια εξέταση (βλέπε παρακάτω).

Επιπλέον είναι σημαντική η ακριβής γνώση του ιστορικού του ασθενούς και των ενδεχομένων κλινικών διαγνώσεων ώστε σε κάθε περίπτωση να μπορούν να σταθμισθούν επαρκώς τα οφέλη και οι κίνδυνοι. Επίσης από την καλή γνώση του ιστορικού του ασθενούς πιθανώς προκύψουν εναλλακτικές δυνατότητες απεικόνισης σε ασθενείς με σχετική ή απόλυτη αντένδειξη χορήγησης του ΣΜ.

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΓΙΑ ΤΗ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΙΩΔΙΟΥΧΩΝ ΣΜ

Ιστορικό μέτριας ή σοβαρής αντίδρασης στη χορήγηση ΣΜ	Ναι	Όχι
Ιστορικό αλλεργίας που απαιτεί θεραπεία	Ναι	Όχι
Ιστορικό άσθματος	Ναι	Όχι
Υπερθυρεοειδισμός	Ναι	Όχι
Καρδιακή Ανεπάρκεια	Ναι	Όχι
Σακχαρώδης Διαβήτης	Ναι	Όχι
Νεφρική νόσος	Ναι	Όχι
Προηγούμενο χειρουργείο νεφρών	Ναι	Όχι
Ιστορικό πρωτεϊνουρίας	Ναι	Όχι
Αρτηριακή Υπέρταση	Ναι	Όχι
Ουρική αρθρίτιδα	Ναι	Όχι

Πρόσφατη μέτρηση eGFR ή κρεατινίνης ορού

Τιμή:

Ημερομηνία:

Λήψη φαρμάκων

Μετοφομίνη	Ναι	Όχι
Ιντερλευκίνη-2	Ναι	Όχι
Μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη (NSAIDs)	Ναι	Όχι
Αμινογλυκοσίδες	Ναι	Όχι
β-αναστολείς	Ναι	Όχι

2.3. Παρενέργειες από τη χορήγηση ιωδιούχων σκιαγραφικών μέσων

Οι παρενέργειες / ανεπιθύμητες ενέργειες / αντιδράσεις των ενδαγγεικά χορηγουμένων ΣΜ χωρίζονται σε ιδιοσυγκρατικές και χημειοτοξικές. Οι ιδιοσυγκρατικές (τύπου αναφυλαξίας, αναφυλακτοειδείς) αντιδράσεις είναι αντιδράσεις υπερευαισθησίας, συμβαίνουν απρόβλεπτα και δεν σχετίζονται με τη δόση ή τη συγκέντρωση του ΣΜ. Αντίθετα οι χημειοτοξικού τύπου αντιδράσεις σχετίζονται με τη δόση, τη μοριακή

τοξικότητα και τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά κάθε σκευάσματος (δηλ. ωσμωτικότητα, ιξώδες, υδατοδιαλυτότητα, ικανότητα δέσμευσης του Ca^{++} , περιεκτικότητα σε νάτριο). Μερικές αντιδράσεις στη χορήγηση ΣΜ (πχ. καρδιοαναπνευστική ανακοπή) είναι δύσκολο να καταταχθούν σε μια από τις δύο ομάδες.

Οι παρενέργειες των ιωδιούχων σκιαγραφικών μέσων χωρίζονται σε 3 είδη:

- μη νεφρικές παρενέργειες
- νεφρικές παρενέργειες
- άλλες

2.3.1. ΜΗ ΝΕΦΡΙΚΕΣ ΠΑΡΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

Διακρίνονται σε άμεσες, όψιμες και πολύ όψιμες.

2.3.1.1. Άμεσες παρενέργειες: ορίζονται ως οι παρενέργειες που εμφανίζονται μέσα σε μία ώρα από τη χορήγηση του σκιαγραφικού μέσου.

Ταξινομούνται σε:

Ήπιες	ναυτία, ήπιοι έμετοι, κνίδωση, κνησμός
Μέτριες	έντονοι έμετοι, κνίδωση με στίγματα, βρογχόσπασμος, οίδημα του προσώπου / λάρυγγος, κρίση του παρασυμπαθητικού
Σοβαρές	κρίση υπότασης, αναπνευστική ανακοπή, καρδιακή ανακοπή, σπασμός

Παράγοντες κινδύνου για την εμφάνιση αμέσων παρενεργειών

Σχετιζόμενοι με τον ασθενή	<p>Ασθενής με ιστορικό:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Προηγούμενης μέτριας ή σοβαρής άμεσης αντίδρασης (βλέπε παραπάνω) ○ Άσθμα ○ Αλλεργία χρήζουσα θεραπευτικής αγωγής
Σχετιζόμενοι με το ΣΜ	Ιονικά σκευάσματα υψηλής ωσμωτικότητας

Τρόποι μείωσης της πιθανότητας άμεσης παρενέργειας	
Για όλους τους ασθενείς	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Χρήση μη-ιονικών σκιαγραφικών μέσων ▪ Κρατείστε τον ασθενή στο ακτινολογικό τμήμα για 30' μετά τη χορήγηση του ΣΜ ▪ Φάρμακα και εξοπλισμός ανανήψεως άμεσα διαθέσιμα
Για ασθενείς με αυξημένο κίνδυνο αντιδράσεως (βλέπε παράγοντες κινδύνου)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Εξετάστε το ενδεχόμενο <u>εναλλακτικού τρόπου εξέτασης</u> χωρίς ΣΜ ▪ Χρήση διαφορετικού ιωδιούχου σκευάσματος ▪ Χρήση προπαρασκευαστικής φαρμακευτικής αγωγής. Οι κλινικές αποδείξεις αποτελεσματικότητας είναι περιορισμένες. Εάν χρησιμοποιηθεί συνιστώνται 30mg πρεδνιζολόνης ή 32 mg μεθυλ-πρεδνιζολόνης 12 ώρες και 2 ώρες προ της εξέτασης.
Εξωαγγειακή χορήγηση ΣΜ	Όταν είναι πιθανή η απορρόφηση ή η διαροή στην κυκλοφορία του αίματος να λαμβάνονται οι ίδιες προφυλάξεις με την ενδαγγειακή χορήγηση

2.3.1.2 Όψιμες παρενέργειες: ορίζονται ως οι παρενέργειες που παρουσιάζονται από μία ώρα έως μία εβδομάδα μετά τη χορήγηση του σκιαγραφικού μέσου.

Από τη χρήση ιωδιούχων ΣΜ έχει καταγραφεί μια σειρά όψιμων συμπτωμάτων (π.χ. ναυτία, έμετοι, κεφαλαλγία, μυοσκελετικοί πόνοι, πυρετός). Πολλά από αυτά τα συμπτώματα δε σχετίζονται με τη χορήγηση του ΣΜ.

Παρατηρούνται επίσης και δερματικές παρενέργειες παρόμοιες με αυτές που προκαλούνται από άλλα φάρμακα. Είναι συνήθως ήπιες και υποχωρούν από μόνες τους.

Δερματικές παρενέργειες από χρήση ιωδιούχων ΣΜ	
Παράγοντες κινδύνου	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Προηγούμενη αντίδραση σε ΣΜ ▪ Θεραπευτική αγωγή: ιντερλευκίνη – 2
Προφύλαξη	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Γενικώς δεν συνίσταται ▪ Σε ασθενείς που είχαν στο παρελθόν παρουσιάσει σοβαρές όψιμες παρενέργειες, μπορεί να χορηγηθούν στεροειδή ως προφύλαξη
Αντιμετώπιση	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Συμπτωματική και παρόμοια με την αντιμετώπιση δερματικών αντιδράσεων προκαλούμενων από άλλα

Σύσταση	φάρμακα
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ενημερώστε τους ασθενείς που είχαν στο παρελθόν αντιδράσει στο σκιαγραφικό και που λαμβάνουν θεραπευτική αγωγή με ιντερλευκίνη – 2 ότι είναι πιθανή μία όψιμη δερματική αντίδραση και ότι θα πρέπει να επικοινωνήσουν με ένα γιατρό αν παρουσιαστεί πρόβλημα

2.3.1.3 Πολύ όψιμες παρενέργειες: ορίζονται ως οι παρενέργειες, οι οποίες παρουσιάζονται σε περισσότερο χρόνο από μια εβδομάδα μετά την χορήγηση του σκιαγραφικού μέσου. Για τα ιωδιούχα σκιαγραφικά αυτή η παρενέργεια είναι η θυρεοτοξίκωση.

Θυρεοτοξίκωση	
Ασθενείς σε κίνδυνο	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ασθενείς με νόσο του Grave που δεν λαμβάνουν θεραπεία ▪ Ασθενείς με πολυοζώδη βρογχοκήλη και αυτονομία του θυρεοειδούς ιδιαίτερα εάν είναι υπερήλικες και κατοικούν σε περιοχή με διατροφική ένδεια ιωδίου
Χωρίς κίνδυνο	Ασθενείς με φυσιολογική λειτουργία του θυρεοειδούς
Συστάσεις	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ιωδιούχα ΣΜ δεν πρέπει να χορηγούνται σε ασθενείς με κλινικό υπερθυρεοειδισμό ▪ Γενικά δεν συνιστάται προφύλαξη ▪ Σε επιλεγμένους ασθενείς υψηλού κινδύνου μπορεί να χορηγηθεί προφυλακτική θεραπεία από ενδοκρινολόγο, πίο χρήσιμο εάν υπάρχει διατροφική ένδεια ιωδίου ▪ Ασθενείς σε κίνδυνο να παρακολουθούνται από ενδοκρινολόγο εάν χορηγηθεί ιωδιούχο ΣΜ ▪ Χολαγγειογραφικά ΣΜ δεν πρέπει να χορηγούνται σε ασθενείς υψηλού κινδύνου

2.3.2. ΝΕΦΡΙΚΕΣ ΠΑΡΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

Νεφροτοξικότητα που προκλήθηκε από τη χορήγηση ιωδιούχου ΣΜ ορίζεται ως: επιδείνωση της νεφρικής λειτουργίας άνω του 25% ή 44mmol/dl (0.5mg/dl) μέσα σε 3 ημέρες μετά από την ενδοαγγειακή χορήγηση ΣΜ και απουσία άλλης αιτιολογίας.

Παράγοντες κινδύνου για πρόκληση νεφροπάθειας από χορήγηση ΣΜ	
Ασθενής	<ul style="list-style-type: none">▪ eGFR<60ml/min/1.72m² (άνοδος κρεατινίνης) ιδιαίτερα εάν σχετίζεται με διαβητική νεφροπάθεια▪ αφυδάτωση▪ συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια▪ ουρική αρθρίτιδα▪ >70 ετών▪ Ταυτόχρονη χρήση νεφροτοξικών φαρμάκων (NSAIDs)
ΣΜ	<ul style="list-style-type: none">▪ Υψηλή ωσμωτικότητα▪ Μεγάλη δόση

Κίνδυνος από τη χρήση ΣΜ σε ασθενείς που λαμβάνουν μετφορμίνη

Γαλακτική οξέωση	Η μετφορμίνη απεκκρίνεται αναλλοίωτη από τους νεφρούς. Σε περίπτωση νεφρικής ανεπάρκειας που προϋπάρχει ή προκαλείται από τη χρήση του ΣΜ, η μετφορμίνη μπορεί να συγκεντρωθεί στο αίμα σε ποσότητες επαρκείς για να προκαλέσουν γαλακτική οξέωση
Σημείωση	Η μετφορμίνη δεν προκαλεί νεφρική ανεπάρκεια

**ΒΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ
ΤΗΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΝΕΦΡΟΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΧΡΗΣΗ ΣΜ**

ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΠΑΡΑΠΕΜΠΤΙΚΟΥ

A. Προγραμματισμένη εξέταση

1) Αναγνώριση ασθενών με $eGFR < 60\text{ml}/\text{min}/1.73\text{m}^2$ (ή αυξημένη κρεατινίνη ορού)

- Ασθενείς με διαγνωσμένη τιμή $eGFR < 60\text{ml}/\text{min}/1.73\text{m}^2$
- Διαβητικοί ασθενείς που λαμβάνουν Metformin
- Ασθενείς που θα χορηγηθεί ενδοαρτηριακά το σκιαγραφικό μέσο
- Ασθενείς που έχουν ιστορικό που ενισχύει την πιθανότητα μειωμένης τιμής GFR:
 - Νεφρική νόσος
 - Χειρουργική επέμβαση νεφρών
 - Προτεΐνουρία
 - Σακχαρώδης διαβήτης
 - Υπέρταση
 - Ουρική αρθρίτιδα
 - Πρόσφατη λήψη νεφροτοξικών φαρμάκων

Να υπάρχει πρόσφατη μέτρηση $eGFR$ ή κρεατινίνης ορού μέσα σε 7 ημέρες από την χορήγηση του σκιαγραφικού μέσου

2) Αναγνώριση διαβητικών ασθενών που λαμβάνουν μετφορμίνη

Ανάλογα με τα επίπεδα των τιμών $eGFR/$ ή κρεατινίνης ορού θα πρέπει να διακόπτεται το Metformin είτε πριν είτε κατά τη διάρκεια της χορήγησης του σκιαγραφικού μέσου

B. Επείγουσα εξέταση

1. Αναγνώριση ασθενών με διαγνωσμένο $eGFR < 60\text{ml}/\text{min}/1.73\text{m}^2$ (ή αυξημένη κρεατινίνη ορού) εάν είναι δυνατόν
2. Αναγνώριση διαβητικών ασθενών που λαμβάνουν Metformin.

- Μετράμε την τιμή $eGFR$ (ή την κρεατινίνη ορού), εάν είναι δυνατόν να αναβληθεί η διαδικασία μέχρι να είναι διαθέσιμα τα αποτελέσματα χωρίς αυτό να βλάψει τον ασθενή.
- Σε εξαιρετικά επείγουσα περίπτωση εάν δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί η μέτρηση της τιμής $eGFR$ (ή κρεατινίνης ορού) ακολουθούμε το πρωτόκολλο που ισχύει για τους ασθενείς με $eGFR < 60\text{ml}/\text{min}/1.73\text{m}^2$ όσο πιο πιστά το επιτρέπουν οι κλινικές συνθήκες.

ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΞΕΤΑΣΗ

A. Προγραμματισμένη εξέταση

Ασθενείς με $eGFR < 60 \text{ ml/min/1.73m}^2$ (ή αυξημένη κρεατινίνη ορού) και ασθενείς υψηλού κινδύνου για νεφροτοξικότητα

- Εξετάζουμε το ενδεχόμενο μίας εναλλακτικής μεθόδου απεικόνισης χωρίς τη χρήση ιωδιούχου σκιαγραφικού μέσου
- Σταματάμε τα νεφροτοξικά φάρμακα, την μαννιτόλη, και τα διουρητικά αγκύλης τουλάχιστον 24 ώρες πριν από τη χορήγηση του σκιαγραφικού μέσου.
- Αρχίζουμε την ενυδάτωση.

Διαβητικοί ασθενείς που λαμβάνουν Metformin

- Εάν το $eGFR > 60 \text{ ml/min/1.73m}^2$ ο ασθενής μπορεί να συνεχίσει να λαμβάνει Metformin.
- Εάν το $eGFR$ είναι μεταξύ 30 και $60 \text{ ml/min/1.73m}^2$ (ή η κρεατινίνη ορού είναι αυξημένη) σταματάμε το Metformin 48 ώρες πριν τη χορήγηση του σκιαγραφικού μέσου και δεν ξαναρχίζουμε την λήψη για 48 ώρες μετά την χορήγηση του σκιαγραφικού μέσου. Ξαναρχίζουμε την λήψη του Metformin μόνο εάν οι τιμές της κρεατινίνης ορού παραμένουν σταθερές 48 ώρες μετά την χορήγηση του ΣΜ.
- Εάν το $eGFR < 30 \text{ ml/min/1.73m}^2$ το Metformin δεν εγκρίνεται στις περισσότερες χώρες και θα πρέπει να αποφεύγεται ιωδιούχο σκιαγραφικό μέσο αν είναι δυνατόν

B. Επείγουσα εξέταση

Ασθενείς υψηλού κινδύνου για νεφροτοξικότητα

- Εξετάζουμε το ενδεχόμενο εναλλακτικής μεθόδου απεικόνισης χωρίς τη χρήση ιωδιούχου παράγοντα
- Αρχίζουμε την ενδοφλέβια ενυδάτωση όσο το δυνατόν νωρίτερα πριν από τη χορήγηση του σκιαγραφικού μέσου

Διαβητικοί ασθενείς που λαμβάνουν Metformin

- Εάν το $eGFR > 60 \text{ ml/min/1.73m}^2$ (ή η κρεατινίνη ορού είναι φυσιολογική) ακολουθούμε τις οδηγίες που ισχύουν τις προγραμματισμένες εξετάσεις.
- Εάν το $eGFR$ είναι μεταξύ 30 και $60 \text{ ml/min/1.73m}^2$ (ή η κρεατινίνη ορού είναι αυξημένη) ή δεν είναι γνωστές οι τιμές σταθμίζουμε τους κινδύνους και τα οφέλη της χορήγησης σκιαγραφικού μέσου και εξετάζουμε το ενδεχόμενο εναλλακτικής μεθόδου απεικόνισης
- Εάν το ΣΜ πρέπει να χορηγηθεί τότε:
 - Διακοπή μετφορμίνης
 - Ενυδάτωση

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Μέτρηση νεφρικής λειτουργίας, γαλακτικού οξέος και pH αίματος ○ Παρακολούθηση ασθενούς για γαλακτική οξέωση
ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΞΕΤΑΣΗ	
Ασθενείς αυξημένου κινδύνου για νεφροπάθεια από χορήγηση ΣΜ	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Χρησιμοποιούμε σκιαγραφικά μέσα χαμηλής ωσμωτικότητας ▪ Χρησιμοποιούμε την χαμηλότερη δόση ικανή να επιφέρει διαγνωστικό αποτέλεσμα
Ασθενείς χωρίς παράγοντες κινδύνου	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Χρησιμοποιούμε την χαμηλότερη δόση ικανή να επιφέρει διαγνωστικό αποτέλεσμα
ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΞΕΤΑΣΗ	
Σε ασθενείς με eGFR < 60ml/min/1.73m ² (αυξημένη κρεατινίνη ορού)	Συνεχίζουμε την ενυδάτωση για τουλάχιστον 6 ώρες
Ασθενείς που λαμβάνουν Metformin οι οποίοι έχουν eGFR < 60ml/min/1.73m ²	Μέτρηση eGFR ή κρεατινίνης ορού 48 ώρες μετά την χορήγηση του σκιαγραφικού μέσου. Αν δεν υπάρχει επιδείνωση μπορούμε να ξεκινήσουμε την λήψη Metformin. Το Metformin στις περισσότερες χώρες δεν είναι εγκεκριμένο για ασθενείς με νεφρική δυσλειτουργία
Δεν έχει αποδειχθεί ότι υπάρχουν φαρμακευτικές ουσίες που μπορεί να μειώσουν το ενδεχόμενο νεφροπάθειας από τη χρήση ΣΜ.	

Ασθενείς σε αιμοδιάλυση και χορήγηση ΣΜ

Τα σκιαγραφικά μέσα, ιωδιούχα ή με βάση το γαδολίνιο μπορούν να αφαιρεθούν με την αιμοκάθαρση και την περιτοναϊκή διάλυση. Ωστόσο δεν υπάρχει απόδειξη ότι η αιμοκάθαρση προστατεύει τον ασθενή με νεφρική δυσλειτουργία ή από νεφροπάθεια προκληθείσα από το σκιαγραφικό μέσο ή από τη νεφρογενή συστηματική ίνωση (NSF).

Αιμοδιάλυση	Αποφυγή υψηλού ωσμωτικού φορτίου Εκτέλεση της εξέτασης προ της συνεδρίας αιμοκάθαρσης Δεν απαιτείται επιπλέον συνεδρία αιμοκάθαρσης
Ασθενείς σε συνεχή περιτοναϊκή κάθαρση	Δεν απαιτείται επιπλέον συνεδρία αιμοκάθαρσης για την απομάκρυνση του ΣΜ

2.3.3. ΑΛΛΕΣ ΠΑΡΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

2.3.3.1 ΕΞΑΓΓΕΙΩΣΗ ΣΚΙΑΓΡΑΦΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ

- Οι περισσότερες βλάβες είναι πολύ μικρές
- Οι σοβαρές βλάβες περιλαμβάνουν δερματικά έλκη, νέκρωση των μαλακών ιστών και σύνδρομο διαμερίσματος

Παράγοντες που αυξάνουν τον κίνδυνο εξαγγείωσης

Τεχνική	Χρήση εγχυτή Χρήση περιφερικών μη ανθεκτικών φλεβών Μεγάλος όγκος σκιαγραφικού Μεγάλη ωσμωτικότητα
Ασθενής	Αδυναμία επικοινωνίας Εύθραστες, κατεστραμμένες φλέβες Αρτηριακή ανεπάρκεια Μειωμένη φλεβική / λεμφική απαγωγή Παχυσαρκία

Μείωση του κινδύνου εξαγγείωσης

	Προσεκτική εγκατάσταση καθετήρα Καθετήρας καταλληλού μεγέθους για το ρυθμό χορήγησης του ΣΜ Κατάλληλη φλέβα Δοκιμαστική έγχυση με φυσιολογικό ορό Χρήση μη ιονικών σκιαγραφικών
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Θεραπεία εξαγγείωσης

	Συντηρητική τις πιο πολλές φορές: <ul style="list-style-type: none">▪ Ανάρτηση του άκρου▪ Παγωμένα επιθέματα▪ Παρακολούθηση Εαν υπάρχει ενδεχόμενο σοβαρής επιπλοκής κλήση χειρουργού
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.3.3.2 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΙΩΔΙΟΥΧΩΝ ΣΜ ΣΤΟΝ ΠΝΕΥΜΟΝΑ

ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	<ul style="list-style-type: none">• Βρογχόσπασμος• Αυξημένη αντίσταση πνευμονικών αγγείων• Πνευμονικό οίδημα
ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΥΨΗΛΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	<ul style="list-style-type: none">• Ιστορικό άσθματος• Ιστορικό πνευμονικής υπέρτασης• Λανθάνουσα καρδιακή ανεπάρκεια
ΜΕΙΩΣΗ της ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΝ	<ul style="list-style-type: none">• Χρησιμοποιούμε σκιαγραφικά μέσα χαμηλής ωσμωτικότητας.• Αποφεύγουμε υψηλές δόσεις σκιαγραφικών μέσων

2.3.3.3 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΙΩΔΙΟΥΧΩΝ ΣΚΙΑΓΡΑΦΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ ΣΤΟ ΑΙΜΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΕΝΔΟΘΗΛΙΟ

Η κλινικά σημαντική παρενέργεια των ιωδιούχων σκιαγραφικών μέσων στο αίμα και στο ενδοθήλιο είναι η θρόμβωση. Έχει αναγνωριστεί ότι:

- ο όλα τα ΣΜ έχουν αντιπηκτικές ιδιότητες και ειδικότερα τα ιονικά σκευάσματα.
- ο τα ιονικά ΣΜ υψηλής ωσμωτικότητας μπορεί να προκαλέσουν θρόμβωση λόγω βλάβης του ενδοθηλίου ειδικά σε φλεβογραφικές εξετάσεις.
- ο τα φάρμακα και τα επεμβατικά υλικά που μειώνουν τον κίνδυνο θρομβοεμβολικών επιπλοκών κατά τη διάρκεια επεμβατικών διαδικασιών ελαχιστοποιούν την σοβαρότητα των επιδράσεων των σκιαγραφικών μέσων.

ΟΔΗΓΙΕΣ:

- Είναι επιτακτική η σχολαστική / πολύ προσεκτική τεχνική αγγειογραφίας και είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας μείωσης των θρομβοεμβολικών επιπλοκών.
- Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σκιαγραφικά μέσα χαμηλής ωσμωτικότητας και ισοωσμωτικά για διαγνωστικές και επεμβατικές αγγειογραφικές εξετάσεις συμπεριλαμβανομένης και της φλεβογραφίας.

2.3.3.4 ΟΓΚΟΙ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΟΥΝ ΚΑΤΕΧΟΛΑΜΙΝΕΣ ΚΑΙ ΣΜ (ΦΑΙΟΧΡΩΜΟΚΥΤΩΜΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΑΓΓΛΙΩΜΑ)

ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ: Α. Εντοπισμός του όγκου όταν έχει διαγνωστεί όγκος που παράγει κατεχολαμίνες

α) Πριν από την χορήγηση σκιαγραφικού μέσου ενδοφλεβίως (ιωδιούχου και ή gadolinium) συνιστάται α- και β- αδρενεργικός αποκλεισμός με φάρμακα χορηγούμενα από του στόματος υπό την επίβλεψη του παραπέμποντος ιατρού. Ο περαιτέρω α-αποκλεισμός με ενδοφλέβια χορήγηση φαινοξυ-βενζαμίνης δεν είναι απαραίτητος.

β) Πριν από την ενδαρτηριακή χορήγηση ιωδιούχου σκιαγραφικού μέσου: προτείνεται α- και β- αδρενεργικός αποκλεισμός με φάρμακα χορηγούμενα από του στόματος και α-αποκλεισμός με ενδοφλέβια χορήγηση φαινοξυ-βενζαμίνης υπό την επίβλεψη του παραπέμποντος ιατρού.

Β. Χαρακτηρισμός μάζης επινεφριδίου (τυχαίο εύρημα): Δεν απαιτείται προετοιμασία

ΤΥΠΟΣ ΣΚΙΑΓΡΑΦΙΚΟΥ: Ιωδιούχα: μη ιονικά ΣΜ. Γαδολίνιο: οποιοδήποτε σκεύασμα

2.3.3.5 ΕΓΚΥΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΘΗΛΑΣΜΟΣ

Κύηση Σε εξαιρετικές περιπτώσεις που η ακτινολογική εξέταση είναι απαραίτητη μπορεί να χορηγηθεί ΣΜ στη μητέρα
Επί χορήγησης ΣΜ στη μητέρα το νεογνό πρέπει να εξετασθεί για τη λειτουργία του θυρεοειδούς κατά την πρώτη εβδομάδα της ζωής του

Θηλασμός Ο θηλασμός συναχίζεται κανονικά μετά τη χορήγηση ΣΜ στη μητέρα

Τα ανωτέρω & νεφρική ανεπάρκεια βλέπε τις οδηγίες για νεφρική δυσλειτουργία. Δεν απαιτούνται επιπλέον προφυλάξεις

2.3.3.6. ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΜΕ ΆΛΛΑ ΦΑΡΜΑΚΑ ΚΑΙ ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ

Γενικές οδηγίες	<p>Γνωρίζετε το φαρμακευτικό ιστορικό του ασθενούς Καταγράψτε το ΣΜ (ώρα, δόση, όνομα) Μην αναμειγνύετε ΣΜ με άλλα φάρμακα σε καθετήρες και σωλήνες</p> <p><i>Φάρμακα που χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή</i></p>
Μετοφομίνη	βλέπε νεφρικές επιδράσεις
Νεφροτοξικά Κυκλοσπορίνη Cisplatin Αμινογλυκοσίδες Μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη	βλέπε νεφρικές επιδράσεις
β-αναστολείς	Μπορεί να επηρεάσουν τη θεραπεία βρογχοσπασμου που προκλήθηκε από χρήση ΣΜ
Ιντερλευκίνη-2	βλέπε όψιμες επιδράσεις
<i>Βιοχημικές εξετάσεις</i>	
Οδηγία	Μη διενεργείτε μη επείγουσες βιοχημικές εξετάσεις για 24 ώρες μετά τη χορήγηση ΣΜ
<i>Ισοτοπικές εξετάσεις / θεραπεία με ραδιοφάρμακα</i>	
Θυρεοειδής	Σε ασθενείς που πρόκειται να υποβληθούν σε θεραπεία με ραδιενεργό ιώδιο δεν θα πρέπει να έχουν χορηγηθεί ιωδιούχα σκιαγραφικά μέσα τουλάχιστον για 2 μήνες πριν από την θεραπεία. Το αυτό ισχύει και για την απεικόνιση του θυρεοειδούς με ισότοπα, θα πρέπει να αποφεύγεται για 2 μήνες μετά την χορήγηση ιωδιούχου σκιαγραφικού μέσου.
Σπινθηρογράφημα οστών και Σήμανση ερυθρών αιμοσφαιρίων με ραδιενεργά ισότοπα	Αποφεύγεται η χορήγηση ΣΜ για τουλάχιστον 24 ώρες πριν από την ισοτοπική μελέτη

3B. ΤΑ ΣΚΙΑΓΡΑΦΙΚΑ ΜΕΣΑ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΤΩΝ ΧΟΛΗΦΟΡΩΝ

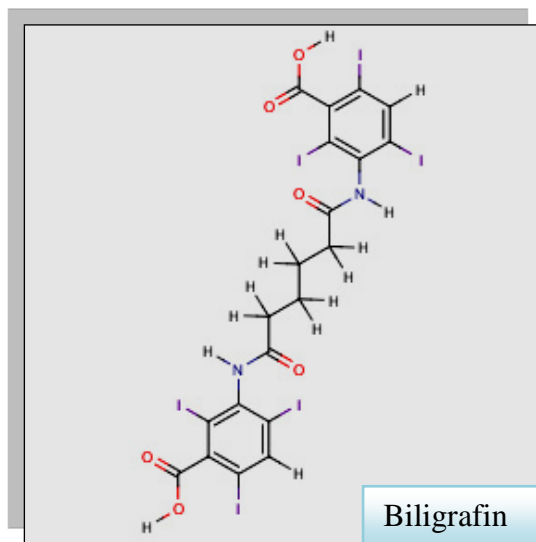
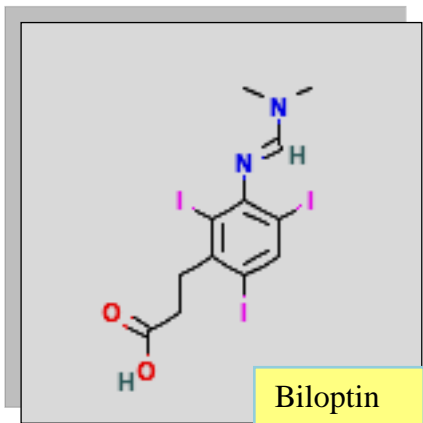
Τα εξωηπατικά χοληφόρα και η χοληδόχος κύστη μπορούν να απεικονισθούν με έμμεσο τρόπο χρησιμοποιώντας ιωδιούχα σκιαγραφικά ειδικής σύνθεσης

Στη δια του στόματος χολαγγειογραφία το σκιαγραφικό είναι σε χάπια τα οποία χορηγούνται 10-12 ώρες προ της εξέτασης και 2 ώρες πριν την εξέταση. Το ΣΜ πρέπει να απορροφάται από το έντερο, φθάνει στο ήπαρ και απεκκρίνεται με την χολή, φθάνοντας στη χοληδόχο κύστη. Η μέθοδος δεν χρησιμοποιείται πλέον συχνά επειδή οι τομογραφικές τεχνικές απεικόνισης έχουν καλύψει σχεδόν πλήρως την παθολογία της χοληδόχου κύστεως.

Στην ενδοφλέβια χολαγγειογραφία το ΣΜ χορηγείται ενδοφλεβίως και παρουσιάζεται στα κεντρικά χολαγγεία μετά 20 περίπου λεπτά. Δεν χρησιμοποιείται με την παραδοσιακή της μορφή. Έχει χρησιμοποιηθεί ερευνητικά στην απεικόνιση των χοληφόρων με αξονική τομογραφία.

Το τυπικό διά του στόματος ΣΜ χολοκυστογραφίας είναι και πάλι 3-ιωδιούχος δακτύλιος βενζοϊκού οξέος, με ιώδιο στις θέσεις 2, 4 και 6, μια πλάγια άλυσσο στη θέση 3, κενή τη θέση 5 και όξινη ρίζα στη θέση 1. Έμφανίζουν λιποδιαλυτότητα και υδατοδιαλυτότητα, ενώ συνδέονται με πρωτεΐνη στην κενή θέση 5 μετά την απορρόφηση από το έντερο. Η σύνδεση με πρωτεΐνη μειώνει την αποβολή από τους νεφρούς και προωθεί την απέκκριση από το ήπαρ. Το πιο γνωστό από τα σκευάσματα είναι το Biloptin.

Τα ενδοφλεβίως χορηγούμενα χολαγγειογραφικά ΣΜ είναι ιονικά διμερή με 6 ιώδια ανά μόριο με δύο κενές θέσεις σύνδεσης στη θέση 5 κάθε βενζοϊκού δακτυλίου. Αυτές οι κενές θέσεις οδηγούν σε σύνδεση με πρωτεΐνες και σε ενεργό απέκκριση από τα ηπατοκύτταρα στα χοληφόρα. Η ιονικότητα και η σύνδεση με πρωτεΐνες είναι οι αιτίες για τη σχετικά υψηλή τους τοξικότητα. Το γνωστότερο από αυτά τα σκευάσματα είναι το Biligrafin.



ΑΠΟ ΤΟΥ ΣΤΟΜΑΤΟΣ ΣΜ ΧΟΛΗΦΟΡΩΝ

sodium iopodate	(Biloptin)
calcium iopodate	(Solu-Biloptin)
iopanoic acid	(Telepaque, Cistobil)
iocetamic acid	(Cholebrin)
iopronic acid	(Bilimiro)
iobenzamic acid	(Bilibyk)
sodium tyropanoate	(Bilopaque)

ΕΝΔΟΦΛΕΒΙΑ ΣΜ ΧΟΛΗΦΟΡΩΝ

meglumine iotroxate	(Biliscopin)
meglumine iodipamide	(Biligrafin)
meglumine ioglycamate	(Biligram)
meglumine iodoxamate	(Endobil)

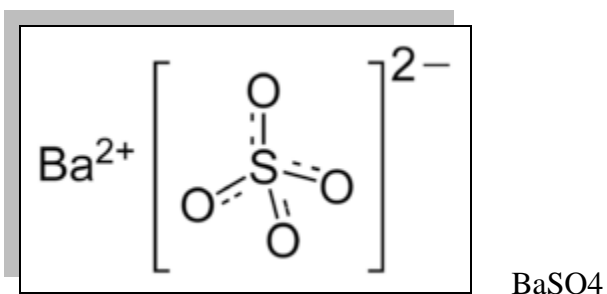
Γενικά οι παρενέργειες αυτών των ΣΜ είναι ήπιες και συνίστανται σε κεφαλαλγία, ναυτία, διάρροια και κάποιες φορές δυσουρία.

Μερικές φορές συμβαίνουν αντιδράσεις υπερευαισθησίας που σχετίζονται με τη χημική δομή του συμπλόκου. Είναι παρόμοιες με αυτές των λοιπών ιωδιούχων ΣΜ. Η τοξικότητά τους αυξάνεται ανάλογα με το βαθμό σύνδεσης με τις πρωτεΐνες.

3Γ. ΤΑ ΒΑΡΙΟΥΧΑ ΣΚΙΑΓΡΑΦΙΚΑ ΜΕΣΑ

3Γ.1. Χημική σύνθεση

Το θειϊκό βάριο είναι μια αδρανής μη υδατοδιαλυτή λευκή σκόνη υψηλής πυκνότητας. Χορηγείται υπό μορφή εναιωρήματος λεπτών κόκκων σε υγρό διάλυμα. Ανάλογα με τη χρήση του μπορεί να περιέχει επιπλέον συστατικά όπως: βελτιωτικά γεύσης, ουσίες που κατακρατούν τα υγρά στον εντερικό σωλήνα (carboxymethyl cellulose) και δεν επιτρέπουν την καθίζηση καθώς και ουσίες μείωσης της επιφανειακής τάσης ώστε να μη δημιουργούνται φυσαλίδες). Παρόλο που το ίδιο το βάριο ανήκει στα βαρέα μέταλλα ($Z=56$) και οι υδατοδιαλυτές ενώσεις του είναι τοξικές, το θειϊκό βάριο (BaSO_4) που χρησιμοποιείται στην απεικόνιση εμφανίζει πολύ χαμηλή διαλυτότητα που δεν επιτρέπει την απορρόφηση του βαρίου και προστατεύει τον ασθενή. Τα εναιωρήματα θειϊκού βαρίου έχουν καλύτερες δυνατότητες επάλειψης του εντερικού σωλήνα συγκρινόμενα με τα διαλύματα των ιωδιούχων ΣΜ και σχηματίζουν λεπτές στρώσεις πάνω στο βλεννογόνο του πεπτικού. Για να επιτευχθεί ικανοποιητική επάλειψη το εναιώρημα θειϊκού βαρίου πρέπει να έχει συγκεκριμένη πυκνότητα ανάλογα με το είδος της εξέτασης που πρόκειται να γίνει. Η πυκνότητα μετράται σε gr BaSO_4 ανά mm^3 διαλύτη (νερού) ($w/v=\text{weight}/\text{volume}=\text{gr}/\text{mm}^3$).



3Γ.2. Οδοί χορήγησης

Τα βαριούχα σκιαγραφικά μέσα χρησιμοποιούνται μόνο για την απεικόνιση του πεπτικού σωλήνα εισαγόμενα από το στόμα ή το ορθό.

3Γ.3. Αντενδείξεις χορήγησης

Δεν επιτρέπεται η χρήση βαριούχων ΣΜ όταν:

1. υπάρχει ενδεχόμενο διαφυγής του σκιαγραφικού εκτός του εντερικού σωλήνα

Σε τέτοια περίπτωση συνιστάται η χρήση ιωδιούχου ΣΜ. Σε ασθενείς και νεογνά με ενδεχόμενο διαφυγής στο μεσοθωράκιο ή τον πνεύμονα, συνιστάται η χρήση ιωδιούχου σκιαγραφικού χαμηλής ωσμωτικότητας.

2. υπάρχει προηγούμενη αλλεργική αντίδραση σε βαριούχο ΣΜ.

Σε τέτοια περίπτωση συνιστάται η χρήση ιωδιούχου ΣΜ και ετοιμότητα για αντιμετώπιση τυχόν αντίδρασης

Τα βαριούχα ΣΜ πρέπει να χρησιμοποιούνται με προσοχή όταν:

- α) υπάρχουν στενώσεις (χρήση μικρής ποσότητας) και
- β) όταν υπάρχει εκτεταμένη κολίτιδα (να αποφεύγεται)

3Γ.4. Παρενέργειες χορήγησης

Μειωμένη κινητικότητα εντέρου	Αύξηση ποσίων υγρών
Διαφυγή σε φλέβες	Έγκαιρη ανίχνευση και προσεκτική παρακολούθηση Αντιβιοτικά και υγρά ΕΦ Επείγουσα θεραπεία εάν χρειάζεται
Εισρόφηση	Βρογχοσκοπική αφαίρεση επί μεγάλης ποσότητας Φυσιοθεραπεία πνευμόνων Αντιβίωση

3Δ. ΤΑ ΑΡΝΗΤΙΚΑ ΣΚΙΑΓΡΑΦΙΚΑ ΜΕΣΑ

Τα αρνητικά ΣΜ είναι αέρια [κυρίως χρησιμοποιείται αέρας δωματίου ή διοξείδιο του άνθρακα (CO_2)] και συνδυάζονται με βαριούχα σκιαγραφικά για την παραγωγή εξετάσεων του πεπτικού συστήματος με τη μέθοδο της διπλής σκιαγραφικής αντίθεσης. Επίσης χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση των αρθρώσεων (αρθρογραφία) σε συνδυασμό με ιωδιούχα σκιαγραφικά (αυτή η εξέταση γίνεται σπάνια πλέον με την παραδοσιακή της μορφή). Άλλες εξετάσεις με αρνητικά ΣΜ (πνευμοεγκεφαλογραφία, πνευμοπεριτόναιο) που γίνονταν παλαιότερα δεν χρειάζονται πλέον, επειδή οι νέες τεχνολογικές εξελίξεις (υπερηχογραφία, αξονική και μαγνητική τομογραφία) επιτρέπουν την ακριβή απεικόνιση χωρίς αυτά.

Η χρήση των αρνητικών ΣΜ στο πεπτικό δεν έχει άλλες επιπτώσεις εκτός από αυτές που σχετίζονται με τον εισαγόμενο όγκο αερίου. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι η χρήση του διοξειδίου του άνθρακα είναι προτιμότερη λόγω της ταχύτερης απομάκρυνσής του από τον εντερικό αυλό (ταχύτερη ανακούφιση της διάτασης). Εφόσον η εμφύσηση του αέρα είναι ελεγχόμενη το ενδεχόμενο διάτρησης είναι ιδιαίτερα απομακρυσμένο. Επίσης πρέπει να αποφεύγεται η χρήση του όταν υπάρχει ενεργός φλεγμονή γιατί το ενδεχόμενο διάτρησης είναι υψηλότερο και υπάρχει κίνδυνος διαφυγής του σε τοπικά αγγεία.

Η δημιουργία εμβόλων αέρα μπορεί να συμβεί από την εκ λάθους ενδαγγειακή χορήγηση αέρα. Ο κίνδυνος είναι μικρότερος όταν η ποσότητα είναι μικρή.

Το διοξείδιο του άνθρακα έχει υψηλότερη διαλυτότητα στο νερό και παρατηρείται ενδιαφέρον για τη διενέργεια αρτηριογραφιών με χρήση διοξειδίου του άνθρακα, επειδή η ψηφιακή αφαιρετική τεχνική επιτρέπει την παραγωγή ικανοποιητικών διαγνωστικά εικόνων. Η τεχνική αυτή μειώνει το κόστος της εξέτασης, μπορεί όμως να εφαρμοσθεί μόνο σε περιοχές που μπορούν να υποστούν παροδική απότομη διακοπή της παροχής αίματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.

ΣΚΙΑΓΡΑΦΙΚΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ

Εισαγωγή

Τα μέσα σκιαγραφικής αντίθεσης στη μαγνητική τομογραφία λειτουργούν επειδή προκαλούν σημαντική μεταβολή της έντασης του σήματος (κυρίως αύξηση) στις περιοχές όπου συγκεντρώνονται. Αυτές οι ουσίες επηρεάζουν τους χρόνους T2* και / ή T1 των ιστών, στους οποίους εντοπίζονται κατά τη διάρκεια της εξέτασης.

Οι ιδιότητες των ουσιών που παράγουν σκιαγραφική αντίθεση στη μαγνητική τομογραφία είναι αυτές που έχουν σχέση με τη μαγνητική επιδεκτικότητα (χ). Πρόκειται για το μέτρο της μαγνήτισης, την οποία επιδεικνύει μια ουσία όταν βρεθεί υπό την επίδραση εξωτερικού μαγνητικού πεδίου (B_0). Η ιδιότητα αυτή καθορίζει την τοπική/εσωτερική (εντός του ιστού) μαγνήτιση που αναπτύσσεται:

$$\text{Τοπική μαγνήτιση} = B_0 * (1 + \chi)$$

Γενικά, οι διάφορες ουσίες και κατ' επέκταση οι ανατομικές δομές όταν υφίστανται την επίδραση εξωτερικών μαγνητικών πεδίων εμφανίζουν τους παρακάτω τύπους μαγνητικής επιδεκτικότητας:

Διαμαγνητισμός: ουσίες που προκαλούν μικρή ελάττωση της μαγνήτισης σε σχέση με το εξωτερικό πεδίο επειδή εμφανίζουν ελαφρώς αρνητική μαγνητική επιδεκτικότητα. Σχεδόν όλοι οι ιστοί του σώματος έχουν διαμαγνητική συμπεριφορά. Στα όρια μεταξύ ανατομικών δομών ιδιαίτερα μεταξύ αέρα και οστού οι διαφορές μαγνητικής επιδεκτικότητας αποτελούν αιτίες ψευδενδείξεων (artifacts).

Παραμαγνητισμός: προκαλείται από την παρουσία ασύζευκτων ατομικών ή μοριακών ηλεκτρονίων. Όταν παραμαγνητικές ουσίες τοποθετούνται σε εξωτερικό πεδίο προκαλούν αύξηση της έντασης του τοπικού/εσωτερικού πεδίου, εμφανίζουν δηλαδή θετική μαγνητική επιδεκτικότητα. Η ένταση του παραμαγνητισμού είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή του διαμαγνητισμού των ιστών με αποτέλεσμα της αύξηση της έντασης μαγνήτισης τοπικά. Παραμαγνητισμός παρατηρείται στις χηλικές ενώσεις των εξής ουσιών: χρώμιο Cr, σίδηρος Fe, Μαγγάνιο Mn, Κοβάλτιο Co, Νικέλιο Ni, Χαλκό Cu, Γαδολίνιο Gd, Δισπρόσιον Dy και δεοξυαιμοσφαιρίνη (αποξυγονωμένη αιμοσφαιρίνη του αίματος).

Σιδηρομαγνητισμός: αποτελεί ιδιότητα μεγάλων ομάδων ατόμων, ενώ ο διαμαγνητισμός και ο παραμαγνητισμός αφορούν σε μεμονωμένα άτομα και μόρια. Οι ομάδες ατόμων

στις σιδηρομαγνητικές ουσίες απαρτίζονται από τομείς. Τα άτομα κάθε τομέα εμφανίζουν παράλληλη διάταξη των μαγνητικών τους ροπών. Όταν η ουσία δεν είναι μαγνητισμένη οι ροπές των τομέων είναι προσανατολισμένες έτσι ώστε να αλληλοαναιρούνται με αποτέλεσμα μηδενική συνολική μαγνήτιση (άθροισμα διανυσμάτων = 0). Υπό την επίδραση εξωτερικού μαγνητικού πεδίου ο σχετικός προσανατολισμός των μαγνητικών ροπών των τομέων μεταβάλλεται με αποτέλεσμα να προκύπτει σημαντική μαγνήτιση (άθροισμα διανυσμάτων > 0). Ουσίες όπως ο σίδηρος, το κοβάλτιο και το νικέλιο έχουν ισχυρά συνδεδεμένα ασύζευκτα ηλεκτρόνια και εμφανίζουν υψηλή θετική μαγνητική επιδεκτικότητα, άρα μεταβάλλουν σημαντικά την τοπική/εσωτερική μαγνήτιση των ιστών. Οι σιδηρομαγνητικές ουσίες μπορεί να διατηρήσουν ποσότητα μαγνήτισης και μετά την απομάκρυνση του εξωτερικού πεδίου (μαγνητική μνήμη).

Υπερπαραμαγνητισμός: μικρά σωματίδια οξειδίων του σιδήρου Fe_3O_4 (μέγεθος μικρότερο των 350\AA) αποτελούνται από ένα μόνο τομέα ατόμων και ονομάζονται υπερπαραμαγνητικά. Όταν τοποθετούνται σε εξωτερικό μαγνητικό πεδίο προκαλούν τοπική/εσωτερική μαγνήτιση. Διαφέρουν από τα σιδηρομαγνητικά υλικά επειδή δεν διαθέτουν μαγνητική μνήμη, αποτελούνται από ένα τομέα και προκαλούν μέτρια μαγνήτιση.

Στην κλινική πράξη οι ουσίες σκιαγραφικής αντίθεσης που χρησιμοποιούνται στην απεικόνιση με μαγνητικό συντονισμό είναι:

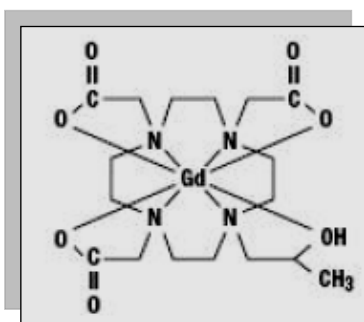
Γαδολίνιο - Gd: αποτελεί παράδειγμα παραμαγνητικής ουσίας. Το γαδολίνιο έχει 7 ασύζευκτα ηλεκτρόνια με μαγνητικές ροπές περίπου 1000 φορές μεγαλύτερες από αυτήν του πρωτονίου του υδρογόνου. Το γαδολίνιο επιδρά στους χρόνους χαλάρωσης των παρακειμένων πρωτονίων των ιστών και προκαλεί σημαντική ελάττωση του χρόνου T1 και μικρή ελάττωση του χρόνου T2. Ως εκ τούτου η εξέταση μετά τη χορήγηση του σκιαγραφικού γίνεται με ακολουθίες T1 προσανατολισμού. Οι περιοχές συγκέντρωσης του σκιαγραφικού απεικονίζονται ως υψηλού σήματος (φωτεινές - άσπρες στην εικόνα).

Υπερπαραμαγνητικοί κρύσταλλοι οξειδίων του σιδήρου (SPIO, USPIO): χρησιμοποιούνται στη μελέτη του ήπατος και του δικτυοενδοθηλιακού συστήματος (ΔΕΣ). Προκαλούν κυρίως μείωση των χρόνων T2* και T2 των ιστών στους οποίους συγκεντρώνονται και σε μικρότερο βαθμό του χρόνου T1. Για το λόγο αυτό η απεικόνιση μετά τη χορήγησή τους γίνεται με ακολουθίες T2 προσανατολισμού. Οι περιοχές συγκέντρωσης του σκιαγραφικού απεικονίζονται ως χαμηλού σήματος (σκοτεινές - μαύρες στην εικόνα).

4.1. Χημική σύνθεση

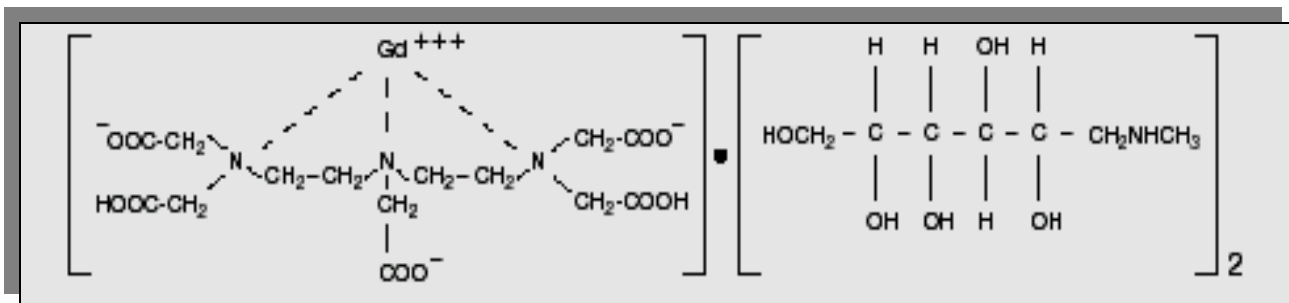
ΣΜ με βάση το γαδολίνιο

Το δραστικό στοιχείο είναι το γαδολίνιο (Gd^{3+}). Ανήκει στις σπάνιες γαίες (μέταλλο) και σε ελεύθερη μορφή είναι τοξικό. Χρησιμοποιείται στην απεικόνιση συνδεδεμένο με χηλικό παράγοντα. Οι ενώσεις του γαδολινίου χωρίζονται σε γραμμικές και μακροκυκλικές και με βάση το φορτίο τους σε ιονικές και μη-ιονικές. Από τα φυσικοχημικά τους χαρακτηριστικά αυτά που έχουν τη μεγαλύτερη κλινική σημασία είναι η σταθερότητα, η συγκέντρωση και η δυνατότητα μεταβολής των χρόνων χαλάρωσης των γειτονικών πρωτονίων (relaxivity).



Η χημική δομή του ProHance
(μακροκυκλική, μη - ιονική ένωση)

Χηλική ένωση (χηλή=δαγκάνα). Υποκαταστάτης πολυσιχιδής - πολυδοντικός που σχηματίζει σταθερές ενώσεις με τα μέταλλα μέσω πολλαπλών θέσεων δέσμησης.



Η χημική δομή του Magnevist (γραμμική ιονική ένωση)

Σταθερότητα

Η σύνδεση του γαδολινίου με οργανικούς υποκαταστάτες διευκολύνει την κατανομή τους στον εξωκυττάριο χώρο και την διήθηση από τους νεφρούς. Μετά την ΕΦ χορήγηση το ΣΜ βρίσκεται στον εξωκυττάριο χώρο εντός 10'. Ο χρόνος απομάκρυνσης του 50% της χορηγηθείσας ποσότητας φθάνει περίπου τα 90' σε ασθενείς με φυσιολογική νεφρική λειτουργία. Πάνω από το 90% απομακρύνεται από τους νεφρούς στο πρώτο 24ωρο. Η νεφρική δυσλειτουργία οδηγεί σε επιμήκυνση του χρόνου παραμονής του ΣΜ στον οργανισμό.

Το σημαντικότερο πρόβλημα της παραμονής του ΣΜ στο σώμα βρίσκεται στον κίνδυνο ανταλλαγής του ατόμου του γαδολινίου με ίχνη ψευδαργύρου που υπάρχουν στο σώμα (transmetallation) και αποδέσμευση ελεύθερων ιόντων Gd^{3+} που κατακρατούνται. Η κατακράτηση ελεύθερων ιόντων γαδολινίου έχει ενοχοποιηθεί για τη σοβαρή επιπλοκή NSF.

Οι μακροκυκλικές ενώσεις είναι πιο σταθερές από τις γραμμικές. Σε σχέση με τη σταθερότητά τους οι ενώσεις χωρίζονται σε μακροκυκλικές, ιονικές γραμμικές, και μη-ιονικές γραμμικές ενώσεις. Ένας έμμεσος τρόπος υπολογισμού της ενδογενούς σταθερότητας των ενώσεων γαδολινίου είναι η περίσσεια του χηλικού υποκαταστάτη στο σκεύασμα. Η περίσσεια αντανάκλα τη σταθερότητα της ενώσεως επειδή προστίθεται για προληπτικούς λόγους. Όσο μεγαλύτερη η περίσσεια τόσο ασταθέστερη η ένωση.

Χαρακτηριστικά	Magnevist gadopentetate dimeglumine (0.5 mol/L)	Dotarem gadoterate meglumine (0.5 mol/L)	ProHance gadoteridol (0.5 mol/L)	Omniscan gadodiamide (0.5 mol/L)	MultiHance gadobenate dimeglumine (0.5 mol/L)	Gadovist gadobutrol (1.0 mol/L)	OptiMARK gadoversetamide (0.5 mol/L)
Μοριακή δομή	Γραμμικό ιονικό	Μακροκυκλικό ιονικό	Μακροκυκλικό μη-ιονικό	Γραμμικό μη-ιονικό	Γραμμικό ιονικό	Μακροκυκλικό μη-ιονικό	Γραμμικό μη-ιονικό
Περίσσεια χηλικού (mg/ml)	0.4	0	0.23	12	0	0.5	28.4

Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά μερικών ΣΜ με βάση το γαδολίνιο

MultiHance: Παρόμοια αποτελέσματα με μικρότερες δόσεις λόγω σύνδεσης με πρωτεΐνες (2-3%)

Vasovist (gadofosveset trisodium): ΣΜ αιματικής δεξαμενής με τάση σύνδεσης με λευκωματίνες. Απεικόνιση με 50% χαμηλότερη δόση από τα εξωκυττάρια ΣΜ γαδολινίου. Χρόνος απομάκρυνσης 12 φορές μεγαλύτερος (18 ώρες έναντι 1,5 ωρών)

Primovist (gadoteric acid disodium): ειδικό ΣΜ με 10% συνδεσιμότητα με πρωτεΐνες και 50% πρόσληψη από τα ηπατοκύτταρα. Διαγνωστικά αποτελέσματα με μικρότερη δόση.

ΣΜ με βάση τα οξείδια του σιδήρου

Σε αντίθεση με τα ΣΜ γαδολινίου με ηπατοκυτταρική πρόσληψη τα ΣΜ με βάση τα υπερπαραμαγνητικά σωματίδια οξειδίου του σιδήρου προσλαμβάνονται από τα κύτταρα του ΔΕΣ και ασκούν την επίδρασή τους στους χρόνους χαλάρωσης T2 και T1.

Τα σωματίδια οξειδίου του σιδήρου κατασκευάζονται σε διαφορετικά μεγέθη. Αυτά που είναι >50 nm σε μέγεθος ονομάζονται υπερπαραμαγνητικά ΣΜ οξειδίου του σιδήρου (SPIO), ενώ αυτά που έχουν μέγεθος <50 nm ονομάζονται πολύ μικρά υπερπαραμαγνητικά ΣΜ οξειδίου του σιδήρου (USPIO). Τα τελευταία αυτά σωματίδια (νανοσωματίδια) δοκιμάζονται και για χρήση σε επίπεδο μοριακής απεικόνισης.

Τα σκευάσματα που κυκλοφορούν είναι:

Ferumoxides (Endorem) μέγεθος σωματιδίων 50 - 180 nm και

Ferucarbotran (SH U 555 A) μέγεθος 60 nm

Οι παρενέργειες από τη χορήγηση αυτών των σκιαγραφικών περιλαμβάνουν πόνο στη μέση και τα πόδια (3.6%). Πόνος σημαντικό που οδηγεί σε διακοπή της έγχυσης (2.5%). Επίσης παρατηρείται αγγειοδιαστολή και παραισθησία (< 2%) μετά από χορήγηση νανοσωματιδίων.

4.2. Οδοί χορήγησης

Τα σκιαγραφικά μέσα στην μαγνητική τομογραφία χορηγούνται κυρίως ενδοφλεβίως. Σε ειδικές εξετάσεις ή χορήγηση μπορεί να γίνει από το στόμα (πεπτικό) ή εναρθρικά (αρθρογραφία).

4.3. Αντενδείξεις χορήγησης

Ισχύουν οι ίδιες αντενδείξεις με αυτές για τα ιωδιούχα σκιαγραφικά. Παράλληλα υπάρχει μικρή εμπειρία από μαγνητική τομογραφία κατά την διάρκεια της εγκυμοσύνης και κυρίως από την χρήση ΣΜ αντίθεσης το πρώτο τρίμηνο.

4.4. Παρενέργειες χορήγησης ΣΜ με βάση το γαδολίνιο

Οι παρενέργειες στη χρήση ΣΜ γαδολινίου κατανέμονται όπως και αυτές από τη χρήση ιωδιούχων σκευασμάτων (βλέπε Κεφάλαιο 2).

4.4.1. ΜΗ ΝΕΦΡΙΚΕΣ ΠΑΡΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΣΜ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΓΑΔΟΛΙΝΙΟ

4.4.1.1. Ο κίνδυνος άμεσης παρενέργειας σε ΣΜ με βάση το γαδολίνιο είναι σημαντικά χαμηλότερος από αυτόν σε ιωδιούχα ΣΜ.

Παράγοντες κινδύνου για άμεσες παρενέργειες	
Ασθενής	<ul style="list-style-type: none">○ προηγούμενη άμεση παρενέργεια σε ΣΜ γαδολινίου○ άσθμα○ αλλεργία χρήσουσα θεραπευτικής αγωγής
ΣΜ	Δεν σχετίζονται με τον βαθμό ωσμωτικότητας του σκιαγραφικού μέσου, οι χαμηλές δόσεις που χρησιμοποιούνται κάνουν το ωσμωτικό φορτίο πολύ μικρό

Τρόποι μείωσης της πιθανότητας άμεσης παρενέργειας

Για όλους τους ασθενείς	<ul style="list-style-type: none">▪ Κρατείστε τον ασθενή στο ακτινολογικό τμήμα για 30' μετά τη χορήγηση του ΣΜ▪ Φάρμακα και εξοπλισμός ανανήψεως άμεσα διαθέσιμα
Για ασθενείς με αυξημένο κίνδυνο αντιδράσεως (βλέπε παράγοντες κινδύνου)	<ul style="list-style-type: none">▪ Εξετάστε το ενδεχόμενο <u>εναλλακτικού τρόπου εξέτασης</u> χωρίς ΣΜ γαδολίνιου▪ Χρήση διαφορετικού ΣΜ γαδολίνιου από το προηγούμενος ενοχοποιημένο▪ Χρήση <u>προπαρασκευαστικής φαρμακευτικής αγωγής</u>. Οι κλινικές αποδείξεις αποτελεσματικότητας είναι περιορισμένες. Εάν χρησιμοποιηθεί συνιστώνται 30mg πρεδνιζολόνης ή 32 mg μεθυλ-πρεδνιζολόνης 12 ώρες και 2 ώρες προ της εξέτασης.

4.4.1.2. όψιμη και πολύ όψιμη παρενέργεια. Είναι η νεφρογενής συστηματική ίνωση (Nephrogenic Systemic Fibrosis, NSF).

Η σύνδεση μεταξύ νεφρογενούς συστηματικής ίνωσης και ΣΜ με βάση το γαδολίνιο αναγνωρίστηκε πρώτη φορά το 2006. Εξακολουθούν να συλλέγονται πληροφορίες σχετικά με τη νεφρογενή συστηματική ίνωση και ενδεχομένως να χρειαστεί αναθεώρηση των οδηγιών εάν προκύψουν νέα δεδομένα.

ΝΕΦΡΟΓΕΝΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΙΝΩΣΗ

Κλινικά χαρακτηριστικά της NSF	<p>Εμφάνιση: από την ημέρα της χορήγησης και μέχρι 2 με 3 μήνες μετά, μερικές φορές και χρόνια μετά την έκθεση</p> <p>Αρχικά:</p> <ul style="list-style-type: none">○ πόνος,○ κνησμός,○ οίδημα,○ ερύθημα○ συνήθως ξεκινάει από τα πόδια <p>Αργότερα:</p> <ul style="list-style-type: none">○ σκλήρυνση του δέρματος και των υποδόριων ιστών – ξυλώδης υφή και σκουρο χρώμα○ ίνωση εσωτερικών οργάνων, π.χ.: μυών, διαφράγματος, καρδιάς, ήπατος, πνευμόνων
--------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	Αποτελέσματα: <ul style="list-style-type: none"> ○ ρίκνωση, σύγκαμψη ○ καχεξία ○ θάνατος αριθμού ασθενών
Ασθενείς και κίνδυνος πρόκλησης NSF	
Υψηλός κίνδυνος	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ασθενείς με χρόνια νεφρική νόσο σταδίου 4 και 5 (GFR<30ml/min) ○ Ασθενείς σε αιμοκάθαρση ○ Ασθενείς με μειωμένη νεφρική λειτουργία που αναμένουν μεταμόσχευση ήπατος
Μέσος κίνδυνος	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ασθενείς με χρόνια νεφρική νόσο σταδίου 3 (GFR<30-59ml/min) ○ Παιδιά < 1έτους λόγω ανωριμότητας της νεφρικής λειτουργίας
Χαμηλός κίνδυνος	Ασθενείς με φυσιολογική νεφρική λειτουργία
Σκευάσματα σκιαγραφικών με βάση το γαδολίνιο και συστάσεις	
Υψηλός κίνδυνος πρόκλησης NSF ΣΜ	Gadodiamide (Omniscan) Gadopentate dimeglumine (Magnevist) Gadoversetamide (Optimark)
Συστάσεις	<u>Αντενδείκνυται</u> η χορήγηση σε ασθενείς υψηλού κινδύνου: <ul style="list-style-type: none"> ○ Με χρόνια νεφρική νόσο σταδίου 4και 5 (GFR<30ml/min) ○ σε αιμοκάθαρση ○ με μειωμένη νεφρική λειτουργία που αναμένουν μεταμόσχευση ήπατος Χορήγηση με <u>προσοχή</u> σε ασθενείς μέσου κινδύνου: <ul style="list-style-type: none"> ○ με χρόνια νεφρική νόσο σταδίου 3 (GFR<30-59ml/min) ○ < 1έτους λόγω ανωριμότητας της νεφρικής λειτουργίας <u>Να προηγείται μέτρηση της κρεατινίνης (eGFR)</u>
Μέσος κίνδυνος πρόκλησης NSF ΣΜ	Gadopentate dimeglumine (Mulltihance) Gadofosveset trisodium (Vasovist) Gadoxetate disodium (Primovist)
Συστάσεις	Δεν είναι υποχρεωτική η μέτρηση της eGFR προ της εξέτασης
Χαμηλός κίνδυνος πρόκλησης NSF ΣΜ	Gadobutrol (Gadovist) Gadoterate meglumine (Dotarem) Gadoteridol (Prohance)
Συστάσεις	Δεν είναι υποχρεωτική η μέτρηση της eGFR προ της εξέτασης
Συστάσεις για όλους τους ασθενείς	<ul style="list-style-type: none"> ○ Χορήγηση της μικρότερης απαιτούμενης ποσότητας ○ Να χορηγείται ΣΜ όταν είναι επαρκώς δικαιολογημένο ○ Να χρησιμοποιείται ΣΜ που αφήνει ελάχιστο Gd στο σώμα

4.4.2. ΝΕΦΡΙΚΕΣ ΠΑΡΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΣΜ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΓΑΔΟΛΙΝΙΟ

Τα σκιαγραφικά μέσα, ιωδιούχα ή με βάση το γαδολίνιο μπορούν να αφαιρεθούν με την αιμοκάθαρση και την περιτοναϊκή διάλυση. Ωστόσο δεν υπάρχει απόδειξη ότι η αιμοκάθαρση προστατεύει τον ασθενή με νεφρική δυσλειτουργία ή από νεφροπάθεια προκληθείσα από το σκιαγραφικό μέσο ή από τη νεφρογενή συστηματική ίνωση (NSF).

Εξετάσεις Μαγνητικής Τομογραφίας

- Ο κίνδυνος νεφροτοξικότητας είναι πολύ χαμηλός όταν τα ΣΜ γαδολίνιου χρησιμοποιούνται στις εγκεκριμένες δόσεις

Ακτινογραφικές εξετάσεις

Λόγω του υψηλού του ατομικού αριθμού ($Z=64$) το γαδολίνιο αλληλεπιδρά με την ακτινοβολία-X όπως και τα άλλα θετικά ΣΜ (ιώδιο, βάριο).

- Τα ΣΜ με βάση το γαδολίνιο δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται για ακτινογραφικές εξετάσεις ιδιαίτερα δε σε ασθενείς με νεφρική βλάβη.
- Τα ΣΜ με βάση το γαδολίνιο είναι πιο νεφροτοξικά από τα ιωδιούχα σε δόσεις που προκαλούν ανάλογο απεικονιστικό αποτέλεσμα με αυτό των ιωδιούχων ΣΜ

Ασθενείς σε αιμοδιάλυση και χορήγηση ΣΜ

Τα σκιαγραφικά μέσα, ιωδιούχα ή με βάση το γαδολίνιο μπορούν να αφαιρεθούν με την αιμοκάθαρση και την περιτοναϊκή διάλυση. Ωστόσο δεν υπάρχει απόδειξη ότι η αιμοκάθαρση προστατεύει τον ασθενή με νεφρική δυσλειτουργία ή από νεφροπάθεια προκληθείσα από το σκιαγραφικό μέσο ή από τη νεφρογενή συστηματική ίνωση (NSF).

Αιμοδιάλυση	Αποφυγή υψηλού ωσμωτικού φορτίου Εκτέλεση της εξέτασης προ της συνεδρίας αιμοκάθαρσης Δεν απαιτείται επιπλέον συνεδρία αιμοκάθαρσης
Ασθενείς σε συνεχή περιτοναϊκή κάθαρση	Δεν απαιτείται επιπλέον συνεδρία αιμοκάθαρσης για την απομάκρυνση του ΣΜ

4.5. Παρενέργειες χορήγησης ΣΜ ειδικών για την απεικόνιση του ήπατος

Τύποι αντιδράσεων	Παρόμοιες αντιδράσεις με αυτές από τα ΣΜ όπως: Ναυτία, έμετοι, κνίδωση, εξάνθημα, γενικευμένες αναφυλακτοειδείς αντιδράσεις Πόνος στη μέση και τα πόδια από τη χορήγηση SPIO Σοβαρές επικίνδυνες για τη ζωή αντιδράσεις είναι σπάνιες
Ασθενείς < 18 ετών	Δεν είναι βεβαιωμένη η ασφάλεια της χρήσης αυτών των ΣΜ
Αντενδείξεις χορήγησης	<u>Οξειδία σιδήρου</u> Γνωστή αλλεργία ή υπερευαισθησία στην παρεντερική χορήγηση σιδήρου ή στη δεξτράνη <u>ΣΜ με βάση το μαγνήσιο</u> <ul style="list-style-type: none">ο Γνωστή αλλεργίαο Κύησηο Θηλασμόςο Σοβαρή ηπατική ανεπάρκεια <u>ΣΜ με βάση το γαδολίνιο</u> Γνωστή αλλεργία στο συγκεκριμένο σκέυασμα
Προσοχή στη χορήγηση αυτών των ΣΜ	<u>Οξειδία σιδήρου</u> Σε ασθενείς με αιμοχρωμάτωση ή υπερφόρτωση με σίδηρο (επιδείνωση του φορτίου) <u>ΣΜ με βάση το μαγνήσιο</u> Ηπατική δυσλειτουργία και καρδιακή ανεπάρκεια <u>ΣΜ με βάση το γαδολίνιο</u> <ul style="list-style-type: none">ο ΣΜ με υψηλή πρόσληψη από το ήπαρ: ηπατική ανεπάρκειαο ΣΜ με χαμηλή πρόσληψη από το ήπαρ: νεφρική ανεπάρκειαο Ηπατο-νεφρικό σύνδρομο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΠΑΡΕΝΕΡΓΕΙΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΣΚΙΑΓΡΑΦΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ

1.1.2.ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΑΜΕΣΩΝ ΠΑΡΕΝΕΡΓΕΙΩΝ

Ενδεικτικά, αναφέρουμε τα φάρμακα και τον εξοπλισμό πρώτης γραμμής που πρέπει να βρίσκονται στην αίθουσα εξέτασης.

- Οξυγόνο
- Ανδρεαλίνη 1:1000
- Αντιισταμινικό (H₁ – αναστολέα) ενέσιμο
- Ατροπίνη
- B₂ ανταγωνιστής σε δοσιμετρημένο σπρέι εισπνοών
- Ε.Φ. υγρά – φυσιολογικός ορός ή διάλυμα του Ringer
- Σπασμολυτικά (diazepam)
- Σφυγμομανόμετρο
- Μονόδρομη αναπνευστική συσκευή

ΑΠΛΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΑΓΩΓΗ ΠΡΩΤΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΑΜΕΣΩΝ ΠΑΡΕΝΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΑ ΣΚΙΑΓΡΑΦΙΚΑ ΜΕΣΑ:

- Ναυτία/έμετος
 - Παροδική: υποστηρικτική θεραπευτική αγωγή.
 - Σοβαρή ή παρατεινόμενη: ενδεχόμενο χορήγησης των κατάλληλων αντιεμετικών φαρμάκων.
- Κνίδωση

- Παροδική: υποστηρικτική θεραπευτική αγωγή συμπεριλαμβανομένης της παρακολούθησης
 - Διάσπαρτη ή παρατεινόμενη: το ενδεχόμενο χορήγησης ενδομυϊκώς του ενδεδειγμένου H₁ – αντιϊσταμινικού. Μπορεί να προκληθεί υπνηλία και / ή υπόταση.
 - Σοβαρή: ενδομυϊκή χορήγηση αδρεναλίνης (1:1000) 0.1-0.3ml σε ενήλικο, 50% σε παιδιά 6-12ετών, 25% σε μικρότερα παιδιά.
- Βρογχόσπασμος
 - Χορήγηση οξυγόνου με μάσκα (6-10 l/min)
 - B₂ ανταγωνιστής σε δοσομετρημένο σπρέι εισπνοών (2-3 βαθιές εισπνοές)
 - Αδρεναλίνη
 - Φυσιολογική πίεση αίματος
EM: 1: 1000, 0,1-0,3ml (χαμηλότερη δόση σε ασθενείς με στεφανιαία νόσο ή ηλικιωμένους)
Σε παιδιά: 0,01-0,3ml το μέγιστο
 - Χαμηλή πίεση αίματος
EM: 1:1000, 0,5ml (0,5mg)
Σε παιδιά 6-12 ετών: 0,3ml (0,3mg) EM, <6ετών 0,15ml (0,15mg) EM
- Λαρυγγικό οίδημα
 - Χορήγηση οξυγόνου με μάσκα (6-10ml/min)
 - Αδρεναλίνη ενδομυϊκώς
 - Ενήλικες: 0,5 ml (0,5mg), επαναλάβετε όσο χρειάζεται
 - Σε παιδιά 6-12 ετών: 0,3ml (0,3mg)
 - < 6 ετών: 0,15ml (0,15mg)

- Υπόταση

Μόνο υπόταση

- Ανυψώστε τα πόδια του ασθενούς.
- Χορήγηση οξυγόνου με μάσκα (6-10 l/min).
- Ενδοφλέβια χορήγηση υγρών: γρήγορα φυσιολογικό ορό ή γαλακτικό διάλυμα του Ringer.
- Εάν δεν ανταποκρίνεται: αδρεναλίνη: 1:1000 EM
 - Ενήλικες: 0,5 ml (0,5mg), επαναλάβετε όσο χρειάζεται
 - Σε παιδιά 6-12 ετών: 0,3ml (0,3mg)
 - < 6 ετών: 0,15ml (0,15mg)

Κρίση του παρασυμπαθητικού (υπόταση και βραδυκαρδία)

- Ανυψώστε τα πόδια του ασθενούς.
- Χορήγηση οξυγόνου με μάσκα.
- Ατροπίνη ΕΦ.
 - Ενήλικες: 0,6 – 1 mg ΕΦ. Επαναλάβετε αν χρειαστεί μετά από 3 – 5 λεπτά, μέχρι 3mg συνολικά (0,04mg/kg).
 - Στα παιδιά: 0,02mg/kg (το πολύ έως 0,6mg/δόση) και έως 2mg συνολικά
- Ενδοφλέβια υγρά: γρήγορα, φυσιολογικό ορό ή γαλακτικό διάλυμα του Ringer.

Γενικευμένη αναφυλακτοειδής αντίδραση

- Καλούμε την ομάδα ανάνηψης
- Αναρρόφηση των αεροφόρων οδών κατά τον ενδεδειγμένο τρόπο
- Ανυψώνουμε τα πόδια του ασθενούς αν είναι υποτασικός.
- Χορήγηση οξυγόνου με μάσκα (6-10 l/min)

- Αδρεναλίνη Ενδομυϊκώς (EM)
 - Ενήλικες: 0,5 ml (0,5mg), επαναλάβετε όσο χρειάζεται
 - Σε παιδιά 6-12 ετών: 0,3ml (0,3mg)
 - < 6 ετών: 0,15ml (0,15mg)
- Ενδοφλέβια υγρά: γρήγορα, φυσιολογικό ορό ή γαλακτικό διάλυμα του Ringer.
- Η₁ αναστολέας (πχ. διφαινυδραμίνη 25-50mg ΕΦ)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<i>ESUR Guidelines on contrast media</i>
<i>Are All Gadolinium-based Contrast Agents Similar? The Importance of High Stability, High Relaxivity and High Concentration. Nicoletta Anzalone, Department of Neuroradiology, Scientific Institute H San Raffaele European Neurological Review, 2009;4(2):98-102</i>
<i>Contrast-induced nephrotoxicity: Clinical landscape R W Katzberg¹ and C Haller² Kidney International (2006) 69, S3–S7. doi:10.1038/sj.ki.5000366</i>
MRI Contrast Agents: Safety Profile. Val M. Runge MD. Scott and White Clinic and Hospital Texas A&M University Health Science Center Temple, Texas USA
Biological Properties of Iron Oxide Nanoparticles for Cellular and Molecular Magnetic Resonance Imaging Thomas Schlorf 1, Manuela Meincke 1, Elke Kossel 2, Claus-Christian Glüer 2, Olav Jansen 3 and Rolf Mentlein 1, <i>Int. J. Mol. Sci.</i> 2011, 12, 12-23; doi:10.3390/ijms12010012
http://www.radiology.wisc.edu/fileShelf/contrastCorner/files/ContrastAgentsTutorial.pdf