



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO ARAGUAIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
BACHARELADO EM BIOMEDICINA

REBECA RODRIGUES FIGUEIREDO

**O USO DO IODO-131 NA TERAPÊUTICA DA DOENÇA DE GRAVES: UMA
REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA**

Barra do Garças - MT

2024

REBECA RODRIGUES FIGUEIREDO

**O USO DO IODO-131 NA TERAPÊUTICA DA DOENÇA DE GRAVES: UMA
REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA**

Monografia apresentada à banca examinadora do Curso de Biomedicina do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Campus Universitário do Araguaia - UFMT, como requisito parcial, para obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto da Fonseca
Coorientador: Amanda Munnick Alves dos Reis

Barra do Garças - MT

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

F475u Figueiredo, Rebeca Rodrigues.

O uso do iodo-131 na terapêutica da doença de Graves [recurso eletrônico] : uma revisão integrativa da literatura / Rebeca Rodrigues Figueiredo. -- Dados eletrônicos (1 arquivo : 33 f., il., pdf). -- 2024.

Orientador: Paulo Roberto da Fonseca Filho.

Coorientadora: Amanda Munnick Alves dos Reis.

TCC (graduação em Biomedicina) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Barra do Garças, 2024.

Modo de acesso: World Wide Web: <https://bdm.ufmt.br>.

Inclui bibliografia.

1. hipertireoidismo. 2. doença de Graves. 3. Iodo-131. 4. terapêutica. 5. iodoterapia. I. Fonseca Filho, Paulo Roberto da, *orientador*. II. Reis, Amanda Munnick Alves dos, *coorientador*. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

REBECA RODRIGUES FIGUEIREDO

**O USO DO IODO-131 NA TERAPÊUTICA DA DOENÇA DE GRAVES: UMA
REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA**

Monografia apresentada à banca examinadora do Curso de Biomedicina do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Campus Universitário do Araguaia - UFMT, como requisito parcial, para obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.

Barra do Garças em 15/10/2024.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Paulo Roberto da Fonseca

Orientador - Universidade Federal de Mato Grosso

Prof. Dr. Maximilian Wilhelm Brune

Examinador - Universidade Federal de Mato Grosso

Prof. Me. Vinicius Machado Abrahão

Examinador

Barra do Garças, MT

2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais Eder e Josenira e a minha irmã Milena, que sempre foram os meus maiores apoiadores e nunca mediram esforços para que eu pudesse correr atrás dos meus sonhos, é tudo por vocês.

Agradeço ao meu professor e orientador Paulo, que me guiou nesse processo e me passou tranquilidade nos momentos que eu precisei, que foram muitos.

Agradeço aos meus veteranos Vanessa, Livia, Amanda e Adryan que me acolheram, me ajudaram e me incentivaram a sempre dar o melhor de mim.

Agradeço aos melhores amigos da UF, meus companheiros de sala Adrieli, Douglas, Alana e João Vitor que passaram por todos os semestres ao meu lado, tornando essa graduação mais leve e divertida, foi maravilhoso compartilhar essa graduação ao lado de vocês.

Agradeço a minha caloura Bianca que foi a pessoa que sempre esteve por mim e para mim, agradeço todo o apoio, toda a fé que deposita em mim, todo o carinho, por tudo.

Agradeço à turma da agronomia 2021 que me acolheu e me deu forças e se tornaram meu suporte fora do curso, Marieli, Erika, Sérgio, Otávio, André, Maria Luiza, Heloísa, Vitor e Pedro. Agradeço por serem o porto seguro que me proporcionaram nos meus melhores e piores momentos.

Agradeço aos amigos Romeu e Karine que mesmo não participando da minha graduação estiveram me incentivando e apoiando, segurando as pontas por mim quando eu não pude, me deram caminho e muito amor, só agradece!

Agradeço principalmente a Deus que me guiou até o final, colocou as pessoas certas no meu caminho que me fizeram quem sou e que me ajudaram a estar onde estou hoje. Me sinto imensamente abençoada e grata por tudo e todos.

Agradeço também à Universidade Federal de Mato Grosso pelas oportunidades oferecidas e pelo aprendizado.

“O conhecimento é a única coisa que o homem pode realmente ter.”

- DJONGA

RESUMO

Este estudo consiste em uma revisão integrativa da literatura sobre o uso do Iodo-131 no tratamento da Doença de Graves, uma condição autoimune que causa hipertireoidismo. A pesquisa foi conduzida em bases de dados, como Scopus, utilizando os termos "hipertireoidismo", "Doença de Graves", "iodoterapia", "cintilografia" e "Iodo-131", com trabalhos publicados entre 2014 e 2024. Foi realizada uma revisão integrativa da literatura, conforme as etapas sugeridas por Souza & Silva (2010), que incluem identificação do tema, estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão, extração e avaliação de dados dos estudos selecionados, interpretação dos resultados e apresentação da revisão. Os critérios de inclusão envolveram artigos originais que abordam o uso do Iodo-131 na Doença de Graves, publicados em espanhol, inglês ou português. Dos 796 artigos identificados, 78 foram selecionados para a revisão final. Os resultados indicam que o Iodo-131 é uma terapia eficaz e consolidada para o tratamento do hipertireoidismo causado pela Doença de Graves. O Iodo-131 age destruindo as células tireoidianas hiperfuncionantes através da radiação beta, normalizando a produção de hormônios tireoidianos. Vantagens incluem alta eficácia, conveniência, custo acessível e poucos efeitos colaterais graves. No entanto, efeitos adversos como hipotireoidismo permanente podem ocorrer, e são necessários cuidados específicos para garantir a segurança do paciente e dos profissionais de saúde. A pesquisa também apontou avanços recentes no uso de dosimetria personalizada e técnicas de imagem mais precisas, que melhoram a eficácia e segurança do tratamento. A terapia com Iodo-131 continua a ser uma das opções mais seguras e eficazes no manejo do hipertireoidismo, oferecendo um bom custo-benefício. Embora existam complicações, como o hipotireoidismo, as vantagens do tratamento superam os possíveis riscos. O acompanhamento regular é essencial para garantir a eficácia e ajustar o tratamento conforme necessário.

Palavras-chave: hipertireoidismo, doença de Graves, Iodo-131, terapêutica, iodoterapia.

ABSTRACT

This study comprises an integrative literature analysis about the application of Iodine-131 in the management of Graves' Disease, an autoimmune disorder that induces hyperthyroidism. The study was performed in databases like Scopus, utilizing the keywords "hyperthyroidism," "Graves' Disease," "iodine therapy," "scintigraphy," and "Iodine-131," focusing on articles published from 2014 to 2024. An integrative literature review was conducted, adhering to the methodology proposed by Souza & Silva (2010), which encompasses theme identification, formulation of inclusion and exclusion criteria, data extraction and evaluation from selected studies, result interpretation, and review presentation. The inclusion criteria encompassed original articles concerning the application of Iodine-131 in Graves' Disease, published in Spanish, English, or Portuguese. Out of the 796 recognized papers, 78 were chosen for the final review. The findings demonstrate that Iodine-131 is a proven and successful treatment for hyperthyroidism resulting from Graves' Disease. Iodine-131 functions by obliterating hyperactive thyroid cells by beta radiation, hence restoring hormone synthesis. Benefits encompass significant efficacy, convenience, economical pricing, and no severe adverse effects. Nonetheless, severe effects like persistent hypothyroidism may arise, necessitating strict safeguards to safeguard both the patient and healthcare workers. The study highlighted current advancements in tailored dosimetry and enhanced imaging techniques, which augment therapy efficacy and safety. Iodine-131 therapy is among the safest and most efficacious treatments for hyperthyroidism, providing substantial cost-effectiveness. Despite the possibility of issues like hypothyroidism, the advantages of the treatment surpass the potential hazards. Consistent follow-up is crucial to ascertain effectiveness and modify the treatment as necessary.

Keywords: hyperthyroidism, Graves' disease, theranostic, Iodine-131, therapeutic, iodine therapy.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVO	12
2.1 Objetivo geral.....	12
2.2 Objetivos específicos	12
3. METODOLOGIA	13
4. DESENVOLVIMENTO	16
4.1 Fisiopatologia da Doença de Graves.....	16
4.2. Opções Terapêuticas	18
4.3 Protocolo clínico para diagnóstico na MN.....	19
4.4 Protocolo clínico para terapia na MN	20
4.5 Medicina nuclear e o iodoterapia	22
4.6 Segurança dos procedimentos.....	25
4.7 Seguimento dos pacientes	26
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
Apêndice 1: <i>Strings</i> de consulta utilizadas na base de dados Scopus.....	33

1. INTRODUÇÃO

A medicina nuclear é uma especialidade médica que utiliza pequenas quantidades de materiais radioativos, conhecidos como radiofármacos, para diagnosticar e tratar doenças. Esses radiofármacos são administrados ao paciente por via oral, intravenosa ou inalatória, e a radiação emitida é detectada por câmaras especiais, permitindo a visualização de processos fisiológicos e anatômicos dentro do corpo. A medicina nuclear é única porque fornece informações sobre a função e a estrutura dos órgãos, em contraste com outras modalidades de imagem que mostram apenas a anatomia.

Quando o objetivo é um procedimento diagnóstico, a pequena quantidade de radiofármacos administrada ao paciente emite uma radiação que é detectável por câmaras especiais de forma que os processos fisiopatológicos do paciente possam ser visibilizados (ANDRADE; LIMA, 2010). Os dispositivos responsáveis pela captação da radiação e a produção de imagens têm sua tecnologia baseada em detectores cintiladores que, se arranjados na forma de uma Câmara Anger são capazes de produzir cintilografias, imagens planares bidimensionais estáticas ou dinâmicas. A evolução desse dispositivo levou ao desenvolvimento de duas tecnologias distintas de tomógrafos: SPECT (*single photon emission computed tomography*) e PET (*positron emission tomography*), que por sua vez produzem imagens seccionais que podem ser reformatadas ou reconstruídas em duas ou três dimensões.

O Iodo-131 é um radioisótopo do iodo com uma meia-vida de aproximadamente 8 dias. Ele emite radiação beta e gama, sendo a radiação beta responsável por seus efeitos terapêuticos e a radiação gama útil para a detecção e imagem. Suas propriedades tornam o Iodo-131 particularmente eficaz no tratamento do hipertireoidismo. A glândula tireoide capta o iodo como parte de seu processo natural de produção de hormônios tireoidianos. Quando administrado, o Iodo-131 é absorvido pelas células tireoidianas, onde a radiação beta emitida destrói seletivamente o tecido hiperfuncionante.

Ao associar procedimentos que integram diagnóstico e tratamento utilizando-se de uma mesma tecnologia ou princípio, tem-se o teranóstico. Como exemplo, é possível citar a utilização de Iodo-131 no carcinoma diferenciado de tireoide. Nesses casos o Iodo-131 é utilizado tanto como elemento marcador para diagnosticar células tireoidianas anômalas quanto para tratar essas células, pois a radiação emitida leva essas células cancerígenas à apoptose (SILVA; ALVES; NASCIMENTO, 2014).

Nos casos em que se busca tratar alguma condição patológica do paciente, quantidades maiores do radionuclídeo são administradas e, após a biodistribuição no organismo esses elementos se concentram em regiões de interesse e passam a depositar localmente a energia das radiações emitidas, promovendo o tratamento desejado (KLEYNHANS et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2006).

Ao associar procedimentos que integram diagnóstico e tratamento utilizando-se de uma mesma tecnologia ou princípio, tem-se o teranóstico. Como exemplo, é possível citar a utilização de Iodo-131 no carcinoma diferenciado de tireoide. Nesses casos o Iodo-131 é utilizado tanto como elemento marcador para diagnosticar células tireoidianas anômalas quanto para tratar essas células, pois a radiação emitida leva essas células cancerígenas à apoptose (SILVA; ALVES; NASCIMENTO, 2014).

Além do carcinoma diferenciado citado no exemplo, a medicina nuclear é amplamente utilizada para avaliar o hipertireoidismo, e particularmente a Doença de Graves, que tem destaque pela sua importância clínica e complexidade.

A Doença de Graves é uma condição autoimune que representa a causa mais comum de hipertireoidismo. Nesta doença, autoanticorpos conhecidos como imunoglobulinas estimuladoras da tireoide (TSI, no inglês Thyroid-Stimulating Immunoglobulin) se ligam aos receptores do hormônio estimulador da tireoide (TSH, no inglês Thyroid-Stimulating Hormone) na glândula tireoide, resultando em uma produção excessiva dos hormônios tireoidianos T3 e T4. Essa superprodução hormonal leva a manifestações clínicas como taquicardia, perda de peso, e irritabilidade que, se não tratados, podem levar a complicações significativas. Isso é grave porque o excesso de hormônios da tireoide acelera o metabolismo de forma descontrolada, o que pode sobrecarregar o coração, aumentando o risco de arritmias, insuficiência cardíaca e osteoporose. Além disso, o metabolismo acelerado afeta negativamente o sistema nervoso central, contribuindo para transtornos psiquiátricos e crises tireotóxicas, que são emergências médicas potencialmente fatais. A gravidade e a ampla gama de sintomas tornam a Doença de Graves um foco crítico para o tratamento eficaz e a escolha apropriada das modalidades terapêuticas (LEE e PEARCE, 2023).

Ao considerarmos a relevância do tratamento do hipertireoidismo, é necessário reconhecer a magnitude dos sintomas e o impacto clínico significativo que essa condição gera nos pacientes. As três principais abordagens terapêuticas, no contexto das causas mais comuns

da doença, incluem: o uso de medicamentos antitireoidianos, como metimazol e propiltiouracil, a tireoidectomia e o tratamento com iodo radioativo. As duas últimas representam opções de tratamento definitivo (SANTOS; SILVA, 2015). O tratamento por meio da Medicina Nuclear apresenta vantagens notáveis, como a capacidade de detectar a doença em estágios iniciais, fornecer informações funcionais precisas e proporcionar uma intervenção eficaz e rápida, sendo considerado o método mais indicado para a doença de Graves (GARCIA; SANTOS, 2016).

Entretanto, uma série de fatores precisam ser considerados na indicação: 1) uso de compostos radioativos em elevada atividade, o que requer a hospitalização em quarto terapêutico até que a atividade atinja valores seguros; 2) necessidade de cuidados especiais antes e após a terapia; 3) custo associado aos equipamentos e insumos radioativos; 4) necessidade de um ambiente especializado para o manuseio e armazenamento das fontes e resíduos radioativos; (Kasban et al., 2015).

O hipertireoidismo é uma condição clínica caracterizada pela produção excessiva de hormônios tireoidianos pela glândula tireoide. Estes hormônios, triiodotironina (T3) e tiroxina (T4), desempenham papéis cruciais no metabolismo e na regulação de diversas funções fisiológicas. O desequilíbrio na produção desses hormônios pode levar a uma série de complicações significativas, afetando múltiplos sistemas orgânicos (FELLBRANT et al., 2024). A etiologia do hipertireoidismo pode ser variada, mas as causas mais comuns incluem a Doença de Graves, bócio multinodular tóxico e adenoma tóxico. A Doença de Graves, uma condição autoimune, é responsável pela maioria dos casos de hipertireoidismo. Nesta condição, autoanticorpos conhecidos como imunoglobulinas estimuladoras da tireoide (TSI) se ligam aos receptores do hormônio estimulador da tireoide (TSH) na glândula tireoide, levando a uma produção excessiva de T3 e T4 (LEE e PEARCE, 2023).

A radiação beta do Iodo-131 provoca danos ao DNA das células tireoidianas, levando à sua destruição e à redução da produção excessiva de hormônios tireoidianos. O uso do Iodo-131 na medicina remonta aos anos 1940, quando foi inicialmente utilizado para tratar doenças da tireoide. Desde então, ele se tornou uma ferramenta essencial na medicina nuclear devido à sua eficácia e segurança comprovadas. O Iodo-131 foi um dos primeiros exemplos de tratamento teranóstico, combinando diagnóstico e terapia em um único agente.

O tratamento com Iodo-131 é uma opção terapêutica consagrada para pacientes com hipertireoidismo. A dose administrada é calculada com base em fatores como o tamanho da glândula tireoide e a captação de iodo. O objetivo é destruir seletivamente as células hiperfuncionantes, normalizando a produção hormonal. Esse tratamento traz como vantagens a alta eficácia, altas taxas de sucesso no controle do hipertireoidismo, conveniência pois geralmente requer uma única dose e segurança devido a efeitos colaterais gerenciáveis. Como desvantagens, o tratamento pode levar à necessidade de reposição hormonal vitalícia pois ocorre a destruição do tecido tireoidiano e ocorre demora no alívio dos sintomas, pode levar de semanas a meses para alcançar o efeito terapêutico completo.

O campo da medicina nuclear e o uso de Iodo-131 continuam a evoluir, com avanços em tecnologias de imagem e métodos de administração. Pesquisas atuais focam em aprimorar a precisão da dosagem e minimizar os efeitos colaterais, além de explorar novas aplicações terapêuticas para o Iodo-131.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Apresentar o contexto e a relevância do uso de Iodo-131 na terapêutica do hipertireoidismo da Doença de Graves.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar, mediante trabalhos publicados, os efeitos da radiação beta emitida pelo Iodo-131 nas células tireoidianas hiperfuncionantes na Doença de Graves.
- Revisar os estudos que abordam a iodoterapia no hipertireoidismo da Doença de Graves e seus parâmetros técnicos.
- Identificar vantagens e desvantagens da radioiodoterapia em comparação as outras opções terapêuticas para a Doença de Graves.

3. METODOLOGIA

O presente estudo consiste em uma revisão integrativa da literatura, que busca obter um conhecimento profundo de determinado fenômeno, baseando-se em estudos anteriores sobre o tema. Trata-se de uma revisão integrativa da literatura nacional e internacional sobre o uso do Iodo-131 na terapêutica da Doença de Graves.

Os resultados obtidos foram sintetizados na pesquisa, de maneira sistemática, ordenada e abrangente, fornecendo informações mais amplas sobre o assunto, respeitando as etapas de elaboração da revisão integrativa (Souza & Silva 2010):

- 1- Identificação do tema e seleção da hipótese;
- 2- Estabelecimento de critérios para inclusão e exclusão de estudo ou busca na literatura;
- 3- Definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados;
- 4- Avaliação dos estudos incluídos;
- 5- Interpretação dos resultados;
- 6- Apresentação da revisão.

Para tanto foram realizadas consultadas à base de dados *Scopus (Elsevier)*, analisando trabalhos publicados entre janeiro de 2014 e setembro de 2024, nos idiomas espanhol, inglês e português. Para a estratégia de busca foi utilizada a combinação dos unitermos “hipertireoidismo, Doença de Graves, iodoterapia, cintilografia e Iodo-131”.

A aplicação dos critérios de inclusão e exclusão se deu conforme as seguintes etapas: leitura dos títulos de todos os artigos encontrados; leitura dos resumos da pré-seleção, de acordo com critérios de inclusão e exclusão; leitura, na íntegra, dos artigos da amostra parcial; exploração dos artigos; codificação dos conteúdos emergentes e relevantes; e apresentação dos resultados a partir de categorias identificadas no material pesquisado.

O quadro 1 apresenta uma síntese dos critérios de inclusão, exclusão e seleção dos estudos e o Apêndice 1 contém os comandos de busca na base Scopus.

Quadro 1: Critérios de inclusão e exclusão dos trabalhos analisados.

Critérios	Descrição
Inclusão	1. Data de publicação entre janeiro de 2014 e setembro de 2024. 2. Disponibilidade nas bases de dados, especificamente na <i>Scopus</i> 3. Idioma: trabalhos publicados em espanhol, inglês ou português. 4. Artigos originais que abordam o tratamento com Iodo-131 na Doença de Graves. 5. Artigos que utilizavam os unitermos “hipertireoidismo, Doença de Graves, iodoterapia, cintilografia e Iodo-131”.
Exclusão	1. Artigos duplicados. 2. Formato: Cartas ao editor, artigos incompletos, artigos de revisão ou não se enquadravam como artigo científico. 3. Indisponibilidade para acesso. 4. Estudos que não atendiam ao objetivo da pesquisa (uso do Iodo-131 como tratamento da Doença de Graves).

Foram encontrados 796 artigos que foram submetidos aos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos. Excluíram-se os artigos duplicados, os do tipo carta ao editor, os artigos incompletos, indisponíveis ao acesso, documentos cujo formato não se enquadrava como artigo, artigos de revisão e os que não atendiam ao objetivo deste estudo. Após as exclusões, restaram 152 artigos para leitura integral, seguindo-se os mesmos critérios de exclusão acima descritos. Ao final, foram selecionados 78 artigos para compor esta revisão (Figura 1).

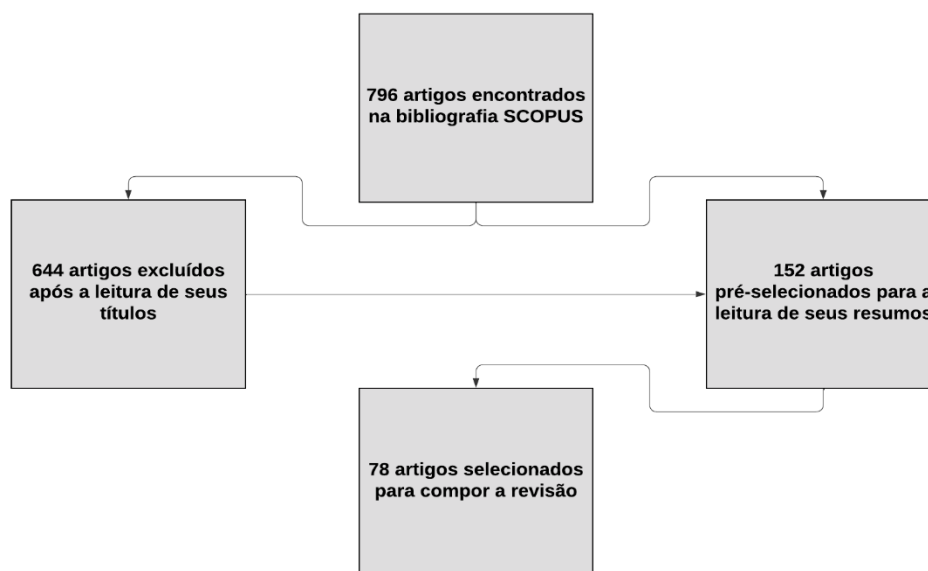


Figura 1: Fluxo de análise e seleção dos trabalhos incluídos nesta revisão.

Os artigos selecionados foram organizados em duas categorias principais: aspectos fisiopatológicos da Doença de Graves e uso do Iodo-131 como ferramenta de diagnóstico e tratamento da doença para então discorrer sobre o tema.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 Fisiopatologia da Doença de Graves

A Doença de Graves é uma enfermidade autoimune, órgão-específica, que difere de todas as outras doenças autoimunes por estar associada mais frequentemente ao aumento de função do órgão alvo. É a causa mais que comum de hipertireoidismo em pacientes com menos de 50 anos e é caracterizada por infiltração linfocitária da glândula tireóide e ativação do sistema imune com elevação dos linfócitos T circulantes, aparecimento de autoanticorpos que se ligam ao receptor do TSH (TRAb). Do ponto de vista clínico, a doença de Graves caracteriza-se por aumento difuso e hiperatividade da glândula tireóide, associada ou não a oftalmopatia infiltrativa e, mais raramente, ao mixedema localizado. A tireotoxicose clínica é diretamente causada pelos autoanticorpos que ativam o receptor do TSH.

O hipertireoidismo é uma condição clínica caracterizada pela produção excessiva de hormônios tireoidianos. Estes hormônios, triiodotironina (T3) e tiroxina (T4), desempenham papéis cruciais no metabolismo e na regulação de diversas funções fisiológicas como regulação da temperatura corporal, frequência cardíaca, e manutenção do ciclo menstrual e são cruciais para o desenvolvimento e crescimento.

O iodeto circulante é captado pela tireóide pela simportadora de sódio-iodeto (NIS), localizada na membrana basolateral das células foliculares tireoidianas. O NIS transporta íons iodeto (I^-) para o interior das células utilizando o gradiente eletroquímico do íon sódio (Na^+). Uma vez no interior das células, o iodeto é oxidado a iodo (I_2) enzima tireoperoxidase (TPO) e ligado a resíduos de tirosina na tiroglobulina (Tg), proteína precursora dos hormônios tireoidianos, formando monoiodotirosina (MIT) e diiodotirosina (DIT). As moléculas de MIT e DIT se combinam para formar os hormônios tireoidianos: duas moléculas de DIT formam tiroxina (T4), enquanto uma molécula de MIT e uma de DIT formam triiodotironina (T3). A tiroglobulina iodada (contendo T4 e T3) é então endocitada de volta para as células foliculares, onde é degradada por enzimas lisossomais, liberando T4 e T3 na corrente sanguínea (PINTO *et al* , 2010).

A captação de iodo pela tireoide é regulada principalmente pelo hormônio estimulante da tireoide (TSH), produzido pela adenohipófise. O TSH aumenta a expressão e a atividade do NIS, bem como a síntese e a atividade da tireoperoxidase, promovendo a captação de iodeto e a produção de hormônios tireoidianos. O desequilíbrio na produção desses hormônios pode levar a complicações significativas, afetando múltiplos sistemas orgânicos (FELLBRANT et al., 2024).

Nos casos de hipotireoidismo, ocorre quando a glândula tireoide não consegue produzir quantidades adequadas de hormônios tireoidianos (T3 e T4), essenciais para regular o metabolismo do corpo. Entre as doenças mais conhecidas que causam hipotireoidismo, destaca-se a tireoidite de Hashimoto, uma condição autoimune em que o sistema imunológico ataca a tireoide, levando à sua destruição gradual e redução da produção hormonal. Outra forma comum é o hipotireoidismo congênito, que ocorre quando a tireoide não se desenvolve adequadamente ou está ausente ao nascimento, resultando em uma deficiência hormonal desde os primeiros dias de vida. Além disso, o hipotireoidismo iatrogênico pode ocorrer após intervenções médicas, como a tireoidectomia (remoção parcial ou total da tireoide) ou o tratamento com iodo radioativo, frequentemente usado para tratar hipertireoidismo ou câncer de tireoide, que podem comprometer permanentemente a função da glândula. Essa insuficiência hormonal provoca uma desaceleração dos processos metabólicos, levando a sintomas como fadiga, ganho de peso, depressão e pele seca (OLIVEIRA; FERREIRA, 2016).

O hipertireoidismo, por outro lado é caracterizado pelo aumento na produção de hormônios tireoidianos (T3 e T4) pela glândula tireoide, o que acelera o metabolismo corporal de forma anormal. Esse excesso de hormônios pode causar uma série de sintomas, como taquicardia, perda de peso, sudorese excessiva, irritabilidade e tremores.

Tais sintomas podem ser causados por bócio multinodular tóxico ou adenoma tóxico, mas a na maior parte dos casos clínicos trata-se da Doença de Graves, que é uma condição autoimune, cuja sintomatologia é sintetizada no quadro 2.

Nesta condição, autoanticorpos denominados imunoglobulinas estimuladoras da tireoide (TSI) se ligam aos receptores do hormônio estimulador da tireoide (TSH) na glândula tireoide, levando a uma produção excessiva de T3 e T4 (LEE e PEARCE, 2023).

Quadro 2: Sintomatologia da doença de Graves

Categoria	Sintomas
Sintomas Gerais	Perda de peso involuntária, fadiga, fraqueza muscular, aumento do apetite.
Sistema Cardiovascular	Palpitações, taquicardia (batimento cardíaco rápido), hipertensão arterial, fibrilação atrial, insuficiência cardíaca congestiva.
Sistema Nervoso	Tremores, nervosismo, irritabilidade, ansiedade, insônia.
Sistema Digestivo	Aumento da frequência de evacuações ou diarreia.
Sistema Reprodutor	Irregularidades menstruais, amenorreia (ausência de menstruação), diminuição da libido.
Sistema Respiratório	Falta de ar (dispneia).
Olhos (Oftalmopatia de Graves)	Olhos protuberantes (exoftalmia), irritação ocular, lacrimejamento, sensibilidade à luz, visão dupla, sensação de pressão atrás dos olhos.
Pele (Dermopatia de Graves)	Pele espessa e avermelhada, geralmente nas canelas (mixedema pré-tibial).
Sistemas Metabólicos	Intolerância ao calor, sudorese excessiva, aumento da temperatura corporal.
Mente e Humor	Alterações de humor, depressão.

4.2. Opções Terapêuticas

As opções terapêuticas atualmente utilizadas no tratamento do hipertireoidismo de Graves são as drogas antitireoidianas (DAT) que inibem a produção de hormônio tireoidiano, a excisão cirúrgica do tecido tireoidiano (tireoidectomia) e a radioiodoterapia com iodo-131 para indução do encolhimento do tecido tireoidiano. Nenhuma delas é considerada ideal, visto que não atuam diretamente etiologia/patogênese da disfunção.

A estratégia terapêutica é influenciada por diferentes fatores, como idade do paciente, volume da tireóide, severidade do hipertireoidismo, preferência do paciente e do médico, recursos disponíveis e prática médica local. De acordo, o tratamento de primeira escolha difere entre os diferentes países ou regiões. No entanto, o ^{131}I tem sido cada vez mais utilizado como primeira opção terapêutica, por tratar-se de um tratamento definitivo, de fácil administração e seguro.

Na abordagem com ^{131}I se busca a ablação da tireóide, de modo a provocar redução dos níveis séricos de hormônios tireoidianos (diminuição da função tireoidiana), além de uma

redução do volume da glândula (RACARU LV, et al., 2017), desse modo podendo ser uma modalidade de tratamento definitivo, assim como a tireoidectomia (GIESECKE P, et al., 2017). Outros resultados observados com o uso dessa opção terapêutica são a restauração do estado eutireoidiano, ou mais frequentemente a evolução para um quadro de hipotireoidismo pós-radioiodoterapia dentro de dois a seis meses (KRAVETS I, 2016).

A medicação antitireoidiana é frequentemente utilizada de forma temporária, com opções como propiltiouracil (PTU) ou metimazol (Tapazol), embora os efeitos colaterais e a recidiva ocorram em mais de 50% dos casos. Entre os efeitos adversos, destaca-se a agranulocitose, que ocorre em uma pequena porcentagem (0,2-0,5%) dos pacientes, além de potenciais disfunções hepáticas.

A tireoidectomia é indicada para pacientes com grandes bólios compressivos e envolve riscos como trauma do nervo laríngeo, sangramento, infecção, cicatrização e até morte. Assim como na terapia com iodo radioativo, a tireoidectomia total requer reposição hormonal tireoidiana vitalícia. Este procedimento é especialmente relevante para pacientes que apresentam contraindicações para outras formas de tratamento, como aqueles com doença hepática ou hipertireoidismo medicamente refratário, além de indivíduos que não podem seguir as precauções de segurança relacionadas à radiação.

4.3 Protocolo clínico para diagnóstico na MN

A aquisição de imagem com pertecnetato de Tc-99m ocorre de 5 a 30 minutos após a injeção intravenosa, enquanto para o Iodo-123, a aquisição é realizada entre 3 e 24 horas após a administração oral. Durante este processo, são utilizadas técnicas de imag

em avançadas, como SPECT/CT (Tomografia Computadorizada por Emissão de Fóton Único) e colimadores pinhole, que permitem a visualização detalhada da distribuição do radiotraçador na tireoide e em tecidos adjacentes.

Para a medição da captação de iodo radioativo (RAIU), a preparação do paciente deve ser meticulosa, semelhante à realizada para a varredura da tireoide. É fundamental observar a condição de pacientes com insuficiência renal, pois esses indivíduos podem apresentar uma

captação reduzida devido à depuração prejudicada do iodo, o que pode impactar o diagnóstico e o planejamento do tratamento. Os valores normais de RAIU variam, geralmente situando-se entre 5 e 15% em 4-6 horas e de 10 a 35% em 24 horas, podendo variar conforme os protocolos de cada instituição.

A medição e o cálculo da captação são realizados por meio de contagens sobre a tireoide e na região média da coxa, utilizando uma fórmula específica para determinar a porcentagem de captação, que envolve a subtração das contagens de fundo e a normalização dos dados. Essa análise quantitativa é crucial para a avaliação funcional da tireoide e para o planejamento adequado da terapia com iodo radioativo, permitindo ajustes nas doses conforme a resposta do paciente ao tratamento.

Na cintilografia da tireoide, é fundamental realizar o controle de qualidade para garantir a precisão dos resultados. A má captação do radiofármaco pode ser influenciada por diversos fatores, como o uso de medicamentos, a administração de contraste intravenoso, a dieta do paciente e a presença de insuficiência renal. Além disso, a presença do radiotraçador no esôfago pode confundir a interpretação, simulando o tecido tireoidiano; nesse caso, uma nova imagem deve ser realizada após a administração de água ao paciente para eliminar esse artefato.

Para a captação de I-123 ou I-131, os valores obtidos em 4-6 horas são particularmente úteis em pacientes com doença de Graves, uma vez que a rápida rotatividade de iodo nessa condição pode resultar em alta captação nesse período, enquanto os valores normais ou levemente elevados tendem a ser observados em 24 horas. Essa análise cuidadosa é essencial para um diagnóstico preciso e para o planejamento de intervenções terapêuticas.

4.4 Protocolo clínico para terapia na MN

A terapia com radioiodo-131 é uma opção terapêutica bem estabelecida na doença de Graves. No entanto, a distribuição metabólica e a secreção de radioiodo-131 dependem significativamente de vários fatores influentes, como administração prévia de radioiodo-131 ou drogas antitireoidianas administradas adicionalmente.

O objetivo dessa terapia é induzir o hipotireoidismo como uma solução para a tireotoxicose, considerando como tratados tanto os pacientes que mantêm o estado eutireoideo quanto aqueles que evoluem inevitavelmente para o hipotireoidismo pós-terapia, desde que

haja reposição adequada de levotiroxina. Embora raros, os efeitos adversos associados à terapia podem incluir tireoidite por radiação, a qual pode ser manejada com o uso de paracetamol e redução gradual de corticosteroides, além da tempestade tireoidiana, que é tratada com o uso de bloqueadores beta.

A dose ideal a ser administrada ainda não é um consenso nas literaturas, podendo variar entre 15 e 20 mCi (555 a 740 MBq) por via oral considerando as dimensões e a captação da tireoide. De acordo com a UNSCEAR (*United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*), 90% dos procedimentos terapêuticos em medicina nuclear utilizam o ^{131}I com doses na faixa de 100 MBq (2,7 mCi) a 1.000 MBq (27 mCi) para tratamento de hipertireoidismo.

É importante ressaltar que a maioria do aumento nodular não diminui significativamente após o tratamento com I-131, sendo necessárias doses mais altas, frequentemente superiores a 20 mCi (740 MBq) e, em alguns casos, 30-40 mCi (1,1-1,4 GBq), além de doses múltiplas.

O cálculo da dose é uma parte essencial do protocolo de tratamento com iodo radioativo, visando não apenas a eficácia terapêutica, mas também a segurança do paciente. Para garantir que a dose seja adequada para atingir o efeito terapêutico desejado, minimizando a exposição à radiação do paciente, o cálculo de dose deve levar em consideração idade, sexo, as dimensões da glândula e sua captação de iodo (EJNMMI PHYSICS, 2024).

Além disso, a avaliação precisa da captação de iodo pode prever o risco de hipotireoidismo subsequente ao tratamento, permitindo ajustes na dose para atingir um estado eutireoide após a terapia (EJNMMI PHYSICS, 2024). Pacientes do sexo masculino tinham um risco maior de recorrência, o que pode exigir ajustes na estratégia de dosagem para otimizar os resultados do tratamento.

É fundamental evitar a administração de tionamidas imediatamente antes ou após a terapia com iodo-131, uma vez que, particularmente o propiltiouracil, apresenta um efeito radioprotetor que pode durar até 55 dias. Portanto, caso seja necessário o uso de medicamentos antitireoidianos durante esse período, é preferível a utilização do metimazol, a fim de não comprometer a eficácia terapêutica (WAJCHENBERG et al., 2014).

4.5 Medicina nuclear e o iodoterapia

A Medicina Nuclear é uma especialidade médica que utiliza elementos emissores de radiação, radionuclídeos, em procedimentos com objetivos diagnósticos e terapêuticos. Esses radionuclídeos são administrados ao paciente por via oral, intravenosa ou inalatória como parte de um radiofármaco, que é um composto radioativo que contém uma molécula com especificidade por um órgão, tecido ou processo metabólico (fármaco) ou ainda uma macromolécula ou coloide inertes (SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA NUCLEAR, SHOKEEN; ANDERSON, 2009).

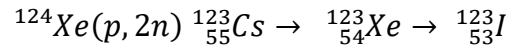
Nas aplicações diagnósticas a distribuição do radiofármaco no corpo do paciente é conhecida a partir de imagens bidimensionais planares ou tomográficas (SPECT) geradas por gama câmaras. A maior ou menor captação dos compostos permite avaliar a função dos tecidos, ao contrário da maioria dos métodos radiológicos que dão maior ênfase na avaliação anatômica dos órgãos.

O radiofármaco contém o radionuclídeo um elemento atômico ou molecular; um íon; na forma de moléculas orgânicas, por processo de quelação ou por ligação covalente. De maneira geral, os radionuclídeos usados em Medicina Nuclear para diagnóstico e terapia são produzidos artificialmente em reatores ou aceleradores de partículas. Podem, ainda, ser acessíveis através de geradores de radioisótopos, que permitem a utilização de radionuclídeos de meia-vida ($T_{1/2}$) curto, a partir do decaimento de um radionuclídeo com $T_{1/2}$ longo. Estes radionuclídeos de $T_{1/2}$ longo são produzidos em reator ou ciclotron. Os radionuclídeos que decaem por emissão de partículas β^- são geralmente produzidos em reator por fissão do ^{235}U ou por reações de captura de nêutrons numa amostra alvo apropriada. Os radionuclídeos que decaem por captura eletrônica ou emissão de partículas β^+ são produzidos em ciclotrons.

Para as avaliações da tireoide são comumente utilizados $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{123}I e ^{131}I (RAMOS *et al*, 2002). O tecnécio metaestável é produzido a partir de gerador, no decaimento de ^{99}Mo , e é captado pela tireoide quando na forma de pertecnetato de sódio e muito utilizado nessa forma para produção de imagens, uma vez que permite a coleta de imagens com menor exposição do paciente. Já os isótopos de iodo são utilizados para produção de imagens pois a glândula metaboliza os íons iodeto.

O Iodo-123 é um emissor gama produzido em acelerador de partículas do tipo ciclotron. Na reação indireta o gás xenônio é irradiado por feixe de prótons gerados pelo ciclotron. Após

a irradiação, os núcleos de cério ($^{123}_{55}\text{Cs}$) ficam instáveis por excesso de prótons, e decaem para $^{123}_{54}\text{Xe}$, que por sua vez decai por emissão de pósitron para $^{123}_{53}\text{I}$.

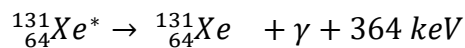
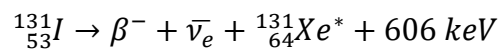


O Iodo-123, por sua vez, decai por captura eletrônica emitindo fóton de radiação gama de energia aproximada de 159 keV com meia vida de 13,2 horas. Suas principais aplicações são para a aquisição de imagens em cintilografias dada a sua meia-vida reduzida e dosimetria mais adequada em relação ao Iodo-131.

Essa meia-vida física curta do iodo-123 ultrapuro inviabiliza sua importação, de forma que todo material disponível nessa forma é produzido no Brasil, nas instalações do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN) em São Paulo e no Instituto de Engenharia Nuclear (IEN/CNEN) no Rio de Janeiro.

O Iodo-131, por outro lado, é um elemento produzido em reator nuclear, pela irradiação de átomos de telúrio com nêutrons. Após a irradiação, os átomos de telúrio-131 decaem para iodo-131 com meia-vida de 25 minutos.

Esse isótopo de iodo tem meia-vida de cerca de 8 dias e decai emitindo fótons gama com energia de 384 keV e partículas β^- com 606 keV de energia (Figura 1), as quais são ideais para a iodoterapia por possibilitarem a deposição local de energia por possuírem baixo alcance.



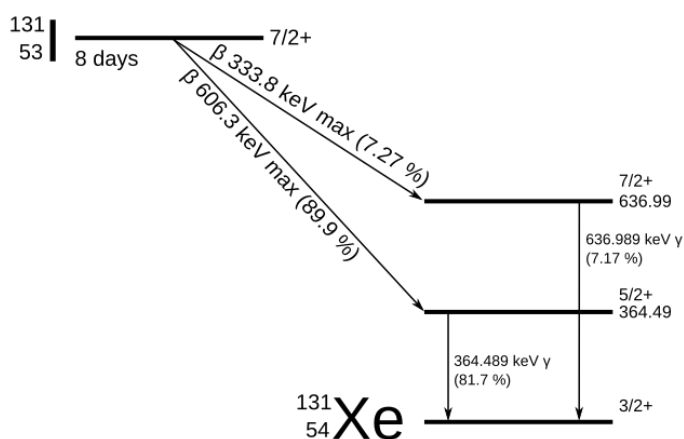


Figura 1: Esquema simplificado de decaimento radioativo do Iodo-131.

Fonte: **WIKIMEDIA COMMONS**. Iodine-131 decay scheme simplified [imagem]. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Iodine-131-decay-scheme-simplified.svg>. Acesso em: 15 out. 2024.

Os primeiros estudos da função tireoidiana foram realizados com o ^{131}I , que até hoje vem sendo utilizado em medicina nuclear na terapia de hipertireoidismo e, principalmente, na ablação da tireoide nos tratamentos de câncer. As doses terapêuticas de ^{131}I são administradas oralmente na forma líquida ou por meio de cápsula. As vantagens do iodo radioativo incluem fácil administração, eficácia, baixo custo e ausência de dor.

Embora o Iodo-131 tenha uma meia-vida relativamente longa de 8 dias, o que representa um desafio para a radioproteção dos profissionais da Medicina Nuclear, é uma tecnologia consolidada para exames e tratamento de hipertireoidismo e câncer de tireoide. Quando administrado por via oral em solução de iodeto de sódio, o iodo é rapidamente absorvido, concentrado e incorporado pela tireoide nos folículos de armazenamento, com meia-vida efetiva de cinco dias.

Conforme previamente mencionado, a radioiodoterapia é amplamente utilizada como tratamento definitivo para o hipertireoidismo, destacando-se por seu baixo custo, facilidade de administração, caráter minimamente invasivo e ausência de dor. Essas características tornam

esse método bem aceito pelos pacientes, além de reduzir de maneira significativa a necessidade de intervenções cirúrgicas. Ademais, apesar de se tratar de uma abordagem com o uso de material radioativo, estudos indicam que não há riscos oncogénéticos relevantes associados a esse tratamento (PEREIRA et al., 2021).

4.6 Segurança dos procedimentos

É crucial fornecer aos pacientes informações completas sobre o tratamento com Iodo-131, incluindo benefícios, riscos, possíveis efeitos colaterais e alternativas. O consentimento informado deve ser obtido antes da administração do tratamento. Garantir que os pacientes compreendam a natureza do tratamento, o processo envolvido, e quaisquer precauções que devem ser seguidas. Informações devem ser claras e adaptadas ao nível de entendimento do paciente.

Manter a confidencialidade das informações pessoais e médicas dos pacientes, incluindo detalhes sobre o tratamento com Iodo-131 e resultados relacionados. Dados devem ser protegidos contra acessos não autorizados e divulgados apenas com o consentimento do paciente. Pacientes em idade fértil devem ser informados sobre os riscos potenciais do tratamento com Iodo-131 para a gravidez e amamentação. Orientações devem ser dadas sobre o planejamento familiar e precauções a serem tomadas.

Cumprir as normas e diretrizes estabelecidas pelas autoridades regulatórias de radiação, como a Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) e órgãos nacionais de proteção radiológica. Assegurar que o uso de Iodo-131 seja realizado de acordo com padrões de segurança para minimizar a exposição à radiação. Garantir que as instalações e profissionais envolvidos no tratamento com Iodo-131 estejam devidamente licenciados e certificados para manuseio de materiais radioativos.

Seguir protocolos clínicos e diretrizes específicas para a dosagem e administração de Iodo-131, incluindo ajustes individuais baseados em avaliações pré-tratamento e monitoramento contínuo. Manter registros detalhados do tratamento, incluindo doses administradas e respostas dos pacientes. Relatar quaisquer eventos adversos significativos às autoridades regulatórias, conforme exigido. Implementar medidas de segurança para proteger o público geral da exposição a radiação, incluindo protocolos de isolamento, precauções para manejo de resíduos e orientações para evitar exposição secundária. Oferecer treinamento

contínuo para profissionais de saúde e equipe de suporte sobre práticas seguras relacionadas ao tratamento com Iodo-131 e gestão de radiação.

Seguir diretrizes para a gestão e descarte de resíduos radioativos gerados durante o tratamento com Iodo-131. Assegurar que os resíduos sejam tratados e descartados de maneira segura e em conformidade com regulamentações ambientais. Garantir conformidade com leis e regulamentações locais e nacionais relacionadas ao uso de radioisótopos, proteção radiológica e tratamento de condições médicas.

4.7 Seguimento dos pacientes

O tratamento com Iodo-131 é uma abordagem eficaz tanto na gestão do hipertireoidismo quanto no tratamento do câncer de tireoide, com indicações claras e amplamente estabelecidas. No entanto, é fundamental considerar as contraindicações e realizar uma avaliação minuciosa de cada paciente para garantir a segurança e a eficácia da terapia. A personalização do tratamento, baseada em uma compreensão detalhada das indicações e contraindicações, é essencial para o sucesso da radioiodoterapia com Iodo-131.

Segundo Souza e Mendes (2013), o iodo radioativo é utilizado tanto no diagnóstico diferencial das causas de hipertireoidismo, por meio da cintilografia com captação de iodo pela tireoide, quanto no tratamento definitivo, administrado via oral em forma de solução ou cápsulas. O cálculo da dose terapêutica de Iodo-131 depende da captação de iodo pela glândula tireoide em 24 horas, do peso da glândula, da idade do paciente e da dose-alvo a ser absorvida pelas células tireoidianas.

Fisiologicamente, a glândula tireoide armazena iodo para a síntese dos hormônios tireoidianos triiodotironina (T3) e tetraiodotironina (T4). No hipertireoidismo, as células tireoidianas apresentam alta seletividade para o iodo, tornando-as mais propensas a captar a substância. Quando o iodo radioativo (Iodo-131) é administrado, essas células não distinguem entre o iodo radioativo e o não radioativo, absorvendo-o de forma semelhante. Consequentemente, o Iodo-131 se acumula na glândula, emitindo radiação que destrói parcialmente as células tireoidianas, reduzindo assim a produção dos hormônios tireoidianos.

De acordo com Mendes e Souza (2013), existem dois protocolos principais para a administração terapêutica do Iodo-131: a dose fixa e a dose calculada. A escolha entre os protocolos depende da condição clínica específica, das características do paciente e das diretrizes institucionais. É importante destacar que a dosagem deve ser individualizada, considerando fatores como a cintilografia, o volume da glândula tireoidiana e a gravidade do hipertireoidismo. Além disso, o sucesso terapêutico está associado não apenas à dose administrada, mas também à radiosensibilidade do tecido tireoidiano de cada paciente.

O Iodo-131 é amplamente utilizado no tratamento da Doença de Graves, mas também apresenta benefícios significativos no manejo do adenoma tóxico e do bócio multinodular tóxico. Entretanto, conforme Pereira et al. (2021), as contraindicações absolutas para o uso do iodo radioativo incluem gravidez, lactação e planejamento de gravidez nos seis meses subsequentes à terapia. Embora não haja um risco teratogênico definido, Wajchenberg et al. (2014) ressalta que o uso imprudente de Iodo-131 após a 10ª a 12ª semana de gestação, quando a tireoide fetal já está formada, pode induzir hipotireoidismo congênito. Assim, a radioiodoterapia deve ser evitada em casos de gravidez confirmada ou planejada.

Por fim, a radioiodoterapia, além de ser um tratamento definitivo e de baixo custo, é minimamente invasiva, indolor e bem aceita pelos pacientes. Estudos demonstram que, apesar de ser um tratamento radioativo, não há evidências de riscos oncogênicos significativos associados à sua utilização (PEREIRA et al., 2021).

O hipertireoidismo da doença de Graves, a forma mais comum de hipertireoidismo, é diretamente causado por autoanticorpos que ativam o receptor do TSH. A etiologia parece ser multifatorial, envolvendo fatores genéticos e não genéticos. As opções terapêuticas atualmente disponíveis são as drogas antitireoidianas (DAT), a cirurgia e o iodo radioativo (^{131}I), sendo que nenhuma delas é considerada ideal, visto que não atuam diretamente na etiologia/patogênese da disfunção. O ^{131}I tem sido cada vez mais utilizado como primeira escolha terapêutica por tratar-se de um tratamento definitivo, de fácil administração e seguro. A associação com DAT, fatores prognósticos de falência e o cálculo da dose administrada são alguns dos aspectos controversos na utilização do ^{131}I , sendo este o principal foco desta revisão. As DAT ainda são utilizadas como primeira escolha nos casos de pacientes com bócios pequenos, crianças e adolescentes, e na gravidez. A tireoidectomia é, atualmente, quase um tratamento de exceção, com indicação restrita para casos em que as DAT ou o ^{131}I sejam contraindicados.

Avaliação e planejamento cuidadoso para pacientes em idade fértil. Mulheres devem evitar a gravidez por pelo menos 6-12 meses após o tratamento, e a amamentação é contraindicada durante e após o tratamento. Os protocolos para o tratamento com Iodo-131 são cuidadosamente planejados e ajustados para cada paciente, com base na condição clínica, na dose necessária e nas diretrizes de segurança. O acompanhamento contínuo é fundamental para garantir a eficácia do tratamento e a gestão adequada de quaisquer efeitos colaterais. O tratamento com Iodo-131 é eficaz em cerca de 70-90% dos pacientes com hipertireoidismo. Estudos demonstram que muitos pacientes atingem a remissão completa dos sintomas após uma única dose. Para aqueles que não respondem totalmente, doses adicionais podem ser necessárias.

A eficácia completa pode levar de 6 a 12 semanas para se manifestar. Alguns pacientes podem experimentar uma melhora gradual, com sintomas de hipertireoidismo diminuindo ao longo do tempo. Em comparação com medicamentos antitireoidianos e cirurgia, o tratamento com Iodo-131 é menos invasivo e muitas vezes mais conveniente, com resultados equivalentes ou superiores em termos de controle dos sintomas e remissão. Após a tireoidectomia, o Iodo-131 é utilizado para eliminar qualquer tecido tireoidiano residual e tratar metástases. A eficácia nesse contexto é alta, com taxas de sucesso variando de 70% a 90% na eliminação de tecido residual e controle de metástases.

Estudos recentes têm se concentrado na personalização da dose de Iodo-131 com base na avaliação da captação pré-tratamento e características individuais do paciente. Métodos avançados de imagem e modelagem dos dados ajudam a ajustar a dose para maximizar a eficácia e minimizar os efeitos adversos. Novas técnicas de cintilografia, como a cintilografia com iodo-123, têm sido desenvolvidas para oferecer imagens mais precisas da captação de iodo e da função tireoidiana. Isso melhora a capacidade de planejamento do tratamento e a avaliação da resposta.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem ética e regulatória no tratamento com Iodo-131 é essencial para garantir a segurança e o bem-estar dos pacientes e do público. A conformidade com as normas e diretrizes estabelecidas ajuda a assegurar que o tratamento seja realizado de forma eficaz e segura, respeitando os direitos dos pacientes e protegendo o ambiente.

O acompanhamento após o tratamento com Iodo-131 é crucial para avaliar a eficácia e ajustar o tratamento conforme necessário. Os pacientes realizam exames de sangue regulares para monitorar os níveis de hormônios tireoidianos e identificar o desenvolvimento de hipotireoidismo.

O hipertireoidismo é uma condição endocrinológica comum com uma ampla gama de sintomas e etiologias. Compreender a sua prevalência e os grupos de risco é fundamental para o diagnóstico precoce e o tratamento eficaz, melhorando significativamente a qualidade de vida dos pacientes afetados.

A conscientização sobre os fatores predisponentes e a epidemiologia do hipertireoidismo pode ajudar na implementação de estratégias de prevenção e manejo clínico adequados. Ao final da pesquisa, foi possível concluir que a terapia com iodo radioativo constitui uma opção terapêutica segura e altamente eficaz, apresentando um elevado custo-benefício. Embora possam surgir complicações após a administração dessa substância, é imprescindível que o médico responsável esteja atento a esses potenciais efeitos adversos, considerando a natureza radioativa do tratamento. No entanto, os benefícios oferecidos aos pacientes superam significativamente os possíveis riscos. Além disso, não foram encontrados dados que sustentassem a existência de desvantagens relevantes capazes de contraindicar o uso da radioiodoterapia como uma opção de primeira linha no tratamento do hipertireoidismo, desde que criteriosamente indicada.

Em relação às contraindicações, é essencial cautela ao submeter um paciente à exposição ao iodo-131. Dessa forma, a escolha do tratamento deve ser feita de maneira individualizada, com uma avaliação rigorosa da relação risco-benefício para cada caso clínico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, V. A.; GROSS, J. L.; MAIA, A. L. Iodo radioativo no manejo do hipertireoidismo da doença de Graves. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, v. 48, n. 1, p. 159–165, fev. 2004.
- BIANCO, A. C., & KIM, B. W. (2006). "The Role of Thyroid Hormones in the Regulation of Metabolism". *Endocrine Reviews*, 27(2), 139-158. doi:10.1210/er.2005-0001.
- BIONDI, B., & COOPER, D. S. (2008). "The Cardiovascular Effects of Thyroid Dysfunction". *Endocrine Reviews*, 29(1), 76-131. doi:10.1210/er.2007-0023.
- BOKHARI, A. M., & KIAN, M. (2012). "Radioiodine therapy for thyroid cancer: Current strategies and future directions." *Clinical Oncology*, 24(2), 126-136.
- CLARK, T. J. H., & GOSSAGE, J. R. (2007). "The efficacy and safety of radioiodine therapy for hyperthyroidism: A meta-analysis." *Thyroid*, 17(6), 617-623.
- FATOURECHI, V. (2002). "Thyroid Antibodies and Their Clinical Significance". *Clinical Endocrinology*, 57(2), 105-112. doi:10.1046/j.1365-2265.2002.01653.x.
- HEGEDÜS, L. (2004). "Clinical practice. The thyroid nodule." *New England Journal of Medicine*, 351, 1764-1771.
- KLEIN, H. G., & KLEIN, L. (2000). "Radioiodine therapy for hyperthyroidism." *Seminars in Nuclear Medicine*, 30(3), 263-271.
- KLEIN, H. G., & SCHAEFER, R. (2012). "Ethical considerations in the use of radioiodine therapy." *Journal of Nuclear Medicine Technology*, 40(2), 118-123.
- KRONENBERG, H. Williams Tratado de Endocrinologia. [s.l.] Elsevier Editora Ltda, 2010.
- LOUREIRO, A. I. A. Estudo da utilização do iodo radioativo, ¹³¹I, no tratamento de distúrbios da tiróide. 2014.

- LUSTER, M., & GRESSEL, A. (2021). "Advances in the use of radioiodine in thyroid cancer treatment." *Journal of Nuclear Medicine*, 62(2), 208-216.
- MAIA, A. L. et al. Consenso brasileiro para o diagnóstico e tratamento do hipertireoidismo: recomendações do Departamento de Tireoide da Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia. Arquivos brasileiros de endocrinologia e metabologia, v. 57, n. 3, p. 205–232, 2013.
- MARTINS, A. C. M. et al. Telecondutas: hipotireoidismo. Porto Alegre: Telessaúde RS UFRGS, 2021.
- MAZZAFERRI, E. L., & JHIANG, S. M. (1994). "Management of patients with differentiated thyroid carcinoma." *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, 23(3), 705-718.
- MAZZAFERRI, E. L., & KLOOS, R. T. (2004). "Current approaches to primary therapy for papillary and follicular thyroid cancer." *Hematology/Oncology Clinics of North America*, 18(6), 1245-1268.
- MENDES, E. Análise do perfil clínico de pacientes portadores da doença de graves tratados com iodo 131. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://nippromove.hospedagemdesites.ws/anais_simposio/arquivos_up/documentos/artigos/d8f4fda236933220bda31f71aba16fe8.pdf>.
- MORRIS, L. F., & FENTON, C. (2018). "Recent advances in the treatment of differentiated thyroid cancer." *Endocrine Practice*, 24(1), 50-60.
- PEREIRA, A. A. et al. Complicações relacionadas ao tratamento do hipertireoidismo com radioiodo 131. Revista Eletrônica Acervo Saúde, v. 13, n. 5, p. e7009, 2021.
- PINTO, W. J. et al. Topologia do simportador tireoideano sódio/iodeto. **Revista de Ciências Médicas**, v. 19, n. 1/6, p. 53-63, 2010
- RAMOS, C. D. et al. Thyroid uptake and scintigraphy using 99mTc pertechnetate: standardization in normal individuals. **São Paulo Medical Journal**, v. 120, p. 45-48, 2002.

- ROBBINS, R. J., & CARTY, S. E. (2018). "Advances in Thyroid Cancer: Diagnosis and Treatment". *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, 47(3), 483-496. doi:10.1016/j.ecl.2018.03.005.
- ROSENTHAL, D. I., & SHERMAN, S. I. (2020). "Recent advances in the management of thyroid cancer." *Current Opinion in Oncology*, 32(1), 60-66.
- SAUERWEIN, W., & HOERMANN, R. (2010). "Radiation safety and patient management in radioiodine therapy." *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*, 37(4), 855-863.
- SISSON, J. C., & THOMAS, J. R. (2011). "Radioactive Iodine Therapy for Thyroid Cancer and Hyperthyroidism: A Review." *Journal of Nuclear Medicine*, 52(6), 978-986.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENDOCRINOLOGIA E METABOLOGIA (SBEM). "Diretrizes para Doenças da Tireoide". *Revista Brasileira de Endocrinologia & Metabologia*, 2019.
- SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, Rachel de. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein (São Paulo)**, v. 8, p. 102-106, 2010.
- VILAR, L.; CLAUDIO ELIAS KATER; AL, E. Endocrinologia clínica. Rio De Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.
- WAJCHENBERG, Bernardo Leo; LERARIO, Antonio Carlos; BETTI, Roberto. Tratado de endocrinologia clínica. Grupo Gen-AC Farmacêutica, 2014.

Apêndice 1: *Strings* de consulta utilizadas na base de dados Scopus.

TITLE-ABS-KEY (graves AND iodine) AND PUBYEAR > 2013 AND PUBYEAR < 2025 AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Spanish") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Portuguese")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Graves Disease") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Radioactive Iodine") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Hyperthyroidism") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Hypothyroidism") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Iodine Radioisotopes") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Thyrotoxicosis") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Iodine 131") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Thyroid Function") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Iodine") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Free Thyroxine Index") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Goiter") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Antithyroid Agents") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Thyroid Function Test") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Thyroid Gland") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Graves Ophthalmopathy") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Thyroid Hormone") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Risk Factor") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Clinical Feature") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Pathology") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Pregnancy") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Disease Severity") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Prevalence") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Procedures") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Thyroid Scintiscanning") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Thyroid Stimulating Immunoglobulin") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Treatment Duration") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Thyroiditis") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Thyroglobulin") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Pathophysiology") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Disease Association") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Diagnostic Imaging") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Medical History") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Autoimmune Disease") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Corticosteroid") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Disease Duration") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Thyroid Surgery") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Subclinical Hypothyroidism") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Risk Factors") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Radioiodine Therapy") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Drug Dose Reduction") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Treatment Response") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Radioisotope Therapy") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Radioiodine") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Steroid") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Iodine Deficiency") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Eye Disease") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Thyroid Function Tests") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Potassium Iodide") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Histopathology")) AND (LIMIT-TO (OA , "all"))