UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS DE BOTUCATU
Curso de Graduação em Física Médica

STEPHANIE YURI HANASHIRO

LEVANTAMENTO RADIOMÉTRICO PÓS ALTA DO QUARTO TERAPÊUTICO DE PORTADORES DE CARCINOMA HEPÁTICO SUBMETIDOS À RADIOEMBOLIZAÇÃO COM LIPIODOL-^{131}I

Botucatu
2023

STEPHANIE YURI HANASHIRO

LEVANTAMENTO RADIOMÉTRICO PÓS ALTA DO QUARTO TERAPÊUTICO DE PORTADORES DE CARCINOMA HEPÁTICO SUBMETIDOS À RADIOEMBOLIZAÇÃO COM LIPIODOL-^{131}I

Monografia apresentada ao Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista *Júlio de Mesquita Filho*, para a obtenção do título de Bacharel em Física Médica**.**

Orientadora
Profª. Associada Sonia Marta Moriguchi

Coorientador
Daniel Molena Seraphim

Botucatu

2023

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: MARIA CAROLINA A. CRUZ E SANTOS-CRB 8/10188

Hanashiro, Stephanie Yuri.
Levantamento radiométrico do quarto terapêutico de portadores de carcinoma hepático submetidos à radioembolização com Lipiodol-^{131}I / Stephanie Yuri Hanashiro. - Botucatu, 2023

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Física médica) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu
Orientador: Sonia Marta Moriguchi
Coorientador: Daniel Molena Seraphim
Capes: 10500006

1. Medicina nuclear. 2. Exposição a radiação. 3. Óleo Etiodado. 4. Embolização Terapêutica. 5. Contaminação Radioativa.

Palavras-chave: Óleo etiodado; Contaminação radioativa; Embolização terapêutica; Medicina nuclear; Proteção radiológica.

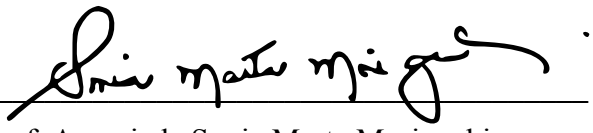
STEPHANIE YURI HANASHIRO

LEVANTAMENTO RADIOMÉTRICO PÓS ALTA DO QUARTO TERAPÊUTICO DE PORTADORES DE CARCINOMA HEPÁTICO SUBMETIDOS À RADIOEMBOLIZAÇÃO COM LIPIODOL-131I

Monografia apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Botucatu, para obtenção do título e Bacharel em Física Médica

Data da defesa: 28/11/2023

Banca Examinadora:



Prof. Associada Sonia Marta Moriguchi
UNESP - Faculdade de Medicina - Campus de Botucatu

_____

Profa. Dra. Kátia Hiromoto Koga
UNESP - Faculdade de Medicina - Campus de Botucatu

_____

Prof. Associado Joel Mesa Hormaza
UNESP - Instituto de Biociências - Campus de Botucatu

AGRADECIMENTOS

À minha família, que me ajudou a contribuir para este trabalho.

Aos meus amigos que nas horas mais difíceis me ofereceram risadas e acolhimento.

À minha orientadora Sonia Moriguchi que me deu muitos ensinamentos e teve paciência em me conduzir até o final.

Ao meu coorientador, Daniel Seraphim que me ofereceu ajuda quando precisei e se colocou à disposição para me explicar e me passar todo o seu conhecimento.

Aos residentes, Bárbara Sakamoto, Eduardo Ohashi, Rafael Zambuzi e Lucas Jensen pela ajuda com o texto, ajuda com os dados, compartilhando artigos, as explicações na minha jornada durante o meu período de aprendizado no setor de medicina nuclear.

Aos meus colegas e todas pessoas que conheci no setor de medicina nuclear enquanto passei o meu tempo por lá aprendendo e observando como eles se dedicavam aos pacientes.

À todas as pessoas que conheci na faculdade que de alguma forma contribuíram para a minha jornada acadêmica até o presente momento.

RESUMO

HANASHIRO, SY. **Levantamento radiométrico pós-alta do quarto terapêutico de portadores de carcinoma hepático submetidos à radioembolização com lipiodol-^{131}I.** 2023. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso - TCC. Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita de Mesquita Filho, Unesp, Botucatu, 2023.

Introdução: O iodo 131 é o radioisótopo amplamente utilizado como complementação do tratamento do câncer diferenciado da tireoide (CDT), sendo sua biodistribuição e vias de excreção bem conhecidas. Diretrizes de proteção radiológica determinam internação em quarto terapêutico com atividade maior que 50 mCi e alta quando a taxa de dose é menor que 30 µSv/h a dois metros de distância. Após a alta do paciente, um levantamento radiométrico de superfícies nas dependências do quarto terapêutico é realizado à procura de contaminação radioativa. Caso presente, o quarto deverá ser descontaminado, antes de nova internação. É de conhecimento que as principais vias de excreção do iodo 131 são: urina, fezes, suor e saliva, sendo as superfícies de contato relacionadas os locais mais frequentes de contaminação. Quando radioisótopos são ligados a fármacos, formando o complexo radiofármaco, há uma mudança da biodistribuição e excreção, baseado nas características do fármaco, como ocorre no lipiodol-^{131}I. A radioembolização arterial com lipiodol-^{131}I para carcinoma hepatocelular (CHC) é um procedimento inédito no Brasil e pouco conhecimento se tem da sua biodistribuição após injeção e vias de excreção. Não existem trabalhos na literatura relatando os níveis e locais de contaminação do quarto terapêutico após esse procedimento. **Objetivos:** Identificar os locais e os níveis de contaminação no quarto terapêutico pós procedimento de radioembolização com lipiodol-^{131}I em portadores de carcinoma hepatocelular (CHC) por meio de levantamento radiométrico. **Materiais e Métodos:** Esse estudo é um desdobramento do Projeto intitulado *Resposta objetiva tumoral, perfil de segurança e taxas de sobrevida de pacientes com cirrose e carcinoma hepatocelular de estadiamento intermediário submetidos a radioembolização com 131I-Lipiodol versus quimioembolização arterial*, de responsabilidade do Prof. Assoc. Fernando Gomes Romeiro, aprovado por esse CEP, sob parecer 4.705.877, quando foi aplicado o TCLE. Trata-se de um estudo transversal, observacional, descritivo com coleta retrospectiva de relatórios de leitura radiométrica pós-alta do quarto terapêutico de procedimento de radioembolização com lipiodol-^{131}I de portadores de (CHC), tratados no período de dezembro de 2019 a fevereiro de 2022. A monitoração radioativa da superfície foi realizada com o contador *Geiger-Müller* na unidade de contagens por minuto (cpm). O valor de referência considerado para a radiação de fundo (BG) foi aquele mensurado antes da chegada do paciente ao quarto. Contaminação radioativa foi considerada como valores cinco vezes acima do valor do BG. Foi realizada estatística descritiva das variáveis. Os dados coletados fazem parte de relatórios assistenciais do HC pós-alta. **Resultados:** Verificou-se que os objetos que apresentaram maior contaminação foram aqueles de uso pessoal do paciente, como roupas, toalhas e vaso sanitário, objetos manuseados pelo paciente como controle remoto e maçanetas não foram contaminados. **Conclusão:** Os locais de contaminação pós terapia com lipiodol-^{131}I sugerem excreção biológica renal e/ou intestinal, provável contaminação da pele e vestimentas no procedimento da TARE e ausência de excreção pelo suor/superfície das mãos. As contaminações foram de fácil remoção, inferindo que a TARE com lipiodol-^{131}I não pressupõe a adoção de medidas de contenção radiológicas específicas.

Palavras chave: Medicina Nuclear, Proteção Radiológica, Óleo Etiodado, Embolização Terapêutica, Iodo-131, Câncer de fígado, contaminação radioativa

Título resumido: Levantamento radiométrico pós radioembolização com lipiodol-^{131}I

ABSTRACT

HANASHIRO, SY. **Post-discharge radiometric survey of the therapeutic room of liver carcinoma patients submitted to radioembolization with lipiodol-^{131}I**. 2023 52 s. Course Conclusion Paper - CCP. Instituto de Biociências de Botucatu, Sao Paulo State University, Júlio Mesquita de Mesquita Filho, Unesp Botucatu, 2023.

Introduction: Iodine 131 is the radioisotope widely used as a complement to the treatment of differentiated thyroid cancer (DTC), and its biodistribution and excretion routes are well known. Radiation protection guidelines determine hospitalization in a therapeutic room with activity greater than 50 mCi and high when the dose rate is less than 30 µSv/h at two meters away. After the patient is discharged, a radiometric survey of surfaces in the therapeutic room is carried out to look for radioactive contamination. If present, the room must be decontaminated before re-hospitalization. It is known that the main routes of excretion of iodine 131 are: urine, feces, sweat and saliva, with related contact surfaces being the most frequent sites of contamination. When radioisotopes are linked to drugs, forming the radiopharmaceutical complex, there is a change in biodistribution and excretion, based on the characteristics of the drug, as occurs in lipiodol-131I. Arterial radioembolization with lipiodol-131I for hepatocellular carcinoma (HCC) is a new procedure in Brazil and little is known about its biodistribution after injection and excretion routes. There are no studies in the literature reporting the levels and locations of contamination in the therapeutic room after this procedure. **Objectives:** To identify the sites and levels of contamination in the therapeutic room after radioembolization with lipiodol-^{131}I in patients with hepatocellular carcinoma (HCC) by means of a radiometric survey. **Materials and Methods:** This study is an offshoot of the project entitled *Tumor objective response, safety profile and survival rates of patients with cirrhosis and intermediate-stage hepatocellular carcinoma submitted to radioembolization with ^{131}I-lipiodol versus arterial chemoembolization*, under responsibility of Prof. Assoc. Fernando Gomes Romeiro, approved by this CEP, under opinion 4.705.877, when the ICF was applied. This is a cross-sectional, observational, descriptive study with retrospective collection of radiometric reading reports after discharge from the therapeutic room of lipiodol-^{131}I radioembolization procedures in HCC patients treated between December 2019 and February 2022. The reading locations are standardized and obtained during patient care. Radioactive monitoring of the surface was carried out using a *Geiger-Müller* counter in the unit of counts per minute (cpm). The reference value considered for background radiation (BG) was the one measured before the patient arrived in the room. Radioactive contamination was considered to be five times higher than the BG value. Descriptive statistics were carried. The data collected is part of the HC's post-discharge care reports. **Results:** It was found that the objects that showed the greatest contamination were those for the patient's personal use, such as clothes, towels and toilet bowls, objects handled by the patient such as remote controls and door handles were not contaminated. **Conclusion:** The sites of contamination after therapy with lipiodol-131I suggest renal and/or intestinal biological excretion, probable contamination of skin and clothing during the TARE procedure and absence of excretion through sweat/hand surfaces. The contaminations were easy to remove, inferring that TARE with lipiodol-131I does not presuppose the adoption of specific radiological containment measures.

Key words: Nuclear Medicine, Radiological Protection, Ethiodized Oil, Therapeutic Embolization, Iodine-131, Liver Cancer, radioactive contamination

Running title: Radiometric survey following radioembolization with ^{131}I-lipiodol

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de classificação de estadio do carcinoma hepático BCLC e proposta terapêutica …… 19

Figura 2. Arteriografia para radioembolização com lipiodol-^{131}I…….. 30

Figura 3. Quarto Terapêutico com blindagem de radioproteção. Identificação de área controlada e símbolo internacional da presença de radiação e planta ……..... 30

Figura 4. Cintilografia pós dose de lipiodol-^{131}I …… 31

Figura 5. Representação de mensuração da taxa de dose de pacientes a dois metros de distância…….. 31

Figura 6. Levantamento radiométrico - monitoração de contaminação 31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores de atividade de lipiodol-^{131}I administrada e taxas de dose inicial e final mensuradas a dois metros de distância (n = 20) ……... 33

Tabela 2. Monitoração de superfície (cpm) e locais mensurados ……. 34

Tabela 3. Levantamento radiométrico (mR/h) pós alta do quarto terapêutico ….. 35

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BG	*Background* - Radiação de fundo
BCLC	*Barcelona Clinic Liver Cancer Staging Classification*
CDT	Carcinoma diferenciado de tireoide
CHC	Carcinoma hepatocelular
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
DP	Desvio Padrão
GM	*Geiger-Müller*
HBV	Hepatite B
HCV	Hepatite C
ICRP	*International Commission on Radiological Protection*
Máx	Máximo
Mín	Mínimo
IAEA	*International Atomic Energy Agency*
MN	Medicina nuclear
QT	Quarto Terapêutico
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
SMN	Serviços de Medicina Nuclear
SPECT	*Single photon emission computed tomography*
TACE	*Transarterial chemo-embolization* - quimioembolização arterial
TARE	*Transarterial radioembolization* - radioembolização arterial

UNSCEAR *United Nations of Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*

LISTA DE SÍMBOLOS

^{127}I	Iodo-127
^{131}I	Iodo-131
λ	Lambda
$\bar{x}$	Média
lipiodol-^{131}I	lipiodol marcado com iodo 131
microesferas-^{90}Y	Microesferas marcadas com ítrio 90
^{99m}Tc	Tecnécio 99 metaestável

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....13

1.1 Proteção radiológica.....13

1.2 Levantamento radiométrico..... 15

1.3 Decaimento fisiológico dos radiofármacos.....16

1.4 Iodo 131..... 16

1.5 Carcinoma Hepatocelular (CHC).....18

1.6 Lipiodol-^{131}I……..20

1.6.1 Diretrizes para o tratamento terapêutico com o lipiodol-^{131}I….....21

1.6.2 Precauções após administração do lipiodol-^{131}I……...26

2 OBJETIVOS.....26

3 MATERIAIS E MÉTODOS.....26

3.1 Desenho do Estudo.....26

3.2 Local de desenvolvimento da Pesquisa.....26

4 METODOLOGIA..... 28

4.1 Coleta de dados……...……28

4.2 Leitura radiométrica……28

4.3. Procedimento de descontaminação …….. 33

4.4. Análise Estatística……..33

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO……..33

6 CONCLUSÃO……..37

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS……...38

ANEXO 1……44

ANEXO 2……45

1. INTRODUÇÃO

A medicina nuclear (MN) é uma especialidade médica que, na sua prática clínica, utiliza radiação ionizante com finalidade diagnóstica e terapêutica. Na modalidade diagnóstica, utiliza quantidades mínimas de substância radioativa que, ligadas ou não a carreadores, denominados fármacos, permitem a avaliação funcional de vários órgãos e tecidos do corpo humano. Na quase totalidade desses procedimentos, o radioisótopo utilizado é o tecnécio-99-metaestável (^{99m}Tc), um emissor gama puro que cuja interação com o tecido humano é baixa, propiciando mínima exposição radioativa, sendo exame complementar por imagem muito seguro.

Em contrapartida, quando a finalidade é terapêutica, no qual o objetivo é destruir tecidos ou estruturas, na maioria das vezes tumores malignos, utiliza-se substâncias emissoras de partículas beta ou alfa. Essas partículas sofrem maior interação com os tecidos, causando a sua destruição, conforme desejado. Os radioisótopos mais comuns em terapia radionuclídica são: iodo 131, lutécio 177, ítrio 90, samário 153 e rádio 223, sendo que alguns desses isótopos podem ser utilizados para terapias de diferentes tipos de tumores. A determinação do local de acúmulo desses radioisótopos depende do fármaco que os carreiam. Num cenário ideal, a destruição tumoral é seletiva e total, sem que haja prejuízo a órgãos ou estruturas vizinhas e ausência de cinética fisiológica do radioisótopo. No entanto, isso não acontece. Devido à eliminação fisiológica dos radiofármacos, na maioria das vezes por urina e fezes, pode ocorrer o depósito desse radioisótopo em locais indesejáveis, como vestimentas e objetos com os quais os pacientes têm contato. À isso se dá o nome de contaminação radioativa. (Sociedade Brasileira de Medicina Nuclear - SBMN, 2021; Centro de Radioimunoensaio e Medicina Nuclear - Cermen, 2021).

1.1 Proteção Radiológica

As organizações internacionais relevantes em Proteção Radiológica, tais como a *International Commission on Radiological Protection* (ICRP) e *a International Atomic Energy Agency* (IAEA) são órgãos que estabelecem os cuidados de aplicações e representam os padrões de segurança para o manuseio da radiação ionizante. Há organizações, também, focadas em estudos sobre os efeitos das radiações, pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias

nucleares, como a organização *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* (UNSCEAR).

Em âmbito global, a ICRP e a IAEA estabelecem princípios fundamentais de proteção radiológica, cabendo às organizações nacionais a responsabilidade pela formulação de recomendações, códigos de práticas ou regulamentos que se ajustem melhor às necessidades específicas de cada país. As medidas regulatórias têm o objetivo de proteger a sociedade e o meio ambiente dos efeitos indesejados do uso da radiação ionizante.

No Brasil, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) é responsável por regular e fiscalizar o uso de energia nuclear e materiais radioativos. Além da CNEN, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) também regula as práticas dos Serviços de Medicina Nuclear (SMN), uma vez que se tratam de instalações de saúde (RDC 38 de 2008). A CNEN e a Anvisa também atuam no controle e regulação da produção e transporte dos radioisótopos/radiofármacos no país (RDC 69 de 2009).

No que se refere às terapias com radionuclídeos, é de interesse que essas práticas sejam conduzidas de acordo com as mais rigorosas normas de proteção radiológica. Assim, pode-se citar que, de acordo com a norma CNEN-NN-3.05 *Requisitos de segurança e proteção radiológica para serviços de Medicina Nuclear* e recomendações internacionais, pacientes submetidos à terapia com atividade do radioisótopo superior a 1850 MBq (50 mCi) devem ficar internados em quarto específico para este fim (ICRP, 2004; Lubin, 2002; de Klerk, JMH, 2000, CNEN 3.05, 2013). De modo a garantir a segurança radiológica do paciente, dos trabalhadores e do público em geral, o paciente deve receber, ainda, orientações e informações de todo o procedimento por escrito e verbalmente. O paciente assina, também, os termos de exposição à radiação, eventuais complicações e recebe orientações sobre os protocolos, desde o preparo para a internação, condutas no quarto terapêutico e recomendações pós-alta hospitalar.

As instalações que manipulam fontes radioativas devem possuir um plano de gerência de rejeitos radioativos para regular a dispensa desses materiais. Dessa forma, as salas e os quartos utilizados para fins terapêuticos com uso de fontes não seladas nos SMN, como o iodo 131 ou lipiodol-^{131}I, devem ser rigorosamente monitorados após o seu uso, para garantir a correta conduta e controle de materiais eventualmente contaminados por essas substâncias.

1.2 Levantamento Radiométrico

O levantamento radiométrico é um programa obrigatório de monitoração de área ou de superfície, onde se avaliam pontos críticos para mensurar níveis de radiação ambiente ou contaminação superficial, conforme estabelecido na Norma CNEN-NN-3.05 (CNEN 3.05, 2013).

O Artigo 42 da Norma CNEN-NN-3.05 estabelece que todas as áreas de abrigo de fontes radioativas devem ser monitoradas para avaliar a taxa de dose ambiente, com periodicidade máxima quinzenal ou de recomendação relativa à frequência de uso da sala. Essa monitoração é chamada de Levantamento Radiométrico. As medidas obtidas nessa monitoração são realizadas por um profissional qualificado, com o uso do detector denominado *Geiger-Muller* (GM). Os valores obtidos devem ser comparados com os valores de área livre e de referência e classificação das áreas, a fim de avaliar a efetividade dos meios de proteção radiológica adotados e, caso se julgue necessário, barreiras e blindagens adicionais devem ser implementadas.

Já o Artigo 43 da mesma norma estabelece que a monitoração de contaminação de superfícies deve ser realizada diariamente em todas as áreas controladas do serviço, no final do expediente e sempre que houver suspeita de contaminação. Rotineiramente, são monitorados pontos predefinidos onde há maior probabilidade de ocorrer contaminação por material radioativo.

A monitoração de contaminação de superfícies também é realizada com um detector tipo GM com sonda apropriada e configurado para medir contagens por minuto (cpm) e os valores mensurados são comparados ao valor de referência de radiação de fundo (BG), obtido em de área livre, mensurado antes do início do procedimento. Caso os valores obtidos sejam maiores que cinco vezes o valor de referência, considera-se contaminação e dá-se início aos procedimentos de descontaminação descritos no plano de proteção radiológica da instalação pelo supervisor de radioproteção responsável. Após a monitorização e eventual descontaminação, a sala é liberada para higienização pela equipe de limpeza e é liberada para o seu uso habitual.

A monitoração de contaminação de superfícies é realizada no QT sempre após a internação e uso de fontes radioativas não seladas, para garantir a conformidade da condição radiométrica

dos ambientes com os níveis de segurança pré-estabelecidos, em geral, de modo que os níveis de radiação de fundo (BG) da sala estejam iguais aos níveis que eram antes do procedimento acontecer. No quarto terapêutico, tal procedimento é realizado após a alta hospitalar do paciente internado.

1.3 Decaimento fisiológico dos radiofármacos

O tempo que um radiofármaco permanece em um organismo vivo é descrito por sua meia-vida efetiva nesse organismo, definida como o tempo necessário para que o material radioativo diminua até a metade do seu valor inicial, através de processos físicos e biológicos. A meia-vida efetiva (*tef*) pode ser representada matematicamente pela Equação 1, onde *tfis* é a meia-vida física do radionuclídeo, característica de cada elemento, e *tbio* é a meia-vida biológica do composto, dada por sua farmacodinâmica:

$$\frac{1}{tef} = \frac{1}{tfis} + \frac{1}{tbio} \qquad [1]$$

Assim, fica evidente que a excreção biológica dos radioisótopos/radiofármacos influenciam, não apenas nas suas vias de eliminação mas, também, no tempo em que o composto permanecerá no organismo. Isso tem implicações diretas com as medidas de proteção radiológica para o paciente, para os trabalhadores e para o público em geral.

1.4 Iodo 131

O ^{131}I é um radionuclídeo emissor beta com meia vida física de aproximadamente 8,05 dias. As energias máximas e medias das partículas beta são 0,61 MeV e 0,92 MeV, respectivamente. Além disso, o ^{131}I emite um fóton gama principal de 364 keV, com 81% de abundância (Ahmadzadehfar, Sabet et. al., 2011). É o radionuclídeo mais antigo utilizado na MN e, devido às suas características físicas, é amplamente utilizado em terapias, acopladas ou não a fármacos, para diferentes indicações.

A sua aplicação mais difundida é no tratamento de doenças tireoidianas benignas e malignas. No carcinoma diferenciado de tireoide (CDT), a terapia com o ^{131}I é utilizada para realizar a ablação pós-operatória de possíveis tecidos remanescentes ou metástases após a

tireoidectomia total (Meier et. al., 2002 citado por Cristofer et. al., 2014). O ^{131}I também pode ser utilizado como tratamento opcional terapêutico do hipertireoidismo, como a da Doença de Graves, sendo o tratamento mais utilizado e indicado como primeira opção após a terapia medicamentosa, devido a sua facilidade de administração e melhores resultados comparados à cirurgia (Andrade et. al., 2004 citado por Cristofer et. al., 2014).

O ^{131}I é administrado por via oral, em forma líquida ou em cápsula. É absorvido no estômago e tem acúmulo fisiológico em tecido tireoidiano remanescente ou metastático, com tempo longo de permanência, propiciando a destruição tecidual, preservando, em geral, os órgãos adjacentes (Harbert et. al., 1996; Mazzaferi et. al., 2001; Maia et. al., 2007). O depósito de ^{131}I no tecido tireoidiano é maior, com níveis maiores de hormônio tireoestimulante (TSH) sanguíneo e diminuição do iodo endógeno, com dieta pobre em iodo alimentar (*American Cancer Society*, 2019). A quantidade de ^{131}I administrada ao paciente é dependente da indicação. Em geral, para tratamento de doenças benignas da tireoide, as quantidades são menores. Em contrapartida, para tratamento complementar do CDT, as quantidades são maiores e dependentes da agressividade da doença e da presença de disseminação metastática necessitando, nesses casos, de internação para proteção radiológica, conforme normas reguladoras.

A eliminação fisiológica do ^{131}I já está bem estabelecida e ocorre, principalmente, pela urina, fezes, suor e saliva. A possibilidade de vômitos com material radioativo, no entanto, não é infrequente. Tal conhecimento é de suma importância e se relaciona diretamente com os possíveis locais de contaminação durante a internação, determinando medidas preventivas para minimizar sua disseminação. Revestimentos com plástico-filme nos locais de maior contato, antiemético e cuidados para evitar contaminações com excretas e saliva são as principais orientações. O levantamento radiométrico após a alta mensura os níveis de radiação para verificar possíveis contaminações nos objetos locais do quarto e banheiro (Sapienza et. al., 2009). Uma vez que a contaminação radioativa é identificada, medidas de descontaminação são realizadas para liberação radiológica do quarto. Quando a descontaminação não é suficiente para alcançar níveis radiométricos permissíveis para a liberação do quarto, há a necessidade de fechamento para o decaimento radioativo.(CNEN-NE-8.01, 2014).

Embora se tenha amplo conhecimento sobre a biodistribuição, formas de eliminação e possíveis locais de contaminação radioativa em quarto e banheiro de internação para proteção

radiológica do ^{131}I, quando são ligados a diferentes fármacos, mantém as características físicas, porém, a biodistribuição e mecanismo de excreção são determinados pelo fármaco. Um possível fármaco que pode ser acoplado ao ^{131}I é o lipiodol. O lipiodol marcado com iodo 131 (lipiodol-^{131}I) pode ser uma alternativa utilizada na radioembolização para o tratamento de carcinoma hepatocelular (CHC).

1.5 Carcinoma Hepatocelular (CHC)

O carcinoma de fígado é a 4ª causa principal de mortes relacionadas ao câncer, onde é citada como a responsável por mais de 500.000 mortes mundialmente por ano (Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al., 2018). Segundo o Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA), o câncer de fígado pode se originar por dois tipos: o primário: que se inicia no próprio fígado; secundário (ou metástase): que se inicia em outro órgão e com o avanço da doença, atinge também o fígado. Este tipo é decorrente, com frequência, do tumor maligno no intestino grosso ou no reto.

Na maioria dos tumores que se inicia no fígado, o mais comum é o carcinoma hepatocelular (CHC), que ocorre em mais de 80% dos casos agressivos. O restante é composto pelo colangiocarcinoma (originado nos ductos biliares hepáticos), angiossarcoma (câncer raro originado nos vasos sanguíneos hepáticos) e hepatoblastoma (tumor maligno, também raro, atinge recém-nascidos e crianças) (INCA, 2021).

Existem algumas exceções, como na região norte brasileira, onde a infecção pelo vírus da Hepatite B (HBV) endêmica é o causador da hepatite B em humanos, aparentemente também é o principal causador do CHC humano (DeCS/MeSH, 2021), que em grande parte do Brasil poderia ser considerada como de prevalência baixa ou intermediária para infecções por HBV e pelo vírus da Hepatite C (HCV).

A incidência de casos de CHC para cada ano de 2023 a 2025 é em torno de 10.700 casos no Brasil. A probabilidade de risco estimado é de aproximadamente 4,95 casos por 100 mil habitantes, sendo cerca de 6.390 em homens e 4.310 são em mulheres. Os valores citados correspondem a um risco calculado de mais ou menos 6,06 casos novos a cada 100 mil homens e 3,89 a cada 100 mil mulheres. (INCA, 2022).

O CHC apresenta alta taxa de mortalidade e rápida evolução. O tumor apresenta taxa de crescimento alta, podendo dobrar de tamanho em até seis meses, por isso o tamanho do tumor está diretamente relacionado ao prognóstico. O diagnóstico do CHC é comumente realizado por exames de imagem como a TC e ressonância magnética (RM). A ultrassonografia (US) deve ser utilizada apenas como ferramenta de triagem, detectando nódulos potencialmente malignos que devem ser reavaliados por TC ou RM. (Cavalcante dos Santos, F.A. et. al., 2020).

A conduta terapêutica para o CHC é baseada segundo o modelo BCLC, do inglês, *Barcelona Clinic Liver Cancer Staging Classification* que classifica em cinco estadios após o diagnóstico. Esse modelo relaciona capacidade funcional do paciente, tamanho tumoral, função hepática, invasões local e sistêmica (Bruix et al., 2001; Díaz-González; Reig; Bruix, 2016), conforme apresentado na Figura 1. A radioembolização está indicada para estadios intermediários.

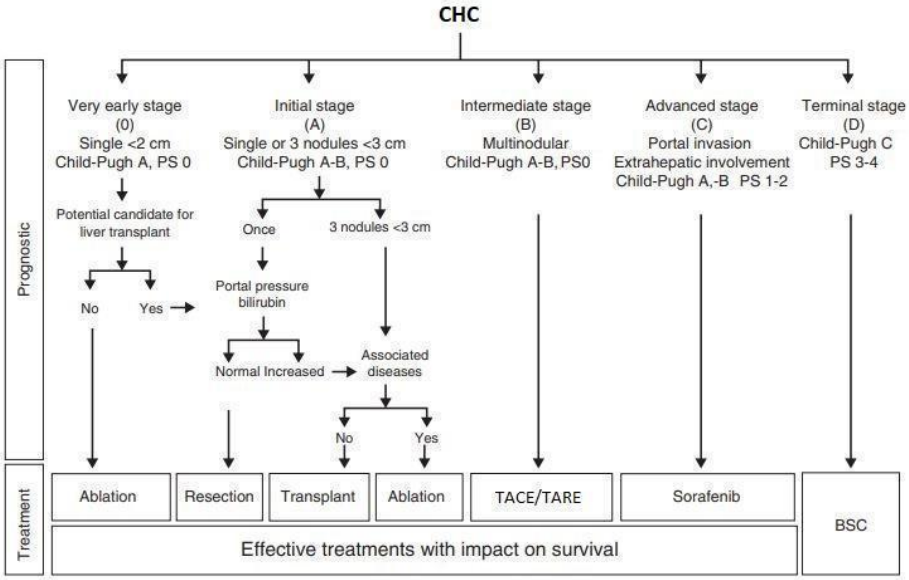


Figura 1. Modelo de classificação de estadio do carcinoma hepático BCLC e proposta terapêutica. Fonte: Adaptado de Reig M. et al. 2021

Segundo os critérios BCLC, os tratamentos curativos para CHC incluem ablação por radiofrequência, ressecção cirúrgica e transplante hepático, enquanto os tratamentos paliativos correspondem à quimioembolização arterial (*transarterial chemo-embolization* -TACE), ou radioembolização arterial (*transarterial radioembolization* -TARE) (Ahmadzadehfar et al., 2011), que possuem a vantagem de permitir mudança de estadio de intermediário para

precoce, sendo essa mudança aceita na maioria dos países para inclusão do paciente em lista de transplante hepático (*downstaging*). Além disso, também existe a terapia sistêmica com sorafenib e outros medicamentos para os estadios mais avançados (Díaz-González; Reig; Bruix, 2016; Han; Kim, 2015). Apesar de ter como fazer o diagnóstico precoce da doença e avaliar a presença de hepatopatias crônicas associadas e ressecabilidade, muitas vezes não é possível realizar tratamentos visando a cura, mesmo fazendo avaliações iniciais em pacientes com suspeita de CHC (Lambert et. al., 2005; de Baere et. al 2016 citado por Romeiro, Fernando, 2021).

A remoção cirúrgica é limitada aos tumores menores que três centímetros, já o transplante hepático, no caso de nódulo único, é limitado a tumores menores que cinco centímetros. Em casos de dois ou mais nódulos, nenhum deles deve ter mais que três centímetros. Portanto, a redução do volume tumoral melhora o prognóstico do paciente e pode possibilitar o transplante em portadores de tumores acima desses limites. Os tratamentos para essa redução são baseados em injeção intra-arterial seletiva do tumor com quimioterápicos ou radionuclídeos emissores de radiação beta (TACE e TARE, respectivamente). No entanto, há limitações para esses tipos de tratamentos, como a trombose de veia porta para a TACE e a presença de *shunts* arteriovenosos para a TARE, além de seu alto custo. Essas limitações inviabilizam o tratamento para uma parcela da população com CHC em estadio intermediário (Mahnken, 2016).

A técnica TARE se baseia na administração tumoral de substâncias embolizantes marcadas com radionuclídeos emissores beta menos, principal responsável pela morte das células tumorais, por meio de um micro cateter introduzido em artérias distais e, através da artéria hepática, alcança o ramo tumoral. Dentre as modalidades de TARE comumente empregadas encontram-se as microesferas marcadas com ítrio 90 (microesferas-^{90}Y) (Bozkurt; Salanci; Uğur, 2016; Salem; Thurston, 2006) e, em muito menor frequência, o lipiodol-^{131}I (Ahmadzadehfar et al., 2011). Embora a TARE com microesferas-^{90}Y seja mais difundida, o seu preço limita o seu uso, estimulando a procura de novas opções. A TARE com lipiodol-^{131}I é inédita no Brasil.

1.6 Lipiodol-^{131}I

O lipiodol é uma mistura de etil-ésteres de ácidos graxos derivados do óleo de semente de papoula que ocorre naturalmente. Por conter aproximadamente 37-38% de iodo, a marcação com radioiodo é facilmente realizada por reação de troca (substituindo o ^{127}I pelo ^{131}I), formando o radiofármaco denominado lipiodol-^{131}I, muito estável e com alta atividade específica (Brans et. al., 2002).

O lipiodol é amplamente utilizado como contraste radiológico e tem a função de promover o realce e o contraste das imagens coletadas nos exames radiológicos. O contraste melhora a visualização e a delimitação de estruturas do corpo (M. Dolores Dopazo, R.P. - CRF, RJ 9042, 2016).

Quando utilizado na TACE, veicula agentes quimioterápicos para dentro dos nódulos do CHC que propiciam citotoxicidade celular induzida pelos quimioterápicos, além de atuar como um agente vascular embolizador temporário durante o procedimento (M. Dolores Dopazo, R.P. - CRF, RJ 9042, 2016).

O lipiodol-^{131}I pode ser administrado na circulação arterial hepática ou nos seus ramos, de acordo com a distribuição de tumores visíveis e foi relatado pela primeira vez em 1986 (Raoul et. al., 1986). A terapia hepática intra-arterial seletiva com lipiodol-^{131}I foi desenvolvida para tratamentos a pacientes com CHC primário (M. Dolores Dopazo, R.P. - CRF, RJ 9042, 2016). O lipiodol-^{131}I foi fornecido pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), com bula registrada pela CNEN, aprovada pela Anvisa em 2016. No entanto, atualmente está indisponível. A rotulagem do lipiodol-^{131}I apresenta os métodos de controle de qualidade e o desenvolvimento de um dispositivo de aquecimento na *célula quente*, aumentando o rendimento da rotulagem na produção de rotina (Barboza, Marycel F de, et. al., 2003).

A TARE com o lipiodol-^{131}I é complementada com o lipiodol tem menos risco de espalhamento através de um *shunt* devido à biodistribuição do lipiodol que, é um óleo viscoso com afinidade pelas células hepáticas tumorais (Ahmadzadehfar, Saber et. al. 2011).

1.6.1 Diretrizes para o tratamento terapêutico com o lipiodol-^{131}I

Indicações

Conforme as diretrizes descritas em *Guidelines for 131-I - Ethiodised oil [Lipiodol] Therapy*, segue a avaliação inicial de pacientes candidatos ao tratamento com lipiodol-^{131}I considerados com o CHC primário inoperável confirmado histologicamente. A fim de fornecer informações para a realização deste tratamento, e por fim, compreender e avaliar as sequelas da terapia e a recidiva pós-tratamento.

É necessária a avaliação pré-tratamento do volume tumoral e dos marcadores tumorais séricos. O objetivo é também de estimar o prognóstico, determinação da existência de doença tumoral e monitorar a resistência do tumor.

Os pacientes devem receber informações tanto escrita quanto verbal sobre o procedimento antes de se submeterem a terapia e o consentimento informado por escrito deve ser obtido do paciente.

Contra-indicações absolutas

Não pode ser administrado em pacientes grávidas, pacientes em período de amamentação, pacientes com expectativa de vida inferior a um mês, encefalopatia hepática, estágio tumoral *okuda* III e em pacientes que são alérgicos aos meios de contraste.

Os pacientes que sofriam de cirrose, Child C, não eram elegíveis para tratamento com radionuclídeos e os pacientes que tiveram tratamento anticâncer diferente de lipiodol radiomarcado em sua história foram também excluídos da análise (Brans et. al. 2002)

Contra-indicações relativas

Não é indicado para pacientes que possuem risco médico inaceitável para isolamento, que tenham perturbação de coagulação incontrolável, insuficiência renal crônica aguda ou grave - creatinina, depuração < 30 mL/min.

Procedimento de radioembolização com lipiodol-^{131}I

A eficácia do lipiodol-^{131}I deriva exclusivamente da radiação emitida pelo iodo radioativo, em oposição à isquemia associada à quimioembolização. Em torno de 90% do efeito radiobiológico resulta da irradiação beta de curto alcance, que leva à destruição das células t*umorais ao redor dos microvasos onde há uma alta concentração do radiofármaco (Guidelines for 131-I - Ethiodised oil [Lipiodol] Therapy,* 2002).

Preparação do paciente

O paciente deve ser admitido em uma instalação de isolamento aprovada que inclua um quarto terapêutico devidamente blindado e banheiro privativo. Todas as áreas que o paciente possa ter contato ou se apoiar devem estar protegidas com plástico para evitar a possível absorção do lipiodol e iodo nos materiais.

A administração do lipiodol-^{131}I deve ser realizada na sala da hemodinâmica pelo pessoal intervencionista e treinado com apoio do pessoal científico e de enfermagem dosimetrados (Lintia-Gaultier et. al., 2013).

A enfermagem dosimetrada acompanha o paciente em todo o procedimento com a duração de 12 horas e é responsável pela troca das vestimentas que ficam molhadas com a transpiração ou urina do paciente, por exemplo; responsável pela alimentação e assessoria do que o paciente possa necessitar durante o período de internação no quarto terapêutico (*Guidelines for 131-I - Ethiodised oil [Lipiodol] Therapy*, 2002).

Administração

O lipiodol-^{131}I deve ser preparado em uma cabine apropriadamente ventilada dentro das exigências das Boas Práticas de Fabricação de Radiofármacos, Capítulo II, Seção II, seguindo as indicações dos artigos 14º ao 17º, segundo os incisos sobre estruturação e limpeza.

O lipiodol-^{131}I é encaminhado ao serviço de hemodinâmica, para evitar a inalação do aerossol do radioiodo. Por isso, o procedimento é realizado na sala da hemodinâmica blindada e com todos os profissionais protegidos com trajes feitos de chumbo e proteção no pescoço para não absorver o lipiodol-^{131}I, obedecendo às recomendações parametrizadas de vigilância sanitária local da sala considerada área controlada pela Anvisa e com licença pela CNEN.

De acordo com o Capítulo II, Das Boas Práticas, Seção I, das Boas Práticas de Fabricação de Radiofármacos, deve ser seguida a Resolução exigida no que diz respeito ao pessoal devidamente treinado para o manuseio dos medicamentos radioativos. O lipiodol-^{131}I deve ser solicitado 21 dias antes do uso no procedimento de radioembolização e deve ser avaliado pelo pessoal responsável da equipe acadêmica e técnica para o seu uso.

A dose terapêutica deve constar no plano de proteção radiológica, desde o seu preparo laboratorial até o armazenamento da fonte radioativa (*Guidelines for 131-I - Ethiodised oil [Lipiodol] Therapy*, 2002; Seção VII - Normas 3.05 - CNEN).

Deve-se ter cuidado ao manipular as seringas *Luer-Lock* e torneiras de um material que seja apropriado para não dissolver na presença do lipiodol, que tenha blindagem feita de chumbo específica para seringas (Lintia-Gaultier et. al., 2013).

O lipiodol é um óleo viscoso que oferece alta resistência à aplicação de seringa e injeção por cateter, sendo injetado lentamente por injeção intra-arterial sobre o controle fluoroscópico após arteriografia hepática convencional. O radiofármaco pode ser diluído com 2-10mL de lipiodol não marcado para aumentar o seu volume total via injeção (*Guidelines for 131-I - Ethiodised oil [Lipiodol] Therapy*, 2002).

O tratamento deve ser administrado em condições assépticas seguras apropriadas para injeção intra-arterial com atividade padrão de aproximadamente 2,22 GBq (60 mCi). O cateterismo seletivo da artéria hepática deve ser realizado pela equipe intervencionista devidamente autorizada na sala de hemodinâmica, onde é feito o acesso pela artéria femoral para chegar até o tumor hepático através da manipulação do contraste que mostrará o local do tumor, devido a precisão do cateter que depende da vasculatura e posição do(s) alvo(s) do tumor. Assim, o acesso vascular deve ser obtido sem risco de transbordamento sistêmico através de malformações arteriovenosas ou vasculatura aberrante (Lintia-Gaultier et. al., 2013, *Guidelines for ^{131}I- Ethiodised oil [Lipiodol] Therapy*, 2002).

A atividade administrada pode ser modificada por razões médicas, como a carga tumoral, por exemplo. Todo o material utilizado para a administração do lipiodol-^{131}I, como o cateter, introdutor, fio guia e as seringas devem ser armazenados no setor de MN para o decaimento e descartados posteriormente. (Lintia-Gaultier et. al., 2013).

O descarte dos materiais perfurocortantes são feitos nos *descarpacks* identificados e os materiais não-perfurocortantes são descartados separadamente em sacos plásticos identificados para fazer o decaimento.

Biodistribuição e mecanismo de excreção

Após o procedimento da injeção intra-arterial hepática, o lipiodol-^{131}I segue o fluxo arterial em direção ao tumor e fica retido nos microvasos tumorais. O restante se distribui no fígado normalmente.

Após 24 horas de administração, os valores aproximados de 75-90% da dose administrada ficam retidos no fígado. Em torno de 10-25% de captação pulmonar resulta em *shunt* arteriovenoso (*Guidelines for 131I- Ethiodised oil [Lipiodol] Therapy*, 2002). As taxas tumorais para o fígado normal variam entre os valores por volta de 2,3 e 12 após as 24 horas e não há recirculação. A meia-vida efetiva do tumor e do fígado normal é de 3,5 e 5,5 dias, respectivamente.

Um ligeiro aumento na atividade pulmonar ocorre por 48 horas após a administração, seguido por uma diminuição, com meia-vida efetiva de quatro a cinco dias. Assim, os dados de estabilidade demonstram menos que 5% de radioiodo livre dentro de uma semana de calibração em temperatura ambiente (*Guidelines for 131I-Ethiodised oil [Lipiodol] Therapy,* 2002).

Sete dias após a realização do procedimento e antes da alta hospitalar, são realizadas imagens do corpo inteiro, que permite a avaliação da biodistribuição do radionuclídeo e a presença de *shunt* pulmonar e/ou intestinal, avaliando o perfil de segurança do procedimento e também a avaliação tomográfica do fígado por meio de SPECT (Bozkurt MF et. al., 2016). A imagem SPECT também permitirá a quantificação de captação do lipiodol-^{131}I pelo tumor (Lintia-Gaultier et. al., 2013).

A excreção do lipiodol-^{131}I é predominantemente renal, de aproximadamente 30-50% em sete dias. Por outro lado, a excreção fecal é baixa, sendo 3% eliminada em cinco dias. Alguma atividade é retida nos pulmões, tireoide e, dependendo da circulação colateral, a atividade é também retida no estômago e nos intestinos (Brans et. al., 2002).

A excreção urinária de ^{131}I deve ser monitorada logo nos primeiros dois dias pós-procedimento. Os pacientes devem ser aconselhados a fazer higiene rigorosa para evitar a contaminação da urina. (*Guidelines for 131-I Ethiodised oil [Lipiodol] Therapy*, 2002).

1.6.2 Precauções após administração do lipiodol-^{131}I

As precauções usuais de arteriografia devem ser observadas antes e após o procedimento, incluindo a correção de distúrbios de coagulação e uso de um tampão arterial ou bandagem compressiva durante mais ou menos 30 minutos logo após a remoção do cateter (*Guideline for 131-I - Ethiodised oil [Lipiodol] Therapy*, 2002). Os pacientes devem permanecer em repouso após o procedimento intra-arterial seletivo por 12 horas no quarto terapêutico e, durante uma semana, com cuidados de radioproteção (Chua et. al., 2014).

Os pacientes devem ser alertados e aconselhados sobre como reduzir a exposição desnecessária à radiação para membros da família e ao público. Devido aos efeitos colaterais da terapia, pacientes do sexo feminino devem evitar engravidar por pelo menos quatro meses.

Assim, a taxa de contaminação do paciente é controlada pelo físico ou físico-médico responsável para o paciente poder ter alta quando atinge a taxa de exposição equivalente a um valor menor que 30 µSv/h; e ser liberado. É recomendado o acompanhamento com imagens quantitativas de corpo inteiro durante uma semana após a terapia. A atividade local e total expressa como porcentagem de atividade de dose estimada e comparada com um padrão de iodo-131 para cálculos dosimétricos.

Hipótese

Devido à capacidade de fármacos, como o lipiodol, carregarem os radioisótopos e se distribuírem de modo diferente dos radioisótopos isolados e à alta afinidade do lipiodol em células hepáticas tumorais, os níveis de contaminação após procedimento de radioembolização com lipiodol-^{131}I serão menores e restritos ao componente urinário, comparados ao pós terapia com iodo 131.

Justificativa

A TARE com lipiodol-^{131}I foi utilizada no passado em outros países com diretrizes internacionais. No entanto, embora se conheça as principais vias de excreção do lipiodol-^{131}I, não foi encontrado literatura a respeito dos principais locais e níveis de contaminação pós alta. No Brasil, o projeto desenvolvido nessa Instituição foi inédito e a ausência de informações na literatura estimulou essa pesquisa.

2 OBJETIVOS

Identificar os locais e os níveis de contaminação no quarto terapêutico pós procedimento de radioembolização com lipiodol-^{131}I em portadores de carcinoma hepatocelular (CHC) por meio de levantamento radiométrico.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Desenho do Estudo

Trata-se de um estudo transversal, observacional, descritivo com coleta retrospectiva de leitura radiométrica do quarto terapêutico pós procedimento de radioembolização com lipiodol-^{131}I de portadores de carcinoma hepatocelular (CHC). Esses dados foram gerados durante o atendimento assistencial hospitalar como parte de protocolos padrão de radioproteção.

3.2 Local de desenvolvimento da Pesquisa

Esse estudo foi desenvolvido no Setor Técnico de Medicina Nuclear do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Unesp (STMN-HCFMB, Unesp).

Período de levantamento de dados

Dados serão coletados no período de inclusão dos pacientes para este protocolo, de dezembro de 2019 a fevereiro de 2022.

Período de desenvolvimento da Pesquisa

Esta pesquisa foi realizada no período de novembro de 2022 a outubro de 2023.

Participantes da Pesquisa

Não houve participação direta de indivíduos da pesquisa. Os dados coletados foram de relatórios de investigação radiométrica de possíveis locais de contaminação radioativa após a alta de pacientes que foram submetidos à radioembolização com lipiodol-^{131}I. Essa investigação faz parte dos protocolos obrigatórios de segurança radioativa de todas as internações ocorridas com atividade de material radioativo superior a 50 mCi, para liberação do quarto terapêutico para limpeza comum. Os pacientes que foram submetidos à radioembolização com lipiodol-^{131}I fizeram parte de um estudo randomizado realizado no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu, Unesp (HCFMB-Unesp) intitulado *Resposta objetiva tumoral, perfil de segurança e taxas de sobrevida de pacientes com cirrose e carcinoma hepatocelular de estadiamento intermediário submetidos a radioembolização com 131I-Lipiodol versus quimioembolização arterial*, de responsabilidade do Prof. Assoc. Fernando Gomes Romeiro, do Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina de Botucatu, Unesp, desenvolvido entre 2019-2022, em conjunto com equipe multidisciplinar, incluindo a MN, que foi aprovado por esse CEP, sob parecer 4.705.877, quando foi aplicado o TCLE, incluindo a divulgação de dados.

Critérios de inclusão

Foram incluídos relatórios de investigação radiométrica de possíveis locais de contaminação radioativa após a alta de pacientes que foram submetidos à radioembolização com lipiodol-^{131}I.

Critérios de exclusão

Relatórios de investigação radiométrica de possíveis locais de contaminação radioativa após a alta de pacientes que foram submetidos à radioembolização com lipiodol-^{131}I com informação incompleta que limitaram a análise de dados.

Riscos e Benefícios

Riscos

Não existe riscos diretos à integridade e à saúde dos indivíduos da pesquisa. Os riscos são mínimos relacionados a exposição e identificação do indivíduo. Porém, o anonimato será resguardado por meio de identificação numérica em ficha de coleta, que serão transcritos em

tabelas para análise, não sendo possível identificar o indivíduo na pesquisa. Os pesquisadores envolvidos na coleta de dados assinarão um termo de sigilo de dados da pesquisa.

Benefícios

Não existem benefícios diretos para os indivíduos da pesquisa. A radioembolização utilizando lipiodol-^{131}I é inédita no Brasil. Os resultados poderão indicar os locais mais frequentes passíveis de contaminação radioativa e, assim, direcionar protocolos de proteção radiológica em quartos terapêuticos após esses procedimentos.

4 METODOLOGIA

4.1 Coleta de dados

Os relatórios dosimétricos dos pacientes submetidos à radioembolização com lipiodol-^{131}I estão armazenados no Serviço de Medicina Nuclear, sob a forma de formulário padrão, onde constam todos os pontos de leitura radiométrica. Os dados foram tabulados e os resultados serão apresentados para a análise estatística.

4.2 Leitura radiométrica

Os procedimentos de radioembolização com lipiodol-^{131}I foram realizados segundo protocolo padronizado pelo SMN, com atividade de dose inicialmente estimada em 60 mCi. A administração intratumoral foi realizada no Serviço de Hemodinâmica, por profissional especializado em procedimento intervencionista. Foi realizada a cateterização em artéria femoral direita e o cateter foi guiado por meio de vídeo e *pushes* de contraste até a localização intratumoral, quando o material radioativo foi administrado (Figura 2). Após o procedimento e retirada do cateter, o local da incisão foi tamponado por 30 minutos para evitar sangramento. A seguir o paciente foi conduzido ao quarto terapêutico (Figura 3), onde permaneceu com restrição de movimentação por mais 12 horas, devido à possibilidade de sangramento com a mobilização precoce. As excretas urinárias e fecais foram realizadas por meio de coletores, quando necessário. Ao final desse período, em geral, na manhã seguinte e com permissão médica, o paciente foi liberado para deambulação, banho e uso de vaso sanitário e foi conduzido ao SMN, com cadeira de rodas, para aquisição de imagens e, posteriormente, alta dosimétrica (Figura 4) e hospitalar foi realizada. Mensurações de taxa de dose foram realizadas (Figura 5).

Figura 2: Arteriografia para radioembolização com lipiodol-^{131}I. **A**. Cateterização seletiva da artéria hepática e ramos**. B**. Realce pós-contraste do tumor.

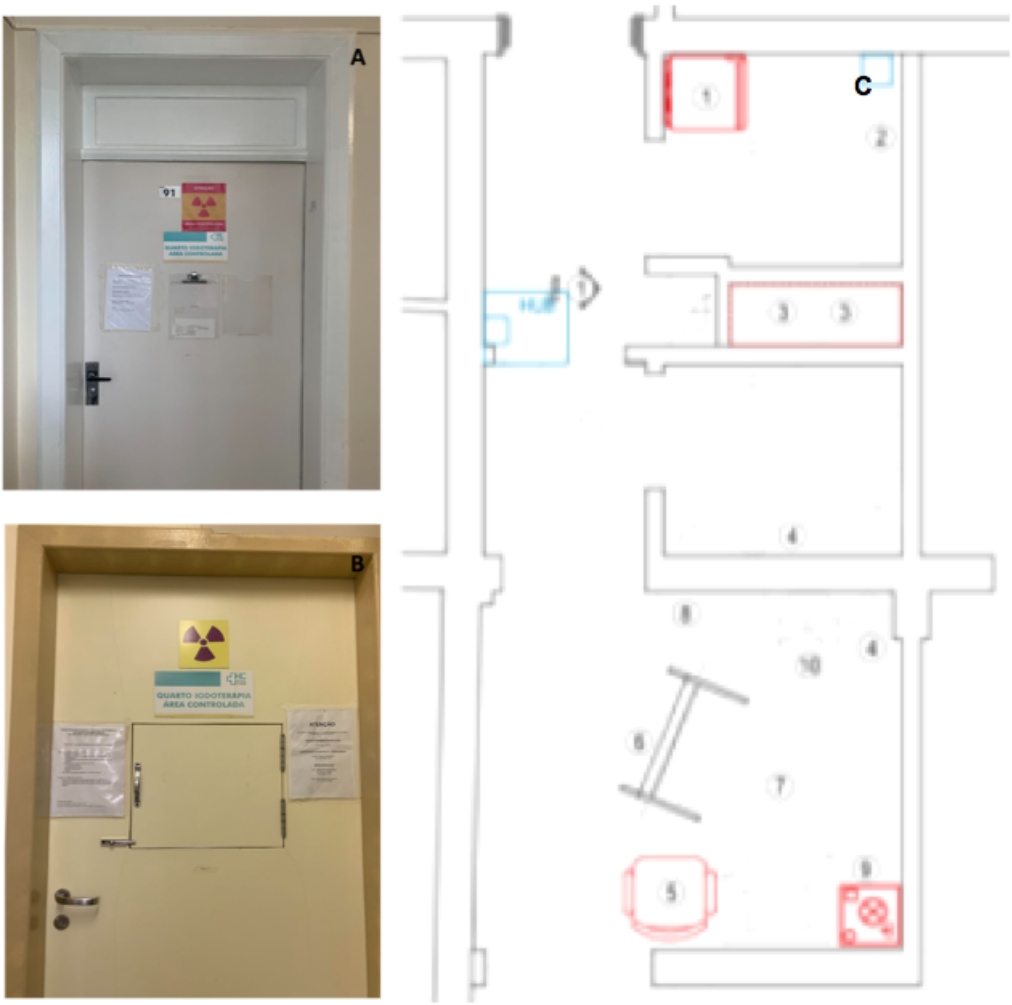


Figura 3. Quarto Terapêutico com blindagem de radioproteção. Identificação de área controlada e símbolo internacional da presença de radiação e planta. **A.** Porta externa principal. **B.** Porta interna, com abertura para passagem de alimentos e água. **C.** Planta. 1-3 sala de rejeito; 4 banheiro; 5-10 quarto.

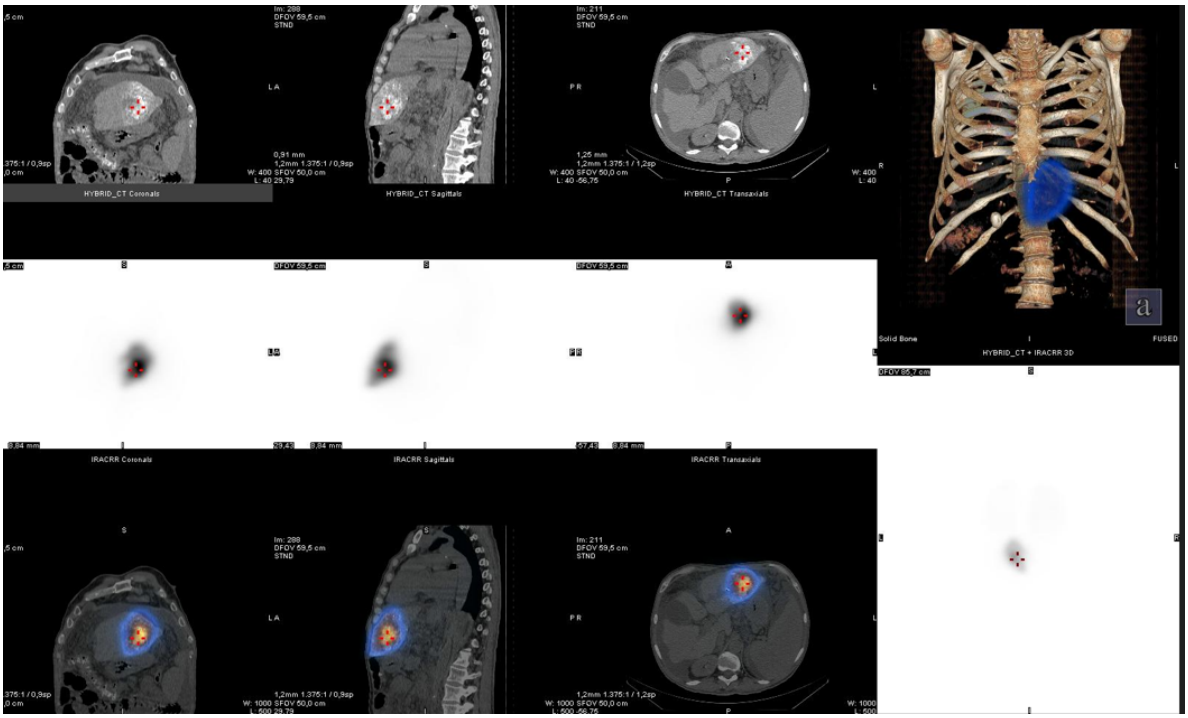


Figura 4. Cintilografia pós-dose de lipiodol-^{131}I. Imagens tomográficas híbridas (SPECT/CT) evidenciando-se em linha 1 (TC) impregnação do RF em tumor; linha 2 (cintilografia) retenção do RF no tumor e em linha 3, a fusão das imagens.

Figura 5. Representação de mensuração da taxa de dose de pacientes a dois metros de distância. **A:** Posição supina **B**: Posição ortostática.

Após o paciente deixar o quarto, a equipe da física médica realizou o levantamento radiométrico, em ficha padrão (anexo 1), com leitura realizada por contador *Geiger-Müller* e sonda adequada para medida de taxa de dose/exposição, em unidades de µSv/h e mR/h. Já a

monitoração de contaminação de superfície, realizada com o mesmo aparelho e sonda adequada para este fim, foi realizada na unidade de CPM (Contagens por minuto). O valor de referência considerado para a radiação de fundo (BG) foi mensurado em ambiente externo ao quarto (Figura 6). Valores acima de cinco vezes o valor do BG mensurado, foram considerados contaminação radioativa.

Figura 6. Levantamento radiométrico - monitoração de contaminação. **A:** Mensuração do BG em área livre. **B:** Contador Geiger Muller em CPM **C-P:** Locais de contaminação mensurados.

4.3. Procedimento de descontaminação

Uma vez que os locais contaminados são identificados, há a segregação dos itens não descontamináveis, que são colocados para decaimento em sala de rejeitos, como roupas de cama e toalhas. Para os locais (superfícies) passíveis de descontaminação, realiza-se o procedimento padrão estabelecido pelo SMN (anexo 2), baseado nas normativas regulatórias de proteção radiológica nacionais e internacionais.

4.4. Análise Estatística

Foram apresentados dados descritivos das variáveis quantitativas apresentadas na forma de frequência de ocorrência dos valores. As variáveis quantitativas (atividade administrada, taxas de dose, de contagem e de exposição) foram apresentadas como média, desvio padrão e valores de máximo e mínimo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 24 pacientes foram incluídos neste estudo. Quatro pacientes foram excluídos devido a dados incompletos, sendo a amostra final de 20 pacientes. Houve predominância do sexo masculino (n= 14, 70%). A idade variou de 44 a 84 anos, com média de 67,05±10,34 anos.

Em relação à escolaridade, houve predominância do ensino fundamental incompleto (n = 10), seguido de ensino médio completo (n = 04) após, somente alfabetizada (n = 03) e superior completo (n = 03).

A Tabela 1 apresenta os valores da atividade de dose de lipiodol-^{131}I administrados aos pacientes e as taxas de dose inicial e final, mensuradas a dois metros de distância. Em média, os pacientes permaneceram internados por 15 horas. A Norma CNEN-NN-3.05 estabelece como critério para a alta radiológica a taxa de dose de 30 µSv/h mensurada a dois metros. A Tabela 1 mostra que, embora a média de taxa de dose final tenha sido 27,37 µSv/h, houve pacientes liberados com taxas de dose maiores, até 39,0 µSv/h. Isso se deve ao fato que, ao longo do ano de 2021 e, em função da pandemia de COVID-19, a CNEN liberou, excepcionalmente, a execução de terapias com atividades de iodo-131 maiores que 50 mCi

em regime ambulatorial. Assim, não se aplicou o limite de taxa de dose para a alta radiológica.

As medidas da taxa de dose inicial, logo após a TARE, com o paciente em posição supina (deitado) na mesa de procedimentos apresentaram maior variação (DP) quando comparadas com as medidas de taxa de dose final, realizadas com paciente em posição ortostática (em pé) - 11,51 *versus* 7,92 µSv/h. Apesar de, num primeiro momento, termos atribuído essa variação à variação de atividade inicial administrada aos pacientes, vemos que a variação das atividades administradas é menor que a variação das taxas de dose medidas. Sabendo que a taxa de dose medida em relação a uma fonte é diretamente proporcional à sua atividade radioativa, pode-se inferir que o fator de maior influência para essa dispersão seja a posição do paciente.

Tabela 1. Valores de atividade de lipiodol-^{131}I administrada e taxas de dose inicial e final mensuradas a dois metros de distância (n = 20).

	Média	**Mín**	**Máx**	**DP**
Atividade (mCi)	58,8	34,0	65,9	7,60
Taxa de dose inicial (µSv/h)	38,3	16,5	55,6	11,5
Taxa de dose final (µSv/h)	27,4	15,6	39,0	6,7

Mín: mínimo; **Máx:** Máximo; **DP:** Desvio Padrão

A Tabela 2 apresenta a monitoração de superfície e os locais mensurados com valores pré e pós-descontaminação.

Como a média dos valores de BG no QT foi de 73 cpm, os valores maiores que 365 cpm foram considerados como contaminações. Nota-se que os maiores valores médios de contagem ocorreram para as roupas de cama (2.206 cpm), bancada de pia (1.757 cpm), roupas de corpo (1.192 cpm) e toalha (1.181 cpm). Com exceção da bancada da pia, esses valores ocorreram para objetos de uso pessoal do paciente, que ficaram em contato direto com seu corpo. Já as menores médias ocorreram para o travesseiro (83 cpm), controle do ar condicionado (82 cpm) e controle da TV (80 cpm), além das maçanetas (98 cpm) que, segundo o parâmetro adotado, não foram consideradas contaminação. Isso sugere que objetos manuseados pelos pacientes não apresentam riscos de contaminação.

Esses resultados contrastam com o que a literatura apresenta para pacientes que realizam iodoterapia para CDT, onde os níveis de contaminação de objetos são altos [Ibis et al, 1992 e

Habizah et al, 2012]. Os estudos também sugerem que os níveis de contaminação dependem mais de fatores biológicos e comportamentais do que das atividades administradas aos pacientes [Waqar et al, 2023].

Os maiores desvios padrão aconteceram para as roupas de cama (9.152 cpm), assento do vaso sanitário (5.875 cpm) e toalha (4.335 cpm). Novamente, parece haver um padrão de risco de contaminação maior para objetos de uso pessoal, sinalizando possíveis vias de excreção do lipiodol-^{131}I - seja por extravasamento do local de incisão da TARE ou por excretas do paciente. Esse resultado sugere que os objetos com maior probabilidade e magnitude de contaminação são compatíveis com aqueles de pacientes tratados com iodo para CDT [Karo et al, 2019]. Brans et al (2002) indicaram que a excreção do lipiodol-^{131}I é predominantemente renal, de aproximadamente 30-50% em sete dias, com excreção fecal é baixa, de 3% eliminada em cinco dias.

O valor máximo de contaminação encontrado foi no assento do vaso sanitário 19.000 cpm. Apesar disso, o vaso se mostrou de fácil descontaminação, sugerindo que mesmo a excreta contaminada do paciente não apresenta grande aderência às paredes do vaso. Os procedimentos de descontaminação adotados pela equipe foram aqueles padronizados pela instituição, conforme descritos no Procedimento Operacional Padrão no Anexo 2.

Tabela 2. Monitoração de superfície (cpm) e locais mensurados.

Pontos do QT	Monitoração de superfície (cpm)				Monitoração pós descontaminação (cpm)			
	$\bar{x}$	DP	Máx	Mín	$\bar{x}$	DP	Máx	Mín
BG	73	47	200	36	não se aplica			
Travesseiro	83	39	200	30	não descontaminável			
Colchão	87	41	200	38	não descontaminável			
Roupa de cama	2.206	9.152	4.0000	38	não descontaminável			
Toalha	1.181	4.335	18.000	39	não descontaminável			
Roupas Corpo	1.192	4.204	18.000	39	não descontaminável			
Controle (TV)	80	38	200	35	80	38	200	35
Controle (AR)	82	37	200	40	82	37	200	40
Mesa do leito	88	38	200	47	87	39	200	31
Mesa alimentação	270	784	3.500	30	88	41	200	30
Cabeceira	87	56	250	30	87	56	250	30
Maçanetas	98	55	260	43	90	38	200	43
Bancada da pia	1.757	2.480	10.000	60	1.272	2.087	9.000	60
Torneira da pia	488	435	1.500	60	249	243	989	60
Vaso (assento)	3.385	5.875	19.000	60	1.923	4.441	19.000	60

A Tabela 3 traz os valores do levantamento radiométrico realizado no quarto terapêutico após a alta hospitalar do paciente internado e a remoção das eventuais contaminações.

Tabela 3. Levantamento radiométrico (mR/h) pós alta do quarto terapêutico.

	Média	**Máx**	**Mín**	**DP**
BG (mR/h)	0,01	0,02	0,01	0,01
Centro do banheiro	0,02	0,07	0,01	0,02
Sobre o vaso do banheiro	0,05	0,14	0,01	0,04
Sobre a cama do QT	0,02	0,12	0,01	0,03
Sala de rejeitos	0,03	0,19	0,01	0,4
Lixo antessala	0,02	0,11	0,01	0,02
Lixo inorgânico	0,02	0,10	0,01	0,02

O maior valor médio de taxa de exposição encontrado foi sobre o vaso sanitário (0,05 mR/h), em concordância com o ponto onde se observaram as maiores magnitudes de contaminação. Isso sugere que uma via importante de excreção biológica do lipiodol-^{131}I é a renal ou intestinal. As médias dos outros pontos apresentam valores compatíveis com níveis radiométricos de áreas livres, indicando que os procedimentos padrão de descontaminação adotados pela equipe foram eficazes em remover o material radioativo remanescente e indesejado.

6 CONCLUSÃO

Os locais de contaminação pós terapia com lipiodol-^{131}I ocorreram em vaso sanitário, pia, vestimentas e roupas de cama e, foram praticamente ausentes em equipamentos manuseados com as mãos, sugerindo excreção biológica renal e/ou intestinal, provável contaminação da pele e vestimentas no procedimento da TARE e ausência de excreção pelo suor/superfície das mãos. As contaminações foram de fácil remoção, inferindo que a TARE com lipiodol-^{131}I não pressupõe a adoção de medidas de contenção radiológicas específicas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmadzadehfar H, Sabet A, Wilhelm K, Biersack HJ, Risse J. Iodine-131-lipiodol therapy in hepatic tumours. Methods. 2011 Nov;55(3):246-52. doi: 10.1016/j.ymeth.2011.05.003. Epub 2011 Jun 12. PMID: 21664971.

Al Aamri M, Ravichandran R, Al Balushi N. Radioactive iodine (I-131) therapy isolation rooms: Introduction of lead glass window on the wall for patient comfort and better ambience. World J Nucl Med. 2019 Jan-Mar;18(1):42-44. doi: 10.4103/wjnm.WJNM_18_18. PMID: 30774545; PMCID: PMC6357721. Disponível em: <https://ijobas.pelnus.ac.id/index.php/ijobas/article/view/110/80>

American Cancer Society [Internet]. Radioactive Iodine (Radioiodine) Therapy for Thyroid Cancer. 14 de março de 2019. Acesso em: 25 de julho de 2021. Disponível em:

de Baere T, Arai Y, Lencioni R, Geschwind JF, Rilling W, Salem R, Matsui O, Soulen MC. Treatment of Liver Tumors with Lipiodol TACE: Technical Recommendations from Experts Opinion. Cardiovasc Intervent Radiol. 2016 Mar;39(3):334-43. doi: 10.1007/s00270-015-1208-y. Epub 2015 Sep 21. PMID: 26390875.

Barboza, Marycel F. de,. et al. Lipiodol131I: *improvement on the labeling process. Alasbimn Journal* 5(20): April 2003. Disponível em: http://repositorio.ipen.br/bitstream/handle/123456789/21858/09462.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Baron RL, Oliver JH 3rd, Dodd GD 3rd, et al. Hepatocellular carcinoma: evaluation with biphasic, contrast-enhanced, helical CT. Radiology, 1996;199:505-511.

Bozkurt MF, Salanci BV, Uğur Ö. "*Intra-Arterial Radionuclide Therapies for Liver Tumors*". Semin Nucl Med. 2016 Jul;46(4):324-39. doi: 10.1053/j.semnuclmed.2016.01.008. PMID: 27237442.

Brans, B & Laere, K & Gemmel, F & Defreyne, Luc & Vanlangenhove, Peter & Troisi, Roberto & Vlierberghe, Hans & Colle, Isabelle & Hemptinne, Bernard & Dierckx, RA. (2002). Combining iodine-131 Lipiodol therapy with low-dose cisplatin as a radiosensitizer: Preliminary results in hepatocellular carcinoma. European journal of nuclear medicine and molecular imaging. 29. 928-32. 10.1007/s00259-002-0791-8.

Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, Siegel RL, Torre LA, Jemal A. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. CA Cancer J Clin. 2018;68(6):394-424. https://doi.org/10.3322/caac.21492

Carrilho, F. J., L. Kikuchi, et al. (2010). "*Clinical and epidemiological aspects of hepatocellular carcinoma in Brazil*." Clinics (Sao Paulo) 65 **(12)**: 1285-1290.

CAVALCANTE DOS SANTOS, F. A. .; GOMES DE MORAIS FERNANDES, F. C. .; DE OLIVEIRA SANTOS, E. G.; MARTINIANO MEDEIROS, N. B.; BEZERRA DE SOUZA, D. L.; RIBEIRO BARBOSA, I. Mortalidade por Câncer de Fígado e Vias Biliares no Brasil: Tendências e Projeções até 2030. Revista Brasileira de Cancerologia, *[S. l.]*, v. 65, n. 4, p. e–01435, 2020. DOI: 10.32635/2176-9745.RBC.2019v65n4.435. Disponível em: https://rbc.inca.gov.br/index.php/revista/article/view/435. Acesso em: 29 out. 2023

CHEDID, Marcio F. et al. HEPATOCELLULAR CARCINOMA: DIAGNOSIS AND OPERATIVE MANAGEMENT. ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo) [online]. 2017, v. 30, n. 04 [Acessado 26 Agosto 2021] , pp. 272-278. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-6720201700040011>. ISSN 2317-6326. https://doi.org/10.1590/0102-6720201700040011.

Centro de Radioimunoensaio e Medicina Nuclear do Paraná (CERMEN). Exames. Pesquisa de Corpo Inteiro (PCI) [Internet]. Disponível em: < http://cermen.com.br/exames-medicina-nuclear/6/pesquisas-de-corpo-inteiro/ > Acessado em: 16 de agosto de 2021.

Centro de Radioimunoensaio e Medicina Nuclear do Paraná (CERMEN) [Internet]. Exames. Cintilografia da Tireoide. Disponível em: < http://cermen.com.br/exames-medicina-nuclear/6/pesquisas-de-corpo-inteiro/ > Acessado em: 16 de agosto de 2021.

Cherry, S.R., Sorenson, J.A., Phelps, M.E - Physics *in Nuclear Medicine - Elsevier. (4th Edition)* Acessado em: 14 de junho de 2021. Disponível em: https://pt.scribd.com/document/382219131/Cherry-Sorenson-Phelps-Physics-in-Nuclear-Medicine-4thEd-2012-pdf

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. CNEN NN 3.05: Requisitos de Segurança e Proteção Radiológica para Serviços de Medicina Nuclear [Internet]. [S.I], 2013.

Chua, T. C., F. Chu et. al. 2010. "*Intra-arterial iodine-131-lipiodol for unresectable hepatocellular carcinoma.*" Cancer 116 **(17)**: 4069-4077.

ELDER, R.C.; TEPPERMAN, K. Metal-based drugs and imaging agents in *Encyclopedia of Inorganic Chemistry*, King, R. B. (Eds.). New York: John Wiley and Sons, 1994.

The European Association of Nuclear Medicine, The Society of Nuclear Medicine Therapy Guidelines format, et al. (14 de fevereiro de 2002). "*GUIDELINES FOR 131 I - ETHIODISED OIL [LIPIODOL] THERAPY*." [Internet] Acesso em 29 de junho de 2021. Disponível em: https://eanm.org/publications/guidelines/gl_radio_ther_lipiodol.pdf

Gomes, Marcos António et al. Carcinoma hepatocelular: epidemiologia, biologia, diagnóstico e terapias. Revista da Associação Médica Brasileira [online]. 2013, v. 59, n. 5 [Acessado 15 Junho 2021] , pp. 514-524. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ramb.2013.03.005>. Epub 28 Nov 2013. ISSN 1806-9282.

Instituto Nacional do Câncer José de Alencar (INCA) [Internet]. Fígado. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files/media/document/estimativa-2023.pdf> Acesso em: 06/10/2023.

Ibis E, Wilson CR, Collier BD, Akansel G, Isitman AT, Yoss RG. Iodine-131 contamination from thyroid cancer patients. J Nucl Med. 1992 Dec;33(12):2110-5. PMID: 1460501. Disponível em: <https://jnm.snmjournals.org/content/jnumed/33/12/2110.full.pdf> Acessado em: 15 de novembro de 2023.

Iod-IPEN-131 Profissional de Saúde. Fabricado e embalado por: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) - Centro de Radiofarmácia. Av. Prof. Lineu Prestes, 2 242 - Cidade Universitária. CEP 05508-000 - São Paulo- SP, Brasil. Bula registrada por: Comissão Nacional de Energia Nuclear. R. General Severiano, 90 - Botafogo - Rio de Janeiro,RJ, Brasil. CEP 2290-901. CNPJ 00.402.552/0001-26 Disponível em: <https://www.ipen.br/portal_por/conteudo/geral/BULA%20IOD-IPEN-131%20Profissional%20da%20saude.pdf > Acessado em: 17 de agosto de 2021.

Karo, C., Ideguchi, R., Nishi, K., Fukuda, N., Miura, M., Matuda, N., & Kudo, T. (2019). *Radiation Monitoring of an Isolation Room for 131I Therapy After the Patients Were Released. Health Physics, 117(4), 419–425.* doi:10.1097/hp.0000000000001063 10.1097/HP.0000000000001063. Disponível em: <https://sci-hub.se/10.1097/HP.0000000000001063>

Lambert B, Praet M, Vanlangenhove P, Troisi R, de Hemptinne B, Gemmel F, Van Vlierberghe H, Van de Wiele C. *Radiolabeled lipiodol therapy for hepatocellular carcinoma in patients awaiting liver transplantation: pathology of the explant livers and clinical outcome. Cancer Biother Radiopharm*. 2005 Apr;20(2):209-14. Acesso em: 21/06/2021 Disponível em: <https://www.liebertpub.com/doi/pdf/10.1089/cbr.2005.20.209>

Marelli L, Shusang V, Buscombe JR, Cholongitas E, Stigliano R, Davies N, Tibballs J, Patch D, Meyer T, Burroughs AK. *Transarterial injection of (131)I-lipiodol, compared with chemoembolization, in the treatment of unresectable hepatocellular cancer*. J Nucl Med. 2009 Jun;50(6):871-7. doi: 10.2967/jnumed.108.060558. Epub 2009 May 14. PMID: 19443599.

Lintia-Gaultier, A., C. Perret, et. al. 2013. "*Intra-arterial injection of 131I-labeled lipiodol for advanced hepatocellular carcinoma: a seven year's experience.*" *Nucl Med Commun 34* ***(7)****: 674-681.*

LIPIODOL® UF. Delpharm Tours.La Baraudiëre, 37170 Chambray Lês Tours – França: Importado e registrado por: Guerbet Produtos Radiológicos LTDA. Esta bula foi aprovada pela Anvisa em 29/06/2018. M. Dolores Dopazo R.P - CRF-RJ 9042.

Llovet JM. Lancet 2002; 359:1734-39 *Arterial Embolisation or Chemoembolization versus Symptomatic Treatment in Patients with Unresectable HCC: A Randomised Controlled Trial.* Acesso em 27/07/2021.

NN 3.01 – Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica [Internet]. D.O.U. de 01 de janeiro de 2005. Retificação: D.O.U. de 26/01/2005.

NN 3.05 - Requisitos de segurança e proteção radiológica para serviços de medicina nuclear [Internet]. (Resolução CNEN 159/13)

NE 6.05 - Gerência de Rejeitos de Baixo e Medio Níveis de Radiação [Internet]. (Resolução CNEN 167/14).

Nmz, Hamizah, Juliana Mr, Ismalina Sni and Z Ahmad. "Surface Contamination in Skin and Room during Hospitalization of Thyroid Cancer Patient Receiving Radioiodine Ablation." *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences* 2 (2012): 27-33. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/222964081.pdf>

Oliveira, Rita et al. Preparações radiofarmacêuticas e suas aplicações. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas [online]. 2006, v. 42, n. 2 [Acessado 25 Agosto 2021] , pp. 151-165. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-93322006000200002>. Epub 28 Ago 2006. ISSN 1516-9332. https://doi.org/10.1590/S1516-93322006000200002.

Oncoguia, Equipe. Iodoterapia para Câncer de Tireoide. Tratamentos. [Internet]. Data de atualização: 26 de novembro de 2019. Disponível em:

http://www.oncoguia.org.br/conteudo/iodoterapia-para-cancer-de-tireoide/1887/236/
Acessado em: 25 de julho de 2021.

Parkin DM, Bray F, Ferlay J, Pisani P. *Estimating the world cancer burden: Globocan 2000*. Int J Cancer. 2001 Oct 15;94(2):153-6. doi: 10.1002/ijc.1440. PMID: 11668491.

Raoul JL, Duvauferrier R, Bourguet P et al. *L'angiographie lipiodolée au cours des carcinomes hépatocellulaires*. *Apport du Lipiodol marqué à l'iode 131*. J Radiol 1986; 67: 797-801

Radiation Dosimetry. Acessado dia 03 de novembro de 2023. Disponível em https://www.radiation-dosimetry.org/pt-br/o-que-e-meia-vida-eficaz-definicao/

Resolução Número 63 RDC, de 18 de dezembro de 2009. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), Ministério da Saúde. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2011/rdc0063_25_11_2011.html

Romeiro, Fernando Gomes. Resposta objetiva tumoral, perfil de segurança e taxas de sobrevida de pacientes com cirrose e carcinoma hepatocelular de estadiamento intermediário submetidos a Radioembolização com131I-Lipiodol *versus* Quimioembolização arterial, Botucatu - SP. Acesso em: 14 de junho de 2021. Disponível:

Santos, Cristofer Alan Costa; Bolognesi, Leandro. Aplicações Terapêuticas em Medicina Nuclear. Tekhne e Logos, Botucatu - SP, v. 5, n.2, dezembro de 2014. Acesso em: 21 de junho de 2021. Disponível em: http://revista.fatecbt.edu.br/index.php/tl/article/view/270/220

Sapienza, Marcelo Tatit et al. Tratamento do carcinoma diferenciado da tireóide com iodo-131: intervenções para aumentar a dose absorvida de radiação. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia [online]. 2005, v. 49, n. 3 [Acessado 25 Agosto 2021] , pp. 341-349. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0004-27302005000300004>. Epub 13 Out 2005. ISSN 1677-9487. https://doi.org/10.1590/S0004-27302005000300004.

Sapienza, Marcelo & Willegaignon, José & Ono, Carla & Watanabe, Tomoco & Guimarães, Maria & Gutterres, Ricardo & Maréchal, Maria & Buchpiguel, Carlos. (2009). Radioiodoterapia do carcinoma diferenciado da tireoide: impacto radiológico da liberação hospitalar de pacientes com atividades entre 100 e 150 mCi de iodo-131. Arquivos Brasileiros De Endocrinologia E Metabologia - ARQ BRAS ENDOCRINOL METABOL. 53. 10.1590/S0004-27302009000300004.

Sociedade Brasileira de Medicina Nuclear (SBMN). Conheça a Medicina Nuclear. Disponível em: <https://sbmn.org.br/comunicacao/conheca-a-medicina-nuclear/> Acessado em: 16 de agosto de 2021.

Yamaga, Lilian. *Guideline* para Radioembolização Hepática com Microesferas marcadas com Ítrio-90. Publicado em: 2018. Disponível em: https://sbmn.org.br/wp-content/uploads/2018/08/Guideline-Microesferas.pdf Acesso em: 14 de junho de 2021.

ANEXO 1

Núcleo de Física Médica e Radioproteção
Serviço de Medicina Nuclear
MONITORAÇÃO DO QUARTO TERAPÊUTICO

CONTAMINAÇÃO DE SUPERFÍCIE									
	Data da Internação								
	Data da Monitoração								
	Radiofármaco								
	BG área livre (cpm)								
DORMITÓRIO	Chão								
	Telefone								
	Campainha								
	Controle da TV								
	Controle do Ar								
	Armário - Mesa								
	Mesa de Alimentação								
	Lençol - Cima								
	Lençol - Baixo								
	Colchão								
	Fronha								
	Travesseiro								
	Cobertor								
	Maçaneta Interna								
	Maçaneta Externa								
	Interruptor 1								
	Interruptor 2								
	Lixo Seco								
	Lixo Orgânico								
	Escada								
	Comadre/papagaio								
	Outro:								
BANHEIRO	Maçaneta - Interna								
	Maçaneta - Externa								
	Interruptor								
	Pia								
	Vaso Sanitário								
	Box								
	Roupas								
	Toalha								
	Lixo								
	Chão								
	GM utilizado (1, 2 ou 3)								
	Executor								

OBS.: Valores maiores que 5*BG são considerados contaminação. Nesses casos, inicie os procedimentos de descontaminação do local/objeto.

LEVANTAMENTO RADIOMÉTRICO								
Data								
BG área livre (μR/h)								
Centro								
Porta								
Ante-sala								
Banheiro								
Depósito - Centro								
Depósito - Cofre								
Depósito - Geladeira								

ANEXO 2

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO DO NÚCLEO DE FÍSICA MÉDICA E RADIOPROTEÇÃO SERVIÇO DE MEDICINA NUCLEAR

POP MED NUCL 002 DESCONTAMINAÇÃO RADIOATIVA

POP MED NUCL	002	- PÁG.:	1/8	EMISSÃO:	16/01/2023	REVISÃO Nº	:

1. OBJETIVO:

Realizar a descontaminação de pessoas, objetos ou superfícies contaminadas com material radioativo.

2. ABRANGÊNCIA:

Técnicos, tecnólogos, biomédicos, físicos e médicos que manipulem fontes radioativas não seladas e/ou administrem radiofármacos.

3. MATERIAIS E RECURSOS NECESSÁRIOS:

3.1.Equipamentos de Proteção Individual (EPIs): avental descartável de manga longa, propés impermeáveis, protetor facial e luvas de procedimento.

3.2.Materiais específicos para o procedimento: saco de lixo, ficha de identificação de superfície contaminada, escova macia descartável (escova de clorexidina), caneta, papel toalha ou gaze e solução detergente líquida.

4. PROCEDIMENTOS:

4.1. OPERANDO O MONITOR DE RADIAÇÃO

4.1.1. Monitor Victoreen 190

4.1.1.1. Realizar higienização das mãos com água e sabão antisséptico (mínimo 30 segundos) ou álcool gel (mínimo 15 segundos);

4.1.1.2. Verificar se o monitor está com a sonda adequada para medir contaminação (A), conforme a imagem (Figura 1);

4.1.1.3. Apertar o botão "On/Off" (B) e aguardar;

4.1.1.4. Selecionar o modo de contagem pressionando o botão "Mode" (C);

4.1.1.5. Verificar na tela do aparelho, se ele se encontra no modo correto "C/min" (D);

Figura 1 - Monitor Victoreen 190

4.1.2. Monitor Victoreen 490 Thyac III

4.1.2.1. Realizar higienização das mãos com água e sabão antisséptico (mínimo 30 segundos) ou álcool gel (mínimo 15 segundos);

4.1.2.2. Verificar se o monitor está com a sonda adequada para medir a contaminação (A), conforme a imagem (Figura 2);

4.1.2.3. Girar o seletor até a posição "bat" (B) para checar se o nível da bateria está adequado. O ponteiro deve estar dentro da linha vernelha "BAT. CHECK" (C);

4.1.2. 4. Girar o seletor até a posição "x1" para selecionar a escala adequada (D);

Figura 2 - Monitor Victoreen 490 Thyac III

4.1.3. Monitor Thermo Scientific RadEye B20

4.1.3.1. Realizar higienização das mãos com água e sabão antisséptico (mínimo 30 segundos) ou álcool gel (mínimo 15 segundos);

4.1.3.2. Verificar se o monitor está com a sonda adequada para medir contaminação (A), conforme a imagem (Ffigura 3);

4.1.3.3. Mantenha pressionado o botão "On" (B) e aguarde o sinal sonoro, indicando que o equipamento foi ligado;

4.1.3.4. Verificar na tela do aparelho, se ele se encontra no modo correto "cpm";

4.1.3.5. Desligar o aparelho pressionando o botão "Menu" (C) três vezes: a primeira para entrar no menu, a segunda para selecionar a opção "Switch Off" e a terceira para selecionar "Yes" (D).

Figura 3 - Monitor Thermo Scientific RadEye B20

• **Verificar o nível de radiação de fundo (BG)** em uma área livre ou longe de qualquer fonte de radiação.

• Identificar os locais suspeitos de contaminação e meça-os com o monitor de contaminação. Considera-se **CONTAMINAÇÃO** valores medidos maiores que **5 vezes o valor do BG.**

• Paramentar-se com luvas de procedimento, avental de manga longa, protetor facial, propés e dosímetro.

4.2. DESCONTAMINAÇÃO PESSOAL

4.2.1 <u>Roupas ou Vestuário:</u>

4.2.1.1. Realizar higienização das mãos com água e sabão antisséptico (mínimo 30 segundos) ou álcool gel (mínimo 15 segundos);

4.2.1.2. Realizar a paramentação: vestir o avental de manga longa e calçar luvas descartáveis;

4.2.1.3. Remover as peças de vestuário contaminadas (avental ou calçados);

4.2.1.4. Colocar as peças contaminadas em um saco de lixo (branco) e identificar com as seguintes informações: nuclídeo contaminante, taxa de contagem medida, data e horário da medida, data estimada para liberação e responsável;

4.2.1.5. Armazenar o saco de lixo plástico no depósito de rejeitos radioativos, para decair.

4.2.2. <u>Pele:</u>

4.2.2.1. Dirigir-se ao laboratório de Manipulação;

4.2.2.2. Lavar a região contaminada na pia do laboratório de Manipulação com água corrente e abundante, utilizar solução detergente neutra;

4.2.2.3. Medir a região com o monitor de radiação, se necessário pedir ajuda a um colega para realizar as medidas;

4.2.2.4. Se a contaminação persistir, utilizar escova macia descartável (escova de clorexidina) para iniciar um novo processo de lavagem;

4.2.2.5. Realizar movimentos suaves para não ferir a pele com a escova;

4.2.2.6. Repetir o processo até três vezes. Após isso, não se recomenda continuar com a lavagem, uma vez que o material radioativo já pode ser considerado adsorvido na superfície da pele.

4.2.2.7. Comunicar o ocorrido, assim que possível, à equipe de Física Médica;

4.2.2.8. Registrar a situação no livro de Ocorrências Radiológicas.

4.2.3. <u>Descontaminação de Superfícies:</u>

4.2.3.1. Realizar higienização das mãos com água e sabão antisséptico (mínimo 30 segundos) ou álcool gel (mínimo 15 segundos);

4.2.3.2. Realizar a paramentação: vestir o avental de manga longa, protetor facial, propés e dosímetro;

4.2.3.3. Realizar a sinalização do local com a ficha de identificação de superfície contaminada e não permitir a passagem de pessoas, para evitar a disseminação da contaminação;

4.2.3.4. Monitorar a região com o monitor de radiação;

4.2.3.5. Seguir a seguinte ordem dos métodos de descontaminação:

- **Método Seco:**

1. Aplicar esse método quando houver líquido derramado;

2. Secar a região com papel absorvente, iniciando pelas bordas e seguindo para o centro, para evitar ampliar a extensão da contaminação;

3. Descartar os papéis utilizados em saco de lixo próprio. O saco próprio para descarte desse material deve ser descartado como rejeito radioativo em local apropriado;

4. Trocar as luvas após a absorção total do líquido;

5. Monitorar a região novamente e repetir o procedimento, caso necessário, até três vezes;

6. Caso a contaminação persista, deve-se manter a paramentação e prosseguir com o Método Úmido;

7. Caso a descontaminação tenha sido eficiente, seguir os procedimentos do item "Finalização do Procedimento e Desparamentação";

8. Antes de prosseguir, realizar a monitoração pessoal para verificar se não houve contaminação das mãos e pés.

- **Método Úmido:**

1. Aplicar uma pequena quantidade de líquido sobre a região (sabão neutro ou solução descontaminante, se disponível);

2. Repetir o procedimento para secagem da região conforme descrito no item "Método Seco";

3. Monitorar a região novamente e repetir o procedimento, caso seja necessário, até três vezes.

4. Caso a descontaminação tenha sido eficiente, seguir os procedimentos do item "Finalização do Procedimento e Desparamentação";

5. Se a contaminação persistir, prosseguir para o próximo passo, "Método de Esfregaço";

6. Antes de prosseguir, realizar a monitoração pessoal para verificar se não houve contaminação das mãos e pés.

- **Método de Esfregaço**

1. Utilize gaze umedecida com solução detergente ou descontaminante na região, fazendo fricção na superfície;

2. Descarte o material utilizado no saco de lixo;

3. Monitore a região. Caso a contaminação persista, esta pode ser considerada como fixada na superfície, neste caso prossiga com a Demarcação e Isolamento da Área;

- **Demarcação e isolamento da área:**

1. Forrar a região com plástico;

2. Caso necessário (contaminação por I-131 ou elevados níveis de Tc-99m, ou outro nuclídeo – taxa de contagem maior que 500 kcpm/"Overload"), colocar blindagens de chumbo sobre a região já forrada;

3. Identificar o local com a ficha de identificação de superfície contaminada;

- **Finalização do procedimento e desparamentação:**

1. Descartar os rejeitos gerados em local apropriado: se contaminados – nos coletores de rejeitos radioativos e se não contaminados – nos coletores de resíduos comuns ou infectantes, conforme o tipo de material;

2. Retirar os pro pés, as luvas de procedimento, o avental descartável e descartar no lixo branco;

3. Realizar higienização das mãos com água e sabão antisséptico (mínimo 30 segundos) ou álcool gel (mínimo 15 segundos);

4. Calçar luvas de procedimento;

5. Retirar o protetor facial e realizar a lavagem do mesmo com água e sabão. Secar e guardar em local apropriado;

6. Realizar a monitoração pessoal, medindo, no mínimo: mãos, mangas do jaleco e pés;

- **Descarte dos rejeitos:**

1. Fechar o saco de lixo utilizado para descarte dos rejeitos durante os procedimentos de descontaminação com dois nós;

2. Descartar o saco de lixo no local adequado: rejeitos contendo contaminação exclusivamente por Tc-99m deverão ser descartados nos coletores de rejeito de Tc-99m, localizados na Sala de Administração ou Depósito de Rejeitos Radioativos.

Rejeitos contendo Ga-67, Tl-201 e/ou I-131 deverão ser descartados no coletor para rejeitos do I-131, localizado no Depósito de Rejeitos Radioativos. Caso o nuclídeo seja desconhecido, descartar como rejeito de I-131.

5. CONTINGÊNCIAS:

Não se aplica.

6. OBSERVAÇÕES:

- Reduza o número de pessoas envolvidas ao suficiente e necessário.
- Comunique o Supervisor de Proteção Radiológica sobre o ocorrido.
- Realize o registro do evento no livro de Ocorrências Radiológicas.
- Atenção para a paramentação com os EPIs adequados para cada etapa do procedimento.

7. AUTORES E REVISORES:

7.1.Autor: Daniel Molena Seraphim

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Norma CNEN-NN-3.05 – Requisitos de Segurança e proteção radiológica para Serviços de Medicina Nuclear – Resolução CNEN 159/13.

- Norma Regulamentadora 32 – Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde.

- Portaria MTE – GM 485:2005.

9. TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE DIVULGAÇÃO E APROVAÇÃO DE DOCUMENTO

HOSPITAL DAS CLÍNICAS
FACULDADE DE MEDICINA DE BOTUCATU
NÚCLEO DE GESTÃO DA QUALIDADE
Av. Professor Mário Rubens Guimarães Montenegro, s/n CEP 18618-687 – Botucatu – São Paulo – Brasil
Tel. (14) 3811-6218 / (14) 3811-6215 – E-mail qualidade.hcfmb@unesp.br

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE DIVULGAÇÃO ELETRÔNICA E APROVAÇÃO DE DOCUMENTO

1. IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO
1.1.Título: POP 002 MED NUCL – DESCONTAMINAÇÃO RADIOATIVA
1.2. Área Responsável: NÚCLEO DE FÍSICA MÉDICA E RADIOPROTEÇÃO – SERVIÇO DE MEDICINA NUCLEAR
1.3. Data da Elaboração: 16/01/2023 **Total de páginas:** 10 **Data da Revisão:** __/__/__ **Número da Revisão:** 00
1.4. Autorização de Divulgação Eletrônica do Documento e Consentimento de Exposição de dado pessoal (nome completo e número de registro profissional) durante a vigência do documento: Eu, como autor e/ou revisor do documento citado, aprovo e autorizo a divulgação eletrônica do mesmo:
Nome: Daniel Molena Seraphim **Função: Físico médico** **Setor: Medicina Nuclear – Núcleo de Física Médica e Radioproteção** **Assinatura:**
Daniel Molena Seraphim Físico CNEN FM 0304
2. DECLARAÇÃO DE CIÊNCIA, APROVAÇÃO DE DOCUMENTO E CONSENTIMENTO DE EXPOSIÇÃO DO NOME COMPLETO (DURANTE O PERÍODO DE VIGÊNCIA DO DOCUMENTO):
Declaro que estou ciente e **aprovo** o conteúdo do documento: **POP 002 MED NUCL – DESCONTAMINAÇÃO RADIOATIVA.** Também autorizo a exposição do meu nome completo.

Data: 02 /02 /23	**Assinatura:**
	Coordenadora do Núcleo de Física Médica e Radioproteção: Diana Rodrigues de Pina Miranda

Elaboração do Termo: Núcleo de Gestão da Qualidade	Aprovação Superintendência e Chefe de Gabinete do HC: Prof. Adj. André Luís Balbi e Prof. Dr. José Carlos Trindade Filho.