

ΕΝΩΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ (ΕΦΙΕ)

ΡΑΔΙΟΪΣΟΤΟΠΙΚΕΣ ΘΕΡΑΠΕΙΕΣ

Φ. Δερμεντζόγλου

Ε. Δράκου

Χ. Μπαλούγιας

Χ. Παλαιστίδης

Α. Φριλίγγου

Αθήνα, 1997

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή	1
I. Θεραπεία με ^{131}I-Ιωδιούχο Νάτριο	1
I.1. Θεραπεία υπερθυρεοειδισμού με ^{131}I	2
I.1.1. Οδηγίες για εξωτερικούς ασθενείς	2
I.2. Θεραπεία καρκίνου του θυρεοειδούς με ^{131}I	3
I.2.1. Μονάδα θεραπείας ασθενών	4
I.2.2. Προετοιμασία του θαλάμου	5
I.2.3. Προετοιμασία ασθενούς και χορήγηση ^{131}I	5
I.2.4. Οδηγίες για εσωτερικούς ασθενείς που παίρνουν θεραπευτικό ιώδιο	6
I.2.5. Νοσηλεία ασθενούς	7
I.2.6. Οδηγίες για τη νοσηλεία ασθενών που λαμβάνουν θεραπευτικό ιώδιο	7
I.2.7. Οδηγίες για ασθενείς που αναχωρούν για το σπίτι τους	8
I.2.8. Απομόλυνση θαλάμου θεραπείας	9
I.2.9. Επείγουσες περιπτώσεις	10
II. ^{32}P - ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ	12
III. ^{89}Sr - ΧΛΩΡΙΟΥΧΟ ΣΤΡΟΝΤΙΟ (METASTRON)	13
IV. ^{90}Y (ΥΤΤΡΙΟ) - ΠΥΡΙΤΙΚΟ/ΚΙΤΡΙΚΟ (ΚΟΛΛΟΕΙΔΕΣ)	15
IV.1. Κακοήθεις ενδοκοιλιακές εγχύσεις	15
IV.2. Ενδοαρθρικές εγχύσεις	15
V. ^{186}Re (ΡΗΝΙΟ)	17
V.1. ^{186}Re - HEDP	17
V.2. ^{186}Re -Sulphide (κολλοειδές)	18
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	19

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η θεραπεία νόσων με τη χρήση ραδιοφαρμάκων στην Πυρηνική Ιατρική, άρχισε πριν πολλές δεκαετίες. Η επιλογή του κατάλληλου ραδιοφαρμάκου για κάθε θεραπεία εξαρτάται από τη βιολογική συμπεριφορά του φαρμάκου και τα φυσικά χαρακτηριστικά του ραδιονουκλεϊδίου με το οποίο επισημαίνεται, ώστε να είναι επαρκής η δόση στο στόχο ακτινοβόλησης.

Σήμερα εκτεταμένη είναι η χρήση ραδιοφαρμάκων και για τη θεραπεία πόνου σε περιπτώσεις οστικών μεταστάσεων. Επειδή οι χορηγούμενες ποσότητες ραδιενέργειας γενικά για τις θεραπείες είναι μεγάλες, απαιτούνται αυστηρά μέτρα ακτινοπροστασίας για την ασφάλεια των εργαζομένων, των μελών της οικογένειας των ασθενών και του κοινού πληθυσμού.

Στον πίνακα 1, δίδονται τα ραδιοφάρμακα που χρησιμοποιούνται σήμερα για θεραπεία και οι αντίστοιχες ενδείξεις τους.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Ραδιοφάρμακο	Ένδειξη
^{131}I -Ιωδιούχο νάτριο	Υπερθυρεοειδισμός Καρκίνος θυρεοειδούς
^{32}P -Φωσφορικό νάτριο	Πολυερυθραιμία Vera
^{89}Sr -Χλωριούχο στρόντιο	Θεραπεία πόνου σε οστικές μεταστάσεις
^{90}Y -Κολλοειδές Υτριο	Ενδοαρθρική έγχυση (αρθροπάθειες) Ενδοπεριτοναϊκή και ενδοϋπεζωκοτική έγχυση για περιπτώσεις κακοήθειας
^{90}Y -Κιτρικό Υτριο	Θεραπεία πόνου σε οστικές μεταστάσεις
^{186}Re -HEDP	Θεραπεία πόνου σε οστικές μεταστάσεις

I. ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΜΕ ^{131}I - Ιωδιούχο νάτριο.

Το ^{131}I παράγεται είτε ως προϊόν σχάσεως του ^{235}U , είτε σε πυρηνικό αντιδραστήρα από σταθερό τελλούριο με βομβαρδισμό νετρονίων $\text{Te}^{130}(\eta \gamma)^{131}\text{I}$. Διασπάται με εκπομπή γ ακτινοβολιών 364KeV (81%), 337KeV (7,3%) και 284KeV (6%) και β ακτινοβολίας με 0,61 MeV σε σταθερό ξένο ^{131}Xe . Έχει φυσικό χρόνο υποδιπλασιασμού 8,04 ημέρες. Διατίθεται στο εμπόριο είτε ως υγρό διάλυμα είτε ως κάψουλα ζελατίνης για χορήγηση από το στόμα, αλλά υπάρχει και υγρό στείρο διάλυμα για ενδοφλέβια χορήγηση. Το θεραπευτικό αποτέλεσμα του ^{131}I οφείλεται κυρίως στη β ακτινοβολία που έχει μέση διαδρομή στον ιστό περίπου 0,5 mm.

Η φαρμακοκινητική του ^{131}I είναι όμοια με του σταθερού ιωδίου. Όταν χορηγείται από το στόμα απορροφάται ταχύτατα από το γαστρεντερικό σωλήνα (90% σε 60 min) και εισέρχεται στην κυκλοφορία του αίματος. Ένα μεγάλο

ποσό καθηλώνεται στον θυρεοειδή αδένα και το υπόλοιπο αποβάλλεται από τα ούρα 37-75% και από τα κόπρανα 10%. Μικρές ποσότητες ανευρίσκονται στους σιελογόνους αδένες, το γαστρικό υγρό, το γάλα, το χοριοειδές πλέγμα και ακόμη μικρότερη ποσότητα στον ιδρώτα¹.

Η νομοθεσία σχετικά με τη μέγιστη ποσότητα ¹³¹I που μπορεί να χορηγηθεί σε εξωτερικούς ασθενείς ποικίλει από χώρα σε χώρα. Για την Ελλάδα είναι 555MB_q (15 mci), ΦΕΚ539B, 19/7/1991, στον πίνακα 2 δίδονται σχετικά στοιχεία για ορισμένες χώρες².

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Μέγιστη επιτρεπόμενη δόση ¹³¹I που χορηγείται σε εξωτερικούς ασθενείς σε διάφορες χώρες.

Αυστρία	Ελβετία	Γερμανία	Μεγ.Βρετανία	Η.Π.Α
<185 MBq (5mci)	<185 MBq (5mci)	0	<400 MBq (10 mci) όταν ο ασθενής χρησιμο- ποιεί δημόσιο μεταφορι- κό μέσο. 400-800 MBq (10-21,6 mci) όταν χρησιμοποιεί ιδιω- τικό μεταφορικό μέσο.	<1110 MBq (30 mci)

Το ¹³¹I χορηγείται για θεραπεία του υπερθυρεοειδισμού καθώς και του καρκίνου του θυρεοειδούς.

I.1. Θεραπεία υπερθυρεοειδισμού με ¹³¹I.

Για τη θεραπεία του υπερθυρεοειδισμού οι χορηγούμενες δόσεις ¹³¹I ποικίλουν από 74 MB_q μέχρι 1,1 GB_q (2-30 mci). Επειδή οι δόσεις είναι μεγάλες, συνιστάται να γίνεται χορήγηση σε μορφή κάψουλας για αποφυγή ραδιομολύνσεων.

Εξωτερικοί ασθενείς που υποβάλλονται σε θεραπεία πριν πάρουν το ¹³¹I πρέπει να ενημερώνονται εγγράφως και να τηρούν τις οδηγίες που ακολουθούν, προκειμένου να μην θέσουν σε κίνδυνο την υγεία των ατόμων με τα οποία συνοικούν και τον κοινό πληθυσμό.

I.1.1. Οδηγίες για εξωτερικούς ασθενείς.

1. Να είστε νηστικοί 3 ώρες πριν τη λήψη του φαρμάκου.
2. Κατά τη λήψη του φαρμάκου αν φοράτε τεχνητές οδοντοστοιχίες να τις βγάλετε (αφορά φάρμακο σε υγρή μορφή, όχι κάψουλα).

3. Πριν τη λήψη του φαρμάκου πιείτε ένα ποτήρι νερό, ένα κατά τη λήψη και άλλο ένα σε μισή ώρα.
4. Θα παραμείνετε στην αίθουσα αναμονής για 2 ώρες.
5. Αν αισθανθείτε τάση για έμετο, ειδοποιείτε εγκαίρως τη νοσοκόμα, προσέξτε να μη λερώσετε άλλα άτομα.
6. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε αστική συγκοινωνία αν η μετάβαση για το σπίτι σας διαρκεί λιγότερο από 1 ώρα. Για ταξίδι μεγαλύτερης διάρκειας χρησιμοποιείτε ιδιωτικό μεταφορικό μέσο και καθίστε μόνος στο πίσω κάθισμα. Αν αναγκαστείτε να χρησιμοποιήσετε δημόσιο μεταφορικό μέσο, αποφύγετε να καθήσετε κοντά σε μικρά παιδιά, νεαρά άτομα και έγκυες γυναίκες.
7. Στο σπίτι για μία εβδομάδα να αποφεύγετε στενή επαφή με τα μέλη της οικογενείας σας.

Πιο συγκεκριμένα:

- α. να μην παίζετε με τα παιδιά
- β. να κάθεστε μακριά από τα άλλα άτομα (στο τραπέζι, τηλεόραση κ.λπ).
- γ. να μην κοιμάστε στο ίδιο δωμάτιο με παιδιά και νεαρά άτομα και αν πρόκειται για συζύγους που είναι σε ηλικία αναπαραγωγής στο ίδιο κρεβάτι.
8. Να αποφύγετε χώρους αναψυχής και παρακολούθηση δημοσίων θεαμάτων για μία εβδομάδα.
9. Μπορείτε να επιστρέψετε στην εργασία σας μετά μία εβδομάδα.
10. Θηλάζουσες μητέρες πρέπει να διακόψουν το θηλασμό.

Ασθενείς που λαμβάνουν θεραπευτικές δόσεις ^{131}I μεγαλύτερες από 555MB_q (15mci) παραμένουν στο νοσοκομείο σε ειδικούς θαλάμους θεραπείας και ισχύουν γ'αυτούς οι κανόνες ακτινοπροστασίας που περιγράφονται στο παρακάτω κεφάλαιο.

I.2. Θεραπεία καρκίνου του θυρεοειδούς με ^{131}I .

^{131}I χορηγείται σε ασθενείς με καρκίνο θυρεοειδούς μετά από χειρουργική επέμβαση για να καταστραφεί τυχόν υπόλειμμα του αδένα. Οι χορηγούμενες ποσότητες ποικίλουν από $1,8\text{ GB}_q$ μέχρι $3,7\text{ GB}_q$ ($50\text{-}100\text{ mci}$). Επίσης χορηγείται ^{131}I σε μεγαλύτερες δόσεις $3,7\text{-}7,4\text{ GB}_q$ ($100\text{-}200\text{ mci}$) σε περιπτώσεις τοπικής υποτροπής καθώς και μεταστάσεων. Το 80% της χορηγούμενης δόσης αποβάλλεται από τα ούρα σε 24 ώρες μετά τη χορήγηση³.

Επειδή οι θεραπευτικές δόσεις είναι πολύ μεγάλες για να αποφεύγονται κίνδυνοι ραδιομόλυνσης και εισπνοής ^{131}I επειδή είναι πολύ πτητικό, 2-3% του υγρού ^{131}I διαφεύγει όταν ανοιχθεί το καπάκι του φιαλιδίου^{4,5}, σκόπιμο είναι η χορήγηση να γίνεται σε μορφή κάψουλας. Αν αυτό δεν είναι δυνατόν, όπως σε περίπτωση αδυναμίας του ασθενούς να καταπιεί την κάψουλα, τότε το αρχικό διάλυμα του ιωδίου πρέπει να αραιωθεί με νερό, ώστε να έχει μικρή συγκέντρωση. Ο ασθενής ρουφά το ^{131}I με καλαμάκι ή πιπέτα, ξεπλένεται το φιαλίδιο με νερό δύο φορές και ο ασθενής ρουφά το υγρό. Στην τελευταία

περίπτωση αν ο ασθενής έχει τεχνητή οδοντοστοιχία πρέπει να την αφαιρέσει πριν τη λήψη του ραδιοφαρμάκου.

Η ενεργότητα του ^{131}I πρέπει να μετρηθεί με μετρητή ραδιενέργειας πριν τη χορήγηση και να ελεγχθούν προσεκτικά τα συνοδευτικά πιστοποιητικά του ραδιοφαρμάκου. Οι ασθενείς που υποβάλλονται σε θεραπεία νοσηλεύονται σε ειδικά σχεδιασμένες μονάδες θεραπείας που πληρούν τους κανόνες ακτινοπροστασίας.

1.2.1. Μονάδα θεραπείας ασθενών.

Η επιλογή της θέσης της μονάδας γίνεται με κριτήρια ακτινοπροστασίας και κόστους κατασκευής, που είναι αρκετά υψηλό. Η μονάδα περιλαμβάνει:

1. Θάλαμο θεραπείας μίας ή δύο κλινών με επαρκή θωράκιση στους τοίχους, το δάπεδο και την οροφή.
2. Στο θάλαμο παράθυρο μολυβδούλου ή κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης για την παρακολούθηση του ασθενούς.
3. Εναν μικρό προθάλαμο με ένα νιπτήρα για πλύσιμο των χεριών του προσωπικού που εξέρχεται από το θάλαμο θεραπείας.
4. Λουτρό αποκλειστικής χρήσης με τουαλέτα με δυνατότητα συνεχούς ροής νερού. Το σύστημα αποχέτευσης πρέπει να καταλήγει αν είναι δυνατόν απ' ευθείας σε κεντρικό φρεάτιο του νοσοκομείου.
5. Νιπτήρα από ανοξείδωτο χάλυβα και παροχή νερού ρυθμιζόμενη με φωτοκύτταρο ή με τους αγκώνες ή με τα πόδια.
6. Χώρο για προσωπική φύλαξη ραδιομολυσμένου ρουχισμού και άλλων προσωπικών αντικειμένων του ασθενούς.
7. Χώρο για προσωρινή φύλαξη ραδιομολυσμένου ιματισμού (σεντόνια, κουβέρτες κ.λπ).
8. Ενα αυτόματο πλυντήριο ρούχων.
9. Τροχήλατα πετάσματα μολύβδου για προστασία από την αμοιβαία ακτινοβόληση των ασθενών, όταν είναι δύο καθώς και την προστασία των εισερχομένων στο θάλαμο (προσωπικού και επισκεπτών).
10. Αποκλειστικής χρήσης όργανα για την καθημερινή ιατρική παρακολούθηση των ασθενών (θερμόμετρο, μανόμετρο, στηθοσκόπιο, κ.λπ).
11. Ιδιαίτερη παροχή οξυγόνου.
12. Ραδιόφωνο, τηλεόραση και τηλέφωνο καθώς και ένα μικρό τροχήλατο τραπέζι από ανοξείδωτο χάλυβα μέσα στο θάλαμο.

Τα δάπεδα και οι τοίχοι όλων των χώρων πρέπει να είναι επιστρωμένα με λείο και μη απορροφητικό υλικό

1.2.2. Προετοιμασία του θαλάμου.

Πριν τη χορήγηση του ^{131}I πρέπει:

1. Να ελεγχθούν όλες οι λειτουργίες του θαλάμου και του λουτρού. Ηλεκτρικοί διακόπτες, κουδούνι αδελφής, τηλέφωνο, TV, νεροχύτες, βρύσες, μπάνιο, τουαλέτα.
2. Περιττά αντικείμενα εντός του θαλάμου, να απομακρυνθούν.
3. Περιοχές του δαπέδου με υψηλό κίνδυνο ραδιομόλυνσης πρέπει να καλυφθούν με χονδρό διαφανές νάιλον. Αυτές οι περιοχές είναι γύρω από την τουαλέτα, το νιπτήρα και μπροστά στο κρεβάτι.
4. Να τοποθετηθεί δοχείο απορριμμάτων με πλαστική σακούλα.
5. Να ελεγχθεί αν υπάρχουν στις κατάλληλες θέσεις τα αναγκαία σήματα ραδιενέργειας.
6. Να καλυφθούν με νάιλον, πόμολα, διακόπτες, τηλέφωνο και τηλεχειριστήρια.

1.2.3. Προετοιμασία ασθενούς και χορήγηση ^{131}I .

1. Να επιβεβαιωθεί ότι ο ασθενής έχει μεταφερθεί στο θάλαμο θεραπείας.
2. Να ελεγχθεί αν έχουν ολοκληρωθεί όλες οι απαιτούμενες εξετάσεις του.
3. Να ελεγχθεί αν έχει μετρηθεί η ποσότητα του ^{131}I που θα χορηγηθεί.
4. Να ενημερωθεί ο ασθενής για τη θεραπεία στην οποία θα υποβληθεί και να του δοθούν γραπτώς οδηγίες.
5. Να μεταφερθεί το ^{131}I στο θάλαμο του ασθενούς με τροχήλατο μέσο.
6. Αμέσως μετά τη χορήγηση του ^{131}I να γίνει μέτρηση του ρυθμού δόσης σε απόσταση 1 m από τον ασθενή και στην είσοδο του θαλάμου.
7. Να αναρτηθεί στην είσοδο του θαλάμου κάρτα με τα ακόλουθα στοιχεία.
Ονοματεπώνυμο:
Ραδιοϊσότοπο: ^{131}I χορηγηθείσα δόση.....
Ημερομηνία χορήγησης:
Ρυθμός δόσης στο 1 m:
Χρόνος παραμονής προσωπικού:
Χρόνος παραμονής επισκεπτών:.....

Ο ρυθμός δόσης στο 1m από τον ασθενή μετράται κάθε μέρα και αναγράφεται στην κάρτα του ασθενούς. Η μέτρηση γίνεται προκειμένου να υπολογίσουμε το χρόνο παραμονής του προσωπικού και των επισκεπτών στο θάλαμο του ασθενούς και να διαπιστώσουμε αν ο ρυθμός δόσης έχει μειωθεί σε επιτρεπτά επίπεδα για να αποχωρήσει ο ασθενής από το νοσοκομείο.

Ο χρόνος παραμονής του προσωπικού στο θάλαμο υπολογίζεται από τη μέγιστη ετήσια επιτρεπτή δόση η οποία σύμφωνα με τα καινούρια όρια είναι 20mSv (2rem). Αν θεωρήσουμε ως ετήσια απασχόληση τις 2000 ώρες τότε θα έχουμε μέγιστη επιτρεπτή δόση 10 $\mu\text{Sv/h}$ (1mrem/h) και αντίστοιχα για οκτάωρη απασχόληση την ημέρα μέγιστη επιτρεπτή δόση 8 mrem. Βάσει αυτής της τιμής και του ρυθμού δόσης του ασθενούς στο 1 m

υπολογίζουμε το χρόνο παραμονής του προσωπικού στο θάλαμο. Οσον αφορά το χρόνο παραμονής των επισκεπτών στο θάλαμο, ισχύει η παράγραφος 9 των οδηγιών που ακολουθούν.

Σύμφωνα με τα παλαιά όρια δόσης για τον κοινό πληθυσμό που ήταν 5mGy/y (500 mrad/y), στο NCRP No 124, 1986⁷ αναφέρεται ότι σύμφωνα με τους ομοσπονδιακούς κανόνες NRC 1992a⁸ επιτρέπεται η αποχώρηση ασθενούς που υποβάλλεται σε θεραπεία όταν ο ρυθμός έκθεσης είναι χαμηλότερος από 0,05 mCy/h στο 1 m (5 mrad/h), λαμβανομένων όμως υπόψη και των συνθηκών κατοικίας του ασθενούς⁹.

Ομοίως κατά τον Perkins¹⁰, σύμφωνα με τους κανονισμούς ιοντιζουσών ακτινοβολιών της Αγγλίας 1985¹¹, ο ασθενής μπορεί να αποχωρήσει με ιδιωτικό μεταφορικό μέσο αν η παραμένουσα στο σώμα ραδιενέργεια είναι 800-400 MB_q (21,6-11 mci) και ο ρυθμός δόσης αντίστοιχα είναι στο 1m 47-24 μSv/h (4,7-2,4 mrem/h).

Σύμφωνα με τα καινούρια όρια δόσης του κοινού πληθυσμού που έχουν μειωθεί σε 1mSv/y (100 mrem/y) δηλαδή στο ένα πέμπτο των παλαιών ορίων, αντίστοιχα πρέπει να μειωθεί και ο ρυθμός δόσης από τους ασθενείς στο ένα πέμπτο, δηλαδή να είναι περίπου 10 μSv/h στο 1m (1mrem/h).

1.2.4. Οδηγίες για εσωτερικούς ασθενείς που παίρνουν θεραπευτικό ιώδιο.

Ακολουθείστε τις παρακάτω οδηγίες:

1. Να μείνετε νηστικός για 2 ώρες μετά τη λήψη του φαρμάκου.
2. Πριν τη λήψη του φαρμάκου, πιείτε ένα ποτήρι νερό, ένα κατά τη λήψη και άλλο ένα σε μισή ώρα. Για μία εβδομάδα να πίνετε πολλά υγρά.
3. Αν αισθανθείτε τάση για έμετο μέσα σε 3 ώρες από τη χορήγηση του φαρμάκου, ειδοποιείτε αμέσως την αδελφή.
4. Τις δύο πρώτες μέρες να ουρείτε όσο γίνεται συχνότερα και να τραβάτε δύο φορές το καζανάκι, αν δεν υπάρχει συνεχής ροή νερού.
5. Να πλένετε τα χέρια σας μετά τη χρήση της τουαλέτας. Να χρησιμοποιείτε χαρτομάντιλα και χαρτοπετσέτες και μετά τη χρήση να τα πετάτε στο δοχείο απορριμμάτων.
6. Θηλάζουσες μητέρες πρέπει να διακόψουν το θηλασμό.
7. Να μην κυκλοφορείτε εκτός του δωματίου σας.
8. Απαγορεύονται γενικά οι επισκέψεις παιδιών.
9. Την 3^η ημέρα μετά τη λήψη του φαρμάκου, μπορούν να σας επισκεφθούν ενήλικες και να παραμείνουν το πολύ 1 ώρα. Να κάθονται σε μεγάλη απόσταση. Να μην πιάνουν προσωπικά σας αντικείμενα.
10. Για οποιοδήποτε πρόβλημα σας, ενημερώστε την αδελφή.

1.2.5. Νοσηλεία ασθενούς.

Ασθενείς που υποβάλλονται σε θεραπεία με ^{131}I , συνήθως δεν χρειάζονται πολύ φροντίδα. Δύο είναι οι βασικοί κίνδυνοι από αυτούς τους ασθενείς. Η εξωτερική ακτινοβόληση και η ραδιομόλυνση. Οι κίνδυνοι από την εξωτερική ακτινοβόληση ελαχιστοποιούνται με την αύξηση της απόστασης από τον ασθενή και τη μείωση του χρόνου παραμονής στο θάλαμο, στον απολύτως αναγκαίο.

Ο μεγαλύτερος κίνδυνος προέρχεται από τις ραδιομολύνσεις διότι το ραδιενεργό ιώδιο που θα απορροφηθεί, καθλώνεται στο θυρεοειδή. Επιβάλλεται να εφαρμόζεται κυκλική εναλλαγή του νοσηλευτικού προσωπικού. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι το προσωπικό να έχει την απαιτούμενη εκπαίδευση και να λάβει γραπτώς τις ακόλουθες οδηγίες.

1.2.6. Οδηγίες για τη νοσηλεία ασθενών που λαμβάνουν θεραπευτικό ιώδιο.

1. Το δάπεδο του δωματίου του ασθενούς να καλυφθεί με χονδρό διαφανές νάιλον στις περιοχές μπροστά στο κρεβάτι, γύρω από την τουαλέτα και το νιπτήρα.
2. Κάτω από το υπνοσέντονο να τοποθετηθεί χοντρό διαφανές νάιλον.
3. Να τοποθετηθεί νάιλον σακούλα στον κάλαθο απορριμμάτων.
4. Να ενημερωθεί ο ασθενής, ότι τα προσωπικά του αντικείμενα που θα χρησιμοποιήσει μπορεί να μολυνθούν με ραδιενέργεια, ώστε τα μη απαραίτητα να τα παραδώσει.
5. Ο ασθενής να μην έχει φάει 3 ώρες πριν τη χορήγηση του φαρμάκου και να μείνει νηστικός άλλες 2 ώρες μετά τη χορήγηση. Τις πρώτες ημέρες μετά τη χορήγηση να ενυδατώνεται συχνά.
6. Πριν τη χορήγηση του φαρμάκου, θα φορέσει πυτζάμες του νοσοκομείου και εσώρουχα μίας χρήσης.
7. Στην πόρτα του θαλάμου να τοποθετηθεί καρτέλα με το όνομα του ασθενούς, τη θεραπευτική δόση, την ημερομηνία χορήγησης και το ρυθμό δόσης μετά από κάθε μέτρηση.
8. Ο ασθενής θα χρησιμοποιεί πιατικά μίας χρήσης και τα ίδια πάντα μαχαιροπίρουνα, που θα πλένονται στο νεροχύτη του δωματίου του, αν είναι δυνατόν από τον ίδιο.
9. Οι κλινήρεις ασθενείς να έχουν αποκλειστική σκοραμίδα (πάπια) και αν έχουν απώλειες ούρων να μπει καθετήρας.
10. Οποιοσδήποτε μπαίνει στο θάλαμο του ασθενούς, θα φοράει ποδονάρια που θα βγάζει κατά την έξοδο του από το δωμάτιο και θα τα ρίχνει μέσα σε ειδικό καλάθι.
11. Οποιος έρχεται σε επαφή με αντικείμενα του ασθενούς ή περιποιείται τον ίδιο, να φοράει γάντια και πλαστική ποδιά που θα τα πετάει μετά τη χρήση στο παραπάνω καλάθι. Να πλένει τα χέρια μετά την έξοδο από το θάλαμο.

12. Σε περίπτωση ραδιομόλυνσης από έμμετο, ούρα και σάλια, τα αντικείμενα που θα λερωθούν, να συγκεντρωθούν και να ειδοποιηθεί ο υπεύθυνος ακτινοπροστασίας φυσικός για έλεγχο και σχετικές οδηγίες απομόλυνσης.
13. Δεν επιτρέπεται η χωρίς λόγο παραμονή του προσωπικού στο δωμάτιο του ασθενούς. Για νοσηλεία, ο χρόνος παραμονής αναγράφεται στην καρτέλα του ασθενούς στην είσοδο του θαλάμου.
14. Τις πρώτες 2 μέρες μετά τη χορήγηση του φαρμάκου, δεν επιτρέπονται επισκέψεις. Τις επόμενες μέρες μπορούν να επισκεφθούν τον ασθενή ενήλικες και να παραμείνουν το πολύ 1 ώρα, σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερη απόσταση. Σε ειδικές περιπτώσεις, μπορεί να επιτραπούν επισκέψεις νεαρών ατόμων για λίγη ώρα. Συμβουλευτείτε τον υπεύθυνο ακτινοπροστασίας.
15. Αιμοληψίες επιτρέπονται 3 ημέρες μετά τη χορήγηση του φαρμάκου, εκτός από επείγουσες περιπτώσεις.
16. Πριν τη μέτρηση, ο ασθενής να αλλάξει εσώρουχα και πτυζάμες και να πλύνει το πρόσωπό του.
17. Πριν συγκεντρώσει ο ασθενής τα πράγματα του, να ειδοποιηθεί ο υπεύθυνος ακτινοπροστασίας, για να κάνει έλεγχο των προσωπικών του αντικειμένων και του θαλάμου του για ραδιομόλυνση.
18. Να υπάρχει πάντοτε διαθέσιμο ένα κυτίο απομόλυνσης.
19. Σε περίπτωση χειρουργικής επέμβασης ή θανάτου, να ειδοποιηθεί ο υπεύθυνος ακτινοπροστασίας φυσικός, αμέσως, οποιαδήποτε ώρα του 24ώρου.

Ι.2.7. Οδηγίες για ασθενείς που αναχωρούν για το σπίτι τους.

Ακολουθείστε τις παρακάτω οδηγίες:

1. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε αστική συγκοινωνία, αν η μετάβαση για το σπίτι σας διαρκεί λιγότερο από 1 ώρα. Για μακρινό ταξίδι, αποφύγετε να καθίσετε κοντά σε μικρά παιδιά, νεαρά άτομα και έγκυες γυναίκες.
2. Στο σπίτι για μία εβδομάδα να αποφεύγετε στενή επαφή με τα μέλη της οικογενείας σας.

Πιο συγκεκριμένα:

- α. να μην παίζετε με τα παιδιά
- β. να κάθεστε μακριά από τους άλλους (στο τραπέζι, τηλεόραση κ.λπ).
- γ. να μην κοιμάστε στο ίδιο δωμάτιο για μία εβδομάδα με παιδιά, νέα άτομα ή αν πρόκειται για συζύγους που είναι σε ηλικία αναπαραγωγής, στο ίδιο κρεβάτι.
3. Να αποφεύγετε χώρους αναψυχής και παρακολούθηση δημοσίων θεαμάτων για μία εβδομάδα.
4. Μπορείτε να επιστρέψετε στην εργασία σας μετά μία εβδομάδα.

1.2.8. Απομόλυνση θαλάμων θεραπείας.

Μετά την αποχώρηση του ασθενούς από το θάλαμο θεραπείας, γίνεται από τον ακτινοφυσικό λεπτομερής έλεγχος για εντοπισμό ραδιομολύνσεων. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι για την αποφυγή προσωπικής ραδιομόλυνσης η κατάλληλη ενδυμασία, όπως άσπρη μπλούζα, νάιλον ποδιά, ποδονάρια και γάντια. Ως όργανα ελέγχου χρησιμοποιούνται ανιχνευτής διαχύτου ακτινοβολίας (survey meter) και ανιχνευτής ραδιενεργών μολύνσεων (contamination monitor).

Για την ανίχνευση των ραδιομολύνσεων και την απομόλυνση πρέπει πάντοτε να ακολουθείται μία λογική συστηματική διαδικασία για να αποφευχθεί επιπρόσθετη διασπορά. Ελέγχεται κατ' αρχήν το ΒΚg (υπόστρωμα) μακριά από μολυσμένες περιοχές. Με τον ανιχνευτή σε απόσταση 5cm από την ελεγχόμενη επιφάνεια, ο έλεγχος αρχίζει από την είσοδο προς το εσωτερικό του θαλάμου. Σε περιπτώσεις υψηλής ραδιομόλυνσης, σκόπιμο είναι να καλύπτεται ο ανιχνευτής με προστατευτικό νάιλον, για να μη μολυνθεί. Αν διαπιστωθεί αύξηση του ρυθμού κρούσεων, η περιοχή επισημαίνεται με μαρκαδόρο προκειμένου να ακολουθήσει απομόλυνση. Περιοχές και αντικείμενα πιθανής ραδιομόλυνσης είναι πόμολα, διακόπτες, τηλεχειριστήρια, τηλέφωνο, κουδούνι αδελφής, το πάτωμα μπροστά στο κρεβάτι όπου βάζει ο ασθενής τις παντόφλες του, η περιοχή γύρω από το νιπτήρα και την τουαλέτα, οι βρύσες, το σιφόνι του νιπτήρα, οι βραχίονες των καθισμάτων, σεντόνια, μαξιλαροθήκες, πετσέτες, μαχαιροπίρουνα και λοιπά σκεύη σερβιρίσματος. Πριν αρχίσει η απομόλυνση πρέπει να υπάρχει έτοιμο ένα κουτί για ραδιενεργό απομόλυνση που πρέπει να περιέχει τα ακόλουθα:

1. Σαπούνι (κοινό).
2. Υγρό απορρυπαντικό.
3. Radiacwash (διάλυμα 1:5) ή EXTRAN (διάλυμα 5%, κατά προτίμηση σε ζεστό νερό).
4. Σφουγγάρι.
5. Χαρτομάντιλα.
6. Χαρτοβάμβακα.
7. 2 λαβίδες.
8. Γάντια.
9. Ποδονάρια.
10. Μάσκες χειρουργικές.
11. Μικρές και μεγάλες πλαστικές σακούλες.
12. Πλαστικός κουβάς.
13. Βούρτσα μαλακή για χέρια, βούρτσα σκληρή για δάπεδο.
14. Ετικέτες με σήμα ραδιενέργειας.
15. Διαφανές νάιλον αυτοκόλλητο.
16. Χανζαπλάστ σε διάφορα μεγέθη.
17. Κρέμα για τα χέρια.
18. Μαρκαδόρος.

Για να απομολύνουμε μία μη απορροφητική επιφάνεια την οποία έχουμε σημειώσει με μαρκαδόρο, πρώτα σκουπίζουμε με υγρό απορροφητικό χαρτί την περιοχή από έξω προς τα μέσα για να μην επεκταθεί η ραδιομόλυνση.

Συνεχίζουμε την απομόλυνση σταδιακά με διάφορα είδη καθαρισμού, νερό, σαπούνι, υγρό απορρυπαντικό, EXTRAN ή Radiacwash και κάθε φορά ελέγχουμε το βαθμό απομόλυνσης. Συγκεντρώνουμε όλα τα ραδιενεργά υλικά σε πλαστική σακούλα. Πάντοτε δεν επιτυγχάνουμε απομόλυνση σε επίπεδα Bkg, σε τέτοιες περιπτώσεις επικαλύπτουμε τη μολυσμένη επιφάνεια με διαφανές νάιλον και αν ο ρυθμός δόσης είναι υψηλός προσθέτουμε και φύλλα μολύβδου.

Αν υπάρχουν μολυσμένα αντικείμενα που δεν μπορούν να πλυθούν φυλάσσονται ως ραδιενεργά κατάλοιπα. Ο μολυσμένος ρουχισμός, όπως σεντόνια, μαξιλαροθήκες, πετσέτες, κουβέρτες κ.λπ., φυλάσσονται σε πλαστική σακούλα στην οποία αναγράφεται το ραδιονουκλεΐδιο και η ημερομηνία φύλαξης. Όταν η ραδιομόλυνση μειωθεί σε επιτρεπτά επίπεδα, μπορούν να σταλούν στα πλυντήρια.

Τα μέγιστα επιτρεπτά όρια⁶ για ελεγχόμενες περιοχές για τα χρησιμοποιούμενα αντικείμενα είναι $30\text{MB}_q\text{cm}^{-2}$ (10^{-3} $\mu\text{Ci cm}^{-2}$) για το ρουχισμό αντίστοιχα είναι $3\text{MB}_q\text{cm}^{-2}$ (10^{-4} $\mu\text{Ci cm}^{-2}$).

1.2.9. Επείγουσες περιπτώσεις.

Στα τμήματα Πυρηνικής Ιατρικής σε σπάνιες περιπτώσεις αντιμετωπίζονται ασθενείς βαρέως πάσχοντες στους οποίους έχουν χορηγηθεί μεγάλες ποσότητες ραδιενεργών ουσιών για θεραπεία, διότι βασική αρχή είναι να μην γίνεται ραδιοϊσοτοπική θεραπεία σε ετοιμοθάνατους ασθενείς.

Σε περίπτωση θανάτου, ασθενούς που έχει υποβληθεί σε θεραπεία τα άτομα που θα έλθουν σε στενή επαφή με το πτώμα πρέπει να ενημερωθούν από τον υπεύθυνο ακτινοπροστασίας ακτινοφυσικό για τα αναγκαία μέτρα προφύλαξης που θα λάβουν.

Αν γίνει νεκροψία δεν απαιτούνται ιδιαίτερα μέτρα προστασίας εφόσον η παραμένουσα ραδιενέργεια του ^{131}I στο νεκρό είναι μικρότερη από 10MB_q ($270\ \mu\text{Ci}$)⁶. Για μεγαλύτερες ποσότητες ραδιενέργειας πρέπει να δοθούν κατάλληλες οδηγίες χειρισμού του πτώματος. Ο εκτελών τη νεκροψία να φορέσει πλαστική ποδιά και δύο ζεύγη γάντια για αποφυγή ραδιομολύνσεων, αν η κύστη περιέχει μεγάλες ποσότητες ^{131}I να αδειάσει, πιθανόν να απαιτηθεί αφαίρεση του θυρεοειδούς ή να καλυφθεί ο αδένας με φύλλο μολύβδου, προκειμένου να μειωθεί η εξωτερική ακτινοβολή πριν γίνει η αφαίρεση άλλων εσωτερικών οργάνων.

Για την ταφή δεν απαιτούνται ιδιαίτερα μέτρα προστασίας αν η παραμένουσα ραδιενέργεια ^{131}I στο νεκρό είναι μικρότερη από 400MB_q ($10\ \mu\text{Ci}$)⁶. Για μεγαλύτερες ποσότητες πρέπει να δοθούν οδηγίες για τους περιορισμούς που πρέπει να τηρηθούν από άτομα που θα πλησιάσουν το νεκρό.

Σε περιπτώσεις άμεσης ανάγκης χειρουργικής επέμβασης σε ασθενή που έχει υποβληθεί σε θεραπεία, εφόσον η επέμβαση δεν μπορεί να αναβληθεί για λίγες ημέρες, πρέπει να δοθούν και πάλι ανάλογες οδηγίες με εκείνες της νεκροψίας.

II. ^{32}P -ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ

Ο ^{32}P έχει φυσικό χρόνο υποδιπλασιασμού 14.3 ημέρες, εκπέμπει μόνον β ακτινοβολία με μέγιστη και μέση ενέργεια αντίστοιχα 1.71 και 0.695 MeV. Η μέγιστη και μέση εμβέλεια στον ιστό είναι αντίστοιχα 8 και 3 mm¹. Στο εμπόριο κυκλοφορεί σε μορφή ορθοφωσφορικής ρίζας (PO_4)³⁻ σε υδατικό διάλυμα για ενδοφλέβια χορήγηση.

Χρησιμοποιείται για τη θεραπεία μυελοπαραγωγικών νόσων κυρίως για την πολυερυθραιμία Vera και τη θρομβοκυτταραιμία, οι χορηγούμενες δόσεις είναι 74-111 MB_q (2-3 mci) με μέγιστη δόση μέχρι 185 MB_q (5mci)^{1,12}.

Το ραδιοφάρμακο χορηγούμενο ενδοφλεβίως, απομακρύνεται από το αίμα και το πλάσμα με διεκθετικό τρόπο. Ο ενεργός χρόνος υποδιπλασιασμού για το πλάσμα είναι 0.8 ημέρες, ενώ για το ολικό αίμα η ταχεία και η βραδεία συνιστώσα της καμπύλης απέκκρισης έχουν ενεργό χρόνο υποδιπλασιασμού 1.7 και 20 ημέρες αντίστοιχα. Η βραδεία κάθαρση του ραδιοφαρμάκου στο ολικό αίμα, οφείλεται στη δέσμευση του στη μεμβράνη των ερυθρών αιμοσφαιρίων^{1,13}.

Ο βιολογικός χρόνος υποδιπλασιασμού στο μυελό των οστών είναι 7-9 ημέρες. Η απορροφούμενη δόση είναι μεγαλύτερη στο μυελό των οστών, το ήπαρ και το σπλήνα^{12,14}.

Τις δύο πρώτες ημέρες μετά τη χορήγηση, επειδή ένα μέρος της χορηγούμενης δόσης αποβάλλεται από τα ούρα, πρέπει να γίνεται σχετική σύσταση στους ασθενείς να αποφύγουν ραδιομόλυνση της τουαλέτας, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιείται και από άλλα άτομα. Σε περίπτωση θηλασμού, πρέπει να γίνεται διακοπή.

III. ⁸⁹Sr-ΧΛΩΡΙΟΥΧΟ ΣΤΡΟΝΤΙΟ (METASTRON)

Το ⁸⁹Sr σε μορφή χλωριούχου στροντίου χορηγείται σε ασθενείς με οστικές μεταστάσεις από καρκίνο του προστάτου και του μαστού, για την ανακούφιση από τον πόνο¹³.

Το ⁸⁹Sr παράγεται σε πυρηνικό αντιδραστήρα από σταθερό ⁸⁸Sr με βομβαρδισμό με νετρόνια. Διασπάται σε σταθερό ⁸⁹Y με εκπομπή β ακτινοβολίας με μέγιστη ενέργεια 1.46 MeV, η εκπομπή γ ακτινοβολίας είναι αμελητέα. Έχει φυσικό χρόνο υποδιπλασιασμού 50.5 ημέρες.

Το ⁸⁹Sr συμπεριφέρεται in vivo όπως και το ασβέστιο, συγκεντρώνεται στα οστά, ιδιαίτερα σε περιοχές που παρουσιάζουν αυξημένο ρυθμό ανταλλαγής (bone turnover) όπως είναι οι μεταστάσεις οστεοβλαστικού τύπου. Το ποσοστό κατακράτησης του ⁸⁹Sr τρεις μήνες μετά τη χορήγηση του ποικίλει από 11-88% και εξαρτάται από την εξάπλωση της νόσου¹.

Το ⁸⁹Sr που δεν καθιλώνεται στο σκελετό, αποβάλλεται κατά 90% από τα ούρα και 10% από τα κόπρανα. Το μεγαλύτερο ποσό αποβάλλεται από τα ούρα τις 48 πρώτες ώρες μετά τη χορήγηση. Η αποβολή από τα ούρα πέντε ημέρες μετά τη χορήγηση, είναι αμελητέα.

Η απορροφούμενη δόση από το μυελό των οστών έχει υπολογιστεί ότι είναι περίπου δέκα φορές μικρότερη από αυτή στις μεταστάσεις^{1,15}. Το θεραπευτικό αποτέλεσμα οφείλεται στη δράση της β ακτινοβολίας που έχει εμβέλεια στο οστόν 3.2-3.5 mm και 6-7 mm στα μαλακά μόρια.

Η θεραπευτική δόση του ⁸⁹Sr που χορηγείται ενδοφλεβίως, είναι 150MBq (4mCi), η δράση του διαρκεί περίπου 5-6 μήνες. Σε περίπτωση συντομώτερης επανεμφάνισης του πόνου, δεν μπορεί να γίνει επαναληπτική χορήγηση ⁸⁹Sr σε διάστημα μικρότερο των 3 μηνών, λόγω της αθροιστικής τοξικότητας του στροντίου στο μυελό των οστών.

Μέτρα ακτινοπροστασίας:

Το ⁸⁹Sr επειδή είναι ραδιονουκλεΐδιο β εκπομπής δεν απαιτείται για τον ασθενή ειδικός θάλαμος θεραπείας, ούτε απαιτούνται ιδιαίτερες προφυλάξεις από εξωτερική ακτινοβολήση. Οι κίνδυνοι προέρχονται μόνο από ραδιομολύνσεις από τα ούρα. Τα μέτρα ακτινοπροστασίας που πρέπει να ληφθούν είναι τα ακόλουθα:

1. Η σύριγγα που χρησιμοποιείται για τη χορήγηση να θωρακίζεται με καλύπτρα από πλαστικό (plexiglass), για να μειωθεί η δόση στα δάκτυλα.
2. Σε ασθενείς που παρουσιάζουν ακράτεια ούρων, πριν τη χορήγηση του ραδιοφαρμάκου πρέπει να τοποθετηθεί καθετήρας που θα παραμείνει για 5 ημέρες.
3. Για την αλλαγή του ουροσυλλέκτη να χρησιμοποιούνται οπωσδήποτε γάντια, τα ούρα να χύνονται στην τουαλέτα και να πέφτει άφθονο νερό.
4. Ασθενείς που χρησιμοποιούν την τουαλέτα να προσέχουν τις ραδιομολύνσεις, να τραβούν δύο φορές το καζανάκι μετά τη χρήση και να πλένουν κατόπιν προσεκτικά τα χέρια τους. Αν πέσουν σταγόνες από ούρα,

ο ασθενής να τις σκουπίσει με απορροφητικό χαρτί, να το πετάξει στην τουαλέτα και κατόπιν να τραβήξει το καζανάκι.

5. Αν ρούχα ή ιματισμός λερωθούν με ούρα, πρέπει να πλυθούν προσεκτικά και ξεχωριστά χωρίς καθυστέρηση.
6. Αν συμβεί ραδιομόλυνση στο θάλαμο νοσηλείας, πρέπει να γίνει απομόλυνση.
7. Σε περίπτωση θηλασμού, πρέπει να γίνει διακοπή.
8. Το νοσηλευτικό προσωπικό που φροντίζει τον ασθενή, δεν πρέπει να βρίσκεται σε κατάσταση εγκυμοσύνης.

IV. ⁹⁰Y-(ΥΤΤΡΙΟ) - ΠΥΡΙΤΙΚΟ/ΚΙΤΡΙΚΟ (ΚΟΛΛΟΕΙΔΕΣ)

Το ⁹⁰Y διασπάται σε σταθερό ⁹⁰Zr (ζιρκόνιο) με εκπομπή β ακτινοβολίας με μέγιστη ενέργεια 2.24 MeV, η εκπεμπόμενη γ ακτινοβολία είναι αμελητέα. Έχει φυσικό χρόνο υποδιπλασιασμού 64.5 ώρες (2.7 ημέρες). Η μέση εμβέλεια στα μαλακά μόρια είναι 3-5 mm και στον χόνδρο 2.8 mm.

Το Υττριο σε κολλοειδή μορφή είτε ως πυριτικό είτε ως κιτρικό, χρησιμοποιείται για ενδοκοιλοτικές εγχύσεις, με μέσο μέγεθος μικύλων 100nm.

IV.1. Κακοήθεις ενδοκοιλοτικές εγχύσεις.

Το κολλοειδές Υττριο χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις κακοήθους συλλογής πλευριτικού και περιτοναϊκού υγρού, προκειμένου να παρεμποδίσει ή να καθυστερήσει την παραγωγή υγρού^{1,13}. Η χορηγούμενη ποσότητα κυμαίνεται από 2.6-40 GB_q (70-100 mci). Μετά τη χορήγηση το κολλοειδές ⁹⁰Y διαχέεται στο υγρό της κοιλότητας (effusion) και εισχωρεί στα επιφανειακά κύτταρα του όγκου. Μικρή ποσότητα του υττρίου μεταφέρεται στους πνεύμονες και το ήπαρ διά της αιματικής οδού.

Μέτρα ακτινοπροστασίας:

1. Για τη νοσηλεία του ασθενούς δεν απαιτείται ειδικός θάλαμος θεραπείας. Ο ασθενής όμως θα παραμείνει για 48 ώρες στο νοσοκομείο για έλεγχο διαρροής στην περιοχή χορήγησης του ραδιοφαρμάκου.
2. Οι σύριγγες για τη λήψη του ραδιοφαρμάκου σκόπιμο είναι να καλυφθούν με πλαστικό θώρακα (plexiglass) για να μειωθεί η απορροφούμενη δόση στα δάκτυλα από τη β ακτινοβολία.
3. Πριν τη χορήγηση αναμιγνύεται το ραδιοφάρμακο με τουλάχιστον 100ml φυσιολογικού ορού.
4. Κατά τη χορήγηση λαμβάνονται τα αναγκαία μέτρα ακτινοπροστασίας για να αποφευχθούν ραδιομολύνσεις από την υψηλή δόση.
5. Ο ασθενής τις πρώτες ώρες μετά τη χορήγηση αλλάζει συχνά θέση, για καλύτερη κατανομή του ραδιοφαρμάκου.
6. Απόλυτη αντένδειξη αποτελούν η εγκυμοσύνη και ο θηλασμός.

IV.2. Ενδοαρθρικές εγχύσεις.

Το κολλοειδές ύττριο χορηγείται ενδοαρθρικώς στο γόνατο σε διάφορες φλεγμονώδεις αρθροπάθειες^{1,13}. Η χορηγούμενη ποσότητα είναι 185-222 MB_q (5-6 mci) για κάθε γόνατο. Μετά την έγχυση τα μικύλα εισχωρούν στα επιφανειακά κύτταρα του αρθρικού υμένα και όσο μικρότερο είναι το μέγεθος των μικύλων, τόσο πιο ομοιογενής είναι η κατανομή. Ένα μικρό ποσό μεταφέρεται διά της λέμφου στα γειτονικά λεμφογάγγλια.

Το ⁹⁰Y λόγω της μεγάλης εμβέλειας της β ακτινοβολίας του δεν χορηγείται σε άλλες αρθρώσεις εκτός από το γόνατο. Κατά την εφαρμογή του απαιτούνται μέτρα ακτινοπροστασίας με σκοπό την αποφυγή ραδιομολύνσεων.

Μετά τη χορήγηση του ραδιοφαρμάκου αποσύρεται η βελόνα, αφού πρώτα ξεπλυθεί με φυσιολογικό ορό για να αποφευχθεί η ραδιομόλυνση των μαλακών μορίων. Απόλυτη αντένδειξη στη χορήγηση αποτελούν η εγκυμοσύνη και ο θηλασμός.

V. ^{186}Re -(PHNIO)

Το ^{186}Re διασπάται με εκπομπή β ακτινοβολίας (92.2%) σε σταθερό ^{186}Os (Οσμιο) και με υπαρπαγή ηλεκτρονίου (7.8%) σε σταθερό ^{186}W (Βολφράμιο), με φυσικό χρόνο υποδιπλασιασμού 89.3 ώρες (3.72 ημέρες). Η διάσπασή του συνοδεύεται από εκπομπή γ ακτινοβολίας (9.3%), ενέργειας 137 KeV χρήσιμης για την απεικόνιση.

Για τη θεραπεία χρήσιμη είναι η β ακτινοβολία που εκπέμπει, με μέγιστη ενέργεια 1.07 MeV (77%) και 0.93 MeV (23%).

Το Ρήνιο με κατάλληλη χημική μορφή χρησιμοποιείται για θεραπεία πόνου καθώς και για ενδοαρθρικές εγχύσεις.

V.1 ^{186}Re -HEDP.

Το ^{186}Re [Re-186(tin) 1.1-hydroxyethylidene diphosphonate] χορηγείται ενδοφλεβίως σε ποσότητα 1295 MBq (35 mci) σε ασθενείς με οστικές μεταστάσεις από καρκίνο του προστάτου και του μαστού για την ανακούφιση του πόνου¹³.

Η νίνο συμπεριφέρεται όπως και το Tc-99m-HEDP. Συγκεντρώνεται κυρίως στο σκελετό και απεκκρίνεται από τους νεφρούς. Σε 24 ώρες αποβάλλεται από τα ούρα το 70% της χορηγηθείσης δόσης. Το 42% της δόσης αποβάλλεται τις 6 πρώτες ώρες μετά τη χορήγηση.

Μέτρα ακτινοπροστασίας:

Επειδή η χορηγούμενη ποσότητα ^{186}Re είναι μεγάλη και ένα μεγάλο ποσό αποβάλλεται από τα ούρα το πρώτο 24ωρο μετά τη χορήγηση, οι κίνδυνοι από ραδιομολύνσεις είναι σοβαροί, γι' αυτό θεωρείται αναγκαία η παραμονή του ασθενούς για ένα 24ωρο σε ιδιαίτερο μονόκλινο δωμάτιο με αποκλειστική χρήση τουαλέτας. Δεν υπάρχουν σοβαροί κίνδυνοι από εξωτερική ακτινοβόληση γιατί η εκπεμπόμενη γ ακτινοβολία είναι χαμηλής ενέργειας, συνεπώς δεν απαιτούνται θωρακίσεις του θαλάμου.

Για την καλύτερη ακτινοπροστασία των ασθενών και του προσωπικού, πρέπει να ληφθούν υπόψη τα ακόλουθα:

1. Η ενδοφλέβια χορήγηση του ^{186}Re στον ασθενή πρέπει να γίνει με ιδιαίτερη προσοχή, διότι υπάρχει κίνδυνος νέκρωσης του ιστού στο σημείο της χορήγησης αν σπάσει η φλέβα, λόγω της μεγάλης δόσης και της εκπομπής β ακτινοβολίας.
2. Η χορήγηση γίνεται με κρουνό τριών διόδων (tree-way stopcock) που συνδέεται με τη σύριγγα του ραδιοφαρμάκου καθώς και με σύριγγα με φυσιολογικό ορό, ώστε να ελεγχθεί η φλέβα πρώτα με τον ορό.
3. Η σύριγγα που χρησιμοποιείται για το ραδιοφάρμακο πρέπει να φέρει καλύπτρα από πλαστικό (plexiglass), για τη μείωση της δόσης στα δάκτυλα.
4. Στους ασθενείς γίνεται σύσταση να πίνουν πολλά υγρά και να πηγαίνουν συχνά την τουαλέτα, να τραβούν δύο φορές το καζανάκι μετά τη χρήση, να

σκουπίζουν σταγόνες από ούρα που τυχόν θα πέσουν στη λεκάνη και να πλένουν πολύ καλά τα χέρια τους. Οι άρρενες ασθενείς να κάθονται στη λεκάνη για να ουρήσουν.

5. Στους ασθενείς που έχουν ακράτεια ούρων τοποθετείται καθετήρας πριν τη χορήγηση του ^{186}Re . Για την αλλαγή του ουροσυλλέκτη να χρησιμοποιούνται γάντια, τα ούρα να χύνονται στην τουαλέτα και να πέφτει άφθονο νερό.
6. Μετά την απομάκρυνση του ασθενούς από το θάλαμο, πρέπει να ελεγχθεί λεπτομερώς ο θάλαμος και η τουαλέτα για τυχόν ραδιομολύνσεις καθώς και ο χρησιμοποιηθείς ρουχισμός.
7. Σε περίπτωση ραδιομολύνσεων γίνεται καθαρισμός των χώρων. Ο ρουχισμός αν λερωθεί μπορεί να πλυθεί μία ημέρα μετά τη θεραπεία.
8. Αντενδείξεις στη χορήγηση του ραδιοφαρμάκου αποτελούν η εγκυμοσύνη και ο θηλασμός.
9. Νοσηλευτικό προσωπικό που βρίσκεται σε κατάσταση εγκυμοσύνης δεν πρέπει να ασχολείται με τη νοσηλεία ασθενούς στον οποίο χορηγήθηκε ^{186}Re .

V.2. ^{186}Re -Sulphide (κολλοειδές).

Το Ρήνιο σε θειούχο κολλοειδή μορφή, χορηγείται ενδραθηκώς σε διάφορες φλεγμονώδεις αρθροπάθειες του ισχίου, ώμου, αγκώνα, καρπού και ποδοκνημικής άρθρωσης^{1,13}.

Η χορηγούμενη ποσότητα εξαρτάται από το μέγεθος της άρθρωσης και το βαθμό της φλεγμονής. Συνιστώνται οι ακόλουθες δόσεις και όγκοι:

Ισχίο:	110-150 MBq (3-4 mCi)	σε 3 ml
Ωμος:	75 MBq (2 mCi)	σε 3 ml
Αγκώνας:	75 MBq (2 mCi)	σε 2 ml
Καρπός:	37-75 MBq (1-2 mCi)	σε 1 ml
Ποδοκνημική άρθρωση:	75 MBq (2 mCi)	σε 1 ml

Προκειμένου να είναι ομοιογενής η κατανομή και μικρή η διαφυγή διά της λεμφικής οδού, θεωρείται το μέγεθος των μικύλων ιδανικό όταν είναι 100 nm, οπότε είναι σχετικά μικρή και η καθήλωση στα γειτονικά λεμφογάγγλια¹³.

Κατά την εφαρμογή λαμβάνονται μέτρα ακτινοπροστασίας για την αποφυγή ραδιομολύνσεων.

Μετά τη χορήγηση αποσύρεται η βελόνα αφού ξεπλυθεί με φυσιολογικό ορό.

Απόλυτη αντένδειξη στη χορήγηση αποτελούν η εγκυμοσύνη και ο θηλασμός.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **E.A.N.M.Task Group Radionuclide Therapy.**
Radionuclide Therapy: From palliation to cure.
2. **Riccabona G., CIS bio-international report.**
¹³¹I - Therapy for thyroid disease.
3. **I.A.E.A., Vienna, 1992, IAEA-PRSM-6. Manual on therapeutic uses of iodine 131.**
4. **Early, P.J. (1987).** "Radiation safety and handling of therapeutic radionuclides",
Nucl.Med.Biol. 14, 263-267.
5. **Miller K.L., Bott S.M., Velkley, D.E. and Cunningham D.E., (1979).** "Review of contamination and exposure hazards associated with therapeutic uses of radioidine".
J.Nucl.Med.Technol. 7, 163-166.
6. **National Radiological Protection Board, Health and Safety Executive (1988).** *Guidance notes for the protection of persons against ionizing radiations arising from medical and dental use.*
7. **NCRP Report No 124 (1996).** *Sources and magnitude of occupational and public exposures from nuclear medicine procedures.*
8. **NRC (1992a). U.S. Nuclear Regulatory commission. Medical use of byproduct material, title 10, part 35, code of federal regulations.**
9. **NCRP (1995).** *National Council on Radiation Protection and Measurements. Dose limits for individuals who receive exposure from radionuclide therapy patients, NCRP Commentary No 11.*
10. **Perkins, A.C.** *Nuclear Medicine Science and Safety, 1995.*
Published by John Libbey and Company Ltd.
11. **The ionising radiations regulations SI 1985.**
No 1333. London HMSO (1985).
12. **Silver S.**
Radioactive Nuclide in Medicine and Biology. Treatment of Polycythemia, third edition, Philadelphia 1968: 235-241.
13. **Harbert J.C.**
Nuclear Medicine Therapy. Thieme Medical Publishers, New York 1987.
14. **Berlin N.I.**
Polycythemia Vera, Leukemia and ³²P Therapy. In: Wagner H.N. ed. Principles of Nuclear Medicine Philadelphia, Saunders 1968; 443-448.
15. **Μανέτου Α.**
Υπολογισμός των απορροφούμενων δόσεων από τη χορήγηση θεραπευτικού ⁸⁹Sr, διατριβή επί διδακτορία, 1994: 61-62.