

Bases da Saúde e Engenharia Biomédica

Lais Daiene Cosmoski
Fabrício Loreni da Silva Cerutti
(Organizadores)



 **Atena**
Editora

Ano 2018

Lais Daiene Cosmoski
Fabrício Loreni da Silva Cerutti
(Organizadores)

Bases da Saúde e Engenharia Biomédica

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

B299 Bases da saúde e engenharia biomédica [recurso eletrônico] /
Organizadores Lais Daiene Cosmoski, Fabrício Loreni da Silva
Cerutti. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Bases da
Saúde e Engenharia Biomédica; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-85107-67-3

DOI 10.22533/at.ed.673183110

1. Biomedicina. 2. Ciências médicas. 3. Medicina – Filosofia.
4. Saúde. I. Cosmoski, Lais Daiene. II. Cerutti, Fabrício Loreni da
Silva. III. Série.

CDD 610

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de
responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

No campo da educação, uma nova área vem se mostrando muito atuante quando consideramos as bases da saúde, a Engenharia Biomédica desenvolve equipamentos e programas de computador que auxiliam e conferem mais segurança aos profissionais da área da saúde, no diagnóstico e tratamento de doenças.

A Coletânea Nacional “Bases da Saúde e Engenharia Biomédica” é um *e-book* composto por 33 artigos científicos, dividido em 2 volumes, que abordam assuntos atuais, como a importância dos equipamentos de proteção individual, o funcionamento de dos hospitais e a implantação de novas tecnologias, otimização de exames já utilizados como a ultrassonografia, utilização de novas tecnologias para o diagnóstico e tratamento de patologias, assim como análise de várias doenças recorrentes em nossa sociedade, vistas a partir de uma nova perspectiva.

Tendo em vista, a grande evolução no campo da saúde, a atualização e de acesso a informações de qualidade, fazem-se de suma importância, os artigos elencados neste *e-book* contribuirão para esse propósito a respeito das diversas áreas da engenharia biomédica trazendo vários trabalhos que estão sendo realizados sobre esta área de conhecimento.

Desejo a todos uma excelente leitura!

Lais Daiene Cosmoski

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A IMPORTÂNCIA DO USO DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL PELOS PROFISSIONAIS DA SAÚDE NA UTI ADULTO	
Elisângela de Andrade Aoyama Jéssica Conceição Silva Thaina Pereira Dos Santos Rafael Assunção Gomes de Souza Elivânia Rodrigues de Souza Assunção Ludmila Rocha Lemos	
CAPÍTULO 2	5
REQUISITOS PARA IMPLANTAÇÃO DE LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE	
Ana Beatriz Delavia Thomasi Marcos Aurélio da Silva Vianna Filho Daniel Gomes de Moura	
CAPÍTULO 3	14
GESTÃO DE RESÍDUOS DOS SERVIÇOS DE SAÚDE: ANÁLISE DA EFETIVIDADE DO PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE EM UM SETOR CLÍNICO DE UM HOSPITAL DE GRANDE PORTE	
Justino Batista Vieira Neto Victor Hugo de Freitas Morales Roger Amaral Pires Homero Castro Oliveira Yuri Cassiolato Silva Alessandra Bauab Azar	
CAPÍTULO 4	22
A TELECONSULTORIA NO ÂMBITO DA ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE	
Franciele Guimarães de Brito Aurélia Aparecida de Araújo Rodrigues João Batista Destro Filho	
CAPÍTULO 5	30
A CONFIABILIDADE DA ULTRASSONOGRRAFIA MAMÁRIA NO RASTREIO E DIAGNOSE DO CÂNCER DE MAMA EM MULHERES ACIMA DE 70 ANOS	
Veronica de Lima Gonçalves Alessandra Crispim Rosa Adriano Oliveira Andrade Adriano Alves Pereira Selma Terezinha Milagre	
CAPÍTULO 6	37
ULTRASSOM DIAGNÓSTICO COMO TÉCNICA PARA A ESTIMATIVA NÃO INVASIVA DE TEMPERATURA VISANDO NANOTERAPIAS TÉRMICASD.J.P. de Faria	
Denyel Jefferson Prado de Faria Cristhiane Gonçalves	

Gustavo Capistrano
Andris Figueroa Bakuzis.

CAPÍTULO 7	45
ASPECTOS GERAIS DA <i>Calêndula Officinalis L.</i> E DO LASER DE BAIXA INTENSIDADE	
Vânia Thais Silva Gomes	
Raimundo Nonato Silva Gomes	
Maria Silva Gomes	
Francileine Rodrigues da Conceição	
Erick Giovanni Reis da Silva	
Larissa Vanessa Machado Viana	
CAPÍTULO 8	55
LECTINA LIGANTE DE MANOSE (MBL): ASPECTOS BIOQUÍMICOS E FUNCIONAIS	
Carmem Gabriela Gomes de Figueiredo	
Luciane Alves Coutinho	
Marizilda Barbosa da Silva	
Maria Soraya Pereira Franco Adriano	
Claudenice Rodrigues do Nascimento	
CAPÍTULO 9	71
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O USO DE <i>SMARTPHONES</i> PARA REALIZAÇÃO DE ELETROCARDIOGRAMAS NA ISQUEMIA E NA FIBRILAÇÃO ATRIAL	
Rodrigo Penha de Almedida	
João Batista Destro Filho	
CAPÍTULO 10	77
PROPOSTA DE UM SISTEMA DE ELETROESTIMULAÇÃO PARA ESTUDOS DE CONDUÇÃO NERVOSA	
Sandra Cossul	
Felipe Rettore Andreis	
Mateus André Favretto	
Jefferson Luiz Brum Marques	
CAPÍTULO 11	86
ELETRODOS PARA PROCEDIMENTO DE ABLAÇÃO HEPÁTICA POR RADIOFREQUÊNCIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	
Joziane Porcino da Silva	
Suelia de Siqueira Rodrigues Fleury Rosa	
Jocyellen Christyne da Silva Casado	
Vitor Meireles Oliveira	
Juliana Aparecida Elias Fernandes	
Vera Regina Fernandes da Silva Marães	
CAPÍTULO 12	96
ELETROMIOGRAFIA DOS MÚSCULOS ABDOMINAIS EM EXERCÍCIOS DE ESTABILIZAÇÃO DO TRONCO COM DIFERENTES SUPERFÍCIES INSTÁVEIS	
Frederico Balbino Lizardo	
Phillipe Rodrigues Alves Santos	
Gilmar da Cunha Sousa	

Fabio Clemente Gregorio
Franciel José Arantes
Carlos Eduardo da Silva Pereira
Fausto Bérzin
Delaine Rodrigues Bigaton

CAPÍTULO 13 107

ATIVIDADE ELETROMIGRÁFICA DOS MÚSCULOS DO ASSOALHO PÉLVICO, GLÚTEO E GRÁCIL DURANTE O AGACHAMENTO

Carina Oliveira dos Santos
Marcone Lopes da Silva
Patrícia Virgínia Silva Lordêlo Garboggini
Chantele dos Santos Souza
Ana Cecília Silva Combes
Hernane Borges de Barros Pereira
Marcelo Albano Moret Simões Gonçalves

CAPÍTULO 14 116

OBTENÇÃO DOS PERFIS DE VELOCIDADE E ACELERAÇÃO ANGULAR DE UM MOVIMENTO DE TREINAMENTO DO JUDÔ

Thiago Gomes Cardoso
Márcio Peres de Souza
Cleudmar Amaral de Araújo
Lucas Pereira Ferreira de Rezende

CAPÍTULO 15 124

UTILIZAÇÃO DE UM SENSOR LDR PARA TESTE E MEDIÇÃO DE SENSIBILIDADE RADIOATIVA EM APARELHO DE RAIOS X

Edgard Rogério Siqueira Vasconcelos
Lourdes Mattos Brasil
Leandro Xavier Cardoso
Georges Daniel Amvame Nze
Rafael Assunção Gomes de Souza
Elivânia Rodrigues de Souza Assunção
Wagner Ribeiro Teixeira

CAPÍTULO 16 133

SISTEMA DE AQUISIÇÃO DO SINAL MIOELÉTRICO PARA PRÓTESES DE MEMBRO SUPERIOR

Bruna Souza Morais
Samuel Lourenço Nogueira
Thiago Luiz de Russo
Arlindo Neto Montagnoli

CAPÍTULO 17 141

SENSORES À FIBRA ÓPTICA MICROESTRUTURADA BASEADOS NA RESSONÂNCIA DE PLÁSMONS DE SUPERFÍCIE

Márcia Fernanda da Silva Santiago
Arthur Aprígio de Melo
Talita Brito da Silva
Rossana Moreno Santa Cruz
Cleumar da Silva Moreira

CAPITULO 18 151

SERIOUS GAME PARA APRENDIZAGEM DE CIRURGIAS COM ÓCULOS DE REALIDADE VIRTUAL

Thalison Carlos Fernandes Gomes

Luciene Chagas de Oliveira

Eduardo Chagas de Oliveira

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 158

ELETRODOS PARA PROCEDIMENTO DE ABLAÇÃO HEPÁTICA POR RADIOFREQUÊNCIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Joziane Porcino da Silva

Universidade de Brasília, Faculdade de
Tecnologia,
Brasília – Distrito Federal

Suelia de Siqueira Rodrigues Fleury Rosa

Universidade de Brasília, Faculdade do Gama,
Gama – Distrito Federal

Jocyllen Christyne da Silva Casado

Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de
Medicina, Maceió – Alagoas

Vitor Meireles Oliveira

Universidade de Brasília, Faculdade do Gama,
Gama – Distrito Federal

Juliana Aparecida Elias Fernandes

Universidade de Brasília, Faculdade do Gama,
Gama – Distrito Federal

Vera Regina Fernandes da Silva Marães

Universidade de Brasília, Faculdade do Gama,
Gama – Distrito Federal

RESUMO: O tratamento de carcinoma hepatocelular (HCC) feito com ablação por radiofrequência (RFA) tem ganhado ampla aceitação como uma alternativa terapêutica minimamente invasiva. Esse procedimento é feito com a introdução de um eletrodo no tumor que transmite energia térmica para destruição das células neoplásicas. A configuração do eletrodo, usado na RFA, está diretamente relacionada à necrose do tecido tumoral,

influenciando no seu sucesso terapêutico. O objetivo deste estudo foi descobrir quais são as configurações de eletrodos mais utilizadas e suas implicações, visto que existem diversos tipos de eletrodos usados na RFA. Foi realizada uma revisão sistemática de referências, dos últimos cinco anos, a partir de consultas nas plataformas: *Medline* e *PubMed*. No contexto da engenharia biomédica, os dados qualitativos referentes aos eletrodos geram resposta para o SUS e tem utilidade para avaliação de risco e comparação de fatores com a taxa de progressão local se comparada com ressecção cirúrgica.

PALAVRAS-CHAVE: RFA, HCC, eletrodo, ablação.

ABSTRACT: The treatment of hepatocellular carcinoma (HCC) made with radiofrequency ablation (RFA) has gained wide acceptance as a minimally invasive therapeutic alternative. This procedure is done by introducing an electrode in the tumor that transmits energy to necrotic cancer cells, so the electrode configuration is directly related to the success of the procedure. Because there are several types of electrodes for RFA, the objective of this study was to find out which are the most used electrode configurations and their implications. A systematic review of references from Medline and PubMed sources for the last 5 years was

carried out. In the treatment for biomedical engineering, the qualitative data referring to the electrodes generate a response to the SUS and is useful for risk assessment and comparison of factors with the local progression rate compared to surgical resection.

KEYWORDS: RFA, HCC, electrode, ablation.

1 | INTRODUÇÃO

O carcinoma hepatocelular (HCC) é um dos tipos de tumores malignos do fígado, classificado como câncer primário, por estar ligado às principais células do fígado, os hepatócitos, e sua causa pode estar associada aos vírus da hepatite B e da hepatite C (MARQUES, 2016). É o quinto tumor maligno mais frequente em todo o mundo e representa 85% dos tumores hepáticos primários sendo responsável por quase dois terços das mortes por câncer (LOZANO et al., 2013). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) o HCC é a segunda causa de óbito por câncer na espécie humana (MARQUES, 2016; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014).

Dentre as formas de tratamento para o HCC, existem procedimentos e equipamentos que são utilizados para tentar diminuir ou até extinguir a região tumoral no fígado. Nos últimos anos, a ablação por radiofrequência (RFA) tem sido aplicada como um procedimento cirúrgico minimamente invasivo com sucesso no tratamento de tumores hepáticos (RATHKE et al., 2014; MARQUES, 2016). O procedimento da ablação do tumor ocorre com a introdução de um eletrodo especialmente equipado (sonda) para o interior do tumor, guiado por imagem. Uma vez que o eletrodo se encontra na região do tumor, a energia é transmitida por meio dele para o interior do tumor. Portanto, caso da radiofrequência, a corrente elétrica de alta frequência transmitida ocasiona um aumento de temperatura que necrosa as células cancerosas, se bem-sucedido o procedimento (SOUZA, 2016).

O sucesso do procedimento da ablação está relacionado diretamente com o posicionamento correto do eletrodo, a sua geometria e a combinação ideal de potência e tempo aplicados para garantir a necrose das células cancerígenas, evitando a morte dos tecidos saudáveis ao redor (MARQUES, 2016), portanto, o eletrodo é considerado tema que requer uma análise complementar. A resposta de tecidos hepáticos para o aquecimento térmico, quando submetido à RFA, depende do tecido hepático, duração da ablação, características do tumor, tipo da técnica de ablação e aquecimento excessivo do tecido nas proximidades do eletrodo (SOUZA, 2016; Stoffner, 2012).

Diante desse cenário, atualmente há uma busca de aperfeiçoamento e desenvolvimento dos eletrodos, a fim de melhorar as configurações das agulhas. O tipo de eletrodo utilizado depende do tamanho e características do tumor, existindo de modelos simples a complexos e diversos formatos que objetivam garantir o melhor volume de ablação para destruição do tecido tumoral. Portanto, este trabalho teve como objetivo revisar a literatura em busca das melhores configurações dos eletrodos utilizados no procedimento de RFA.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O eletrodo é definido como um Equipamento Médico Assistencial (EMA) e, para ser inserido no Sistema Único de Saúde (SUS) deverá passar por um processo de avaliação por parte do Ministério da Saúde (MICHAEL, 2009). Portanto, seguiu-se o protocolo recomendado pela Diretriz Metodológica para Estudos de Avaliação de EMA de levantamento de informações e avaliação, mediante o domínio clínico, onde busca-se nos estudos primários, a eficácia e tecnologia em estudo. Esse domínio considera a revisão sistemática como evidência científica de alta qualidade (MICHAEL, 2009), sendo então a metodologia de estudo escolhida para este trabalho, seguindo as etapas dispostas na Figura 1.

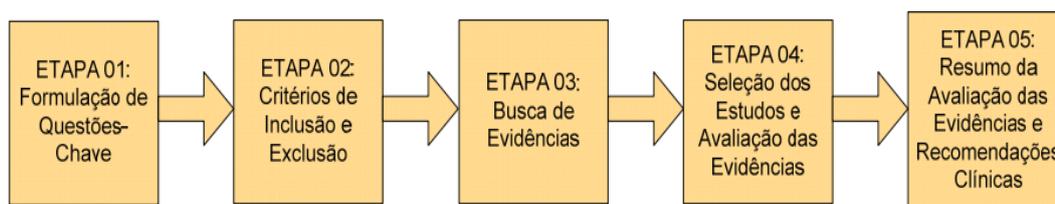


Figura 1: Domínio Clínico das Diretrizes Metodológicas para Avaliação de EMAs (MICHAEL, 2009).

A pergunta de pesquisa que norteou a busca dos trabalhos foi: “Qual a melhor configuração de eletrodo para o procedimento de ablação por radiofrequência no fígado?” As bases de dados consultadas foram *Medline (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online)* via *Pubmed*, com pesquisa entre os anos 2012-2017, no idioma inglês, usando as palavras-chave: ((*Ablation AND radiofrequency*) OR (*ARF*)) OR (*tumour AND hepatocellular*) AND *electrode*.

Os critérios de exclusão foram os seguintes: ausência do texto completo; consistir no procedimento de ablação para outros órgãos; não conter informações da zona de ablação; apresentar avaliação de variáveis do procedimento de ablação que não são influenciadas pelo eletrodo. Quanto aos critérios de inclusão, foram incluídos os trabalhos que tratavam do assunto objetivo de estudo: a geometria do eletrodo; sua forma e configuração; análise da zona de ablação e eficácia terapêutica. Os trabalhos foram selecionados por meio da avaliação dos autores que analisaram os títulos e resumos e leram na íntegra alguns estudos.

3 | RESULTADOS

Foram encontrados 541 trabalhos a partir das palavras chave listadas e o filtro estabelecido trouxe 22 trabalhos resultantes. Destes, foram incluídos 16, por terem apresentado os critérios de inclusão necessários e ter atendido aos requisitos do estudo.

Neste trabalho serão apresentadas apenas as 4 referências, entre as 16 incluídas

devido o limite de páginas estabelecido. Os trabalhos escolhidos foram considerados os mais relevantes nos quesitos de detalhamento, resultados e menor número de limitações de pesquisa.

A seguir, serão apresentados alguns tipos de eletrodos para o procedimento de RFA encontrados nos trabalhos incluídos no presente estudo. Os eletrodos que possuem um diâmetro e uma superfície de contato maior com o tecido possuem um campo elétrico ativo mais alto, o que proporciona maior quantidade de energia de radiofrequência e maior quantidade de calor em torno da ponta. Isso resulta em criação de grandes zonas de ablação (PARK *et al.*, 2014; LEE *et al.*, 2013).

O eletrodo refrigerado geralmente gera uma zona de ablação de forma cilíndrica e pode requerer ablações sobrepostas para obter uma margem de ablação suficiente para tumores maiores que 2,5 cm (PARK *et al.*, 2014).

No trabalho de PARK *et al.*, 2014 foi feita uma comparação entre dois eletrodos internamente resfriados, um de 15 Gauge (G) e outro de 17G quanto ao volume de ablação, taxa de progressão do tumor local e taxa de complicações após RFA.

Os autores de PARK *et al.*, 2014 constataram que o eletrodo 15G tinha um calibre mais espesso e se encurvava pouco na inserção no fígado por ser mais rígido que o eletrodo 17G. Os radiologistas fizeram a escolha entre os dois eletrodos com base no tamanho, localização e geometria do tumor (PARK *et al.*, 2014). Foi concluído que os tempos de ablação, a eficácia terapêutica e taxa de complicações após a RFA não foram significativamente diferentes e que o eletrodo de 15G resultou em um volume de zona de ablação maior que o eletrodo 17G, significando um melhor desempenho do eletrodo 15G (PARK *et al.*, 2014).

Em PARK *et al.*, 2016, os autores fizeram uma alteração de angulação da ponta no *Cool-tip™ RF Ablation Single Electrode* visando obter comprimento maior da margem de ablação que é considerada um fator de risco para a recorrência tumoral após o procedimento de RFA (Figura 3).

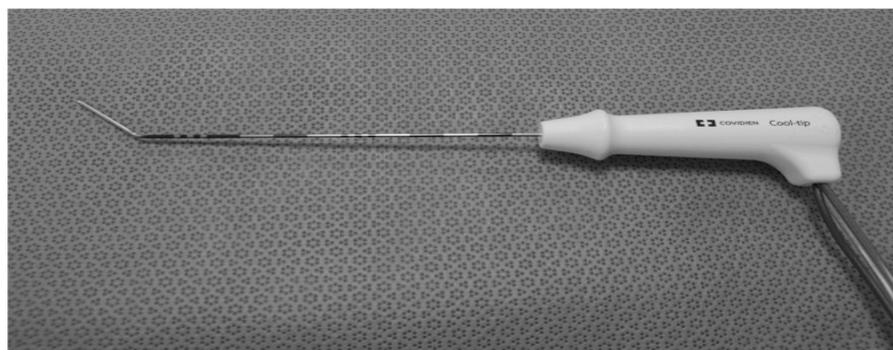


Figura 2: Eletrodo Cool-tip™ com angulação modificada (PARK *et al.*, 2016).

Esse eletrodo foi utilizado para o procedimento de RFA de pequenos tumores subcapsulares que encostaram-se à parede abdominal. Sua desvantagem é que a junção do segmento isolado e exposto não pode ser detectada por ultrassonografia. A solução proposta foi inclinar o eletrodo manualmente numa angulação de 25 a 35°,

adicionando 4 ou 5 curvas pequenas dentro dos 5 ou 6 mm de comprimento, centrado na junção do segmento isolado e exposto, conforme apresenta-se na Figura 3.

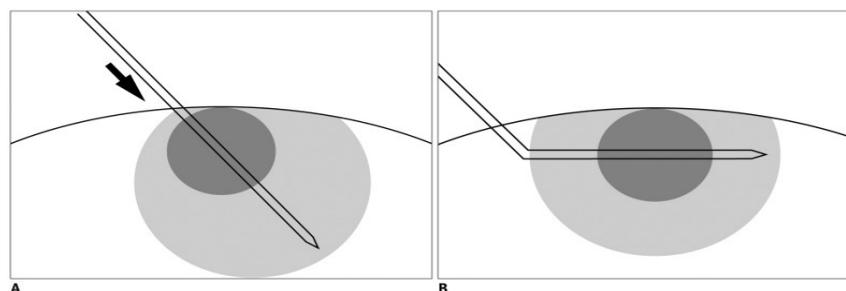


Figura 3: Margem de ablação insuficiente no lado proximal do eletrodo (seta) (A). A margem de ablação com configuração mais simétrica (B) (PARK *et al.*, 2016).

Nesse trabalho, os autores concluíram também que o peso dos tubos e do cabo pode ter o efeito minimizado com a alteração proposta. Além disso, avaliaram o eletrodo Cool-tip™ para o tumor subcapsular superficial como uma técnica viável para a margem de ablação adequada e menor incidência de complicações (PARK *et al.*, 2016).

Para expandir a zona de RFA, foram desenvolvidos vários eletrodos agulhas, como eletrodos internamente refrigerados, perfundidos, bipolares, expansíveis e agrupados, além do uso de múltiplos eletrodos.

Em PARK *et al.*, 2012 os autores comparam a usabilidade de RFA entre um eletrodo com administração de solução salina e RFA com oclusão de entrada vascular hepática usando a manobra de Pringle, que consiste em clampear a artéria hepática para interromper o fluxo de sangue (MARQUES, 2016), *in vivo*. O estudo concluiu que tanto o uso de um eletrodo *Internally Cooled Wet* (ICW) como a oclusão vascular hepática aumentaram a zona de ablação.

A administração salina é usada para expandir a zona de ablação, por melhorar a condutividade elétrica e térmica do tecido durante a RFA. O eletrodo ICW foi desenvolvido para administração salina no tecido hepático durante a RFA e para o resfriamento interno simultâneo da agulha do eletrodo (PARK *et al.*, 2012). O uso do eletrodo ICW induziu uma zona de ablação maior e com fácil manuseio em comparação ao uso de oclusão vascular hepática. Na Figura 4 o sistema do eletrodo agulha de radiofrequência é apresentado.

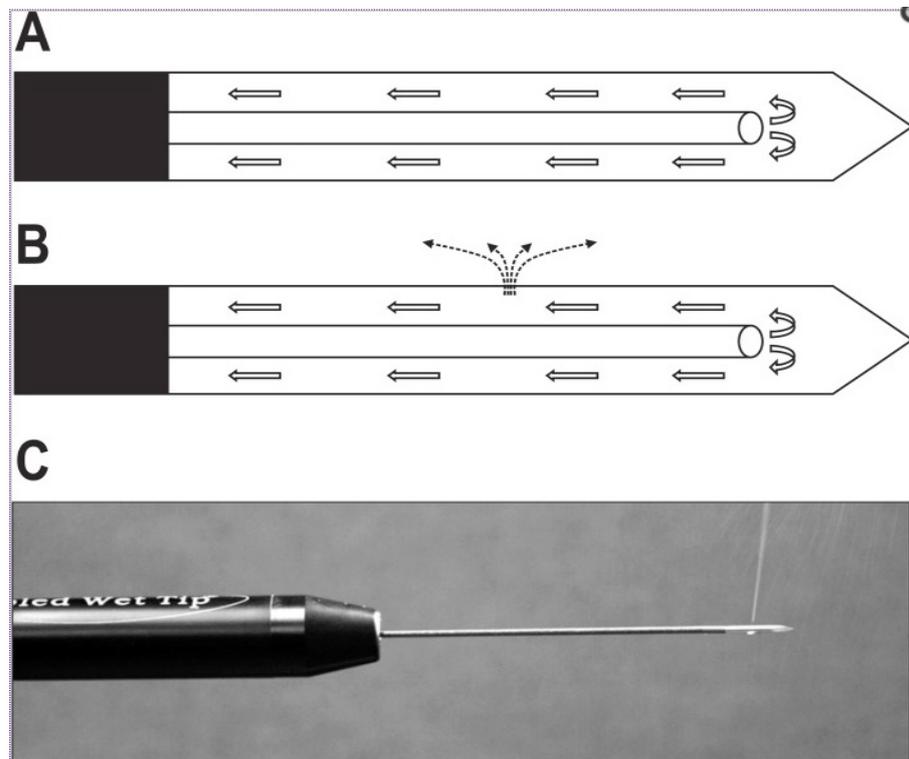


Figura 4: (A) Diagrama do sistema de eletrodo molhado internamente. (B) Diagrama do sistema de eletrodo molhado internamente (ICW). (C) Foto do eletrodo ICW (PARK et al., 2012).

No diagrama da Figura 4(A), a solução salina gelada é circulada durante a ablação para resfriamento interno. As setas indicam a direção do fluxo salino. Já no diagrama da Figura 4(B), o vazamento na superfície da agulha permite que a solução salina seja infundida no tecido (linha pontilhada). O eletrodo da Figura 4(C), Jet tip®, possui uma ponta ativa de 1 cm e uma microfuro na ponta da agulha do eletrodo com o jato de solução salina saindo por meio dele (PARK *et al.*, 2012).

A Figura 5 apresenta um quadro caracterizando o uso de cada eletrodo citado anteriormente, facilitando a comparação entre os mesmos.

Tipo do eletrodo	Característica do tumor	Número de pacientes	Critério de avaliação de sucesso	Eficácia/reincidência neoplásica	Conclusão	Solução salina X temperatura	Taxa de infusão
15G	2 cm	63	Tumor coberto pela zona de ablação	Ausência de nódulos na zona de ablação após 1 mês e na avaliação a cada 3-4 meses; Eficácia de 100%	15G pode ser melhor que o 17G por ter produzido um maior volume de ablação	—	—
17G		53				—	—
CoolTip 17G com alteração de angulação	Tumores de 3 cm que encostaram a parede abdominal	15	Necrose coagulativa completa do tumor que encostava o fígado na parede	Necrose de 100% dos tumores. Nenhuma reincidência no tempo de 21 a 1022 dias após o	Possibilita a detecção do segmento exposto do eletrodo por ultra-sonografia	—	—
ICW	tumores maiores que 5 cm	3	Administração salina diminuiu a impedância do tecido e aumentou o fluxo de corrente.	Volume da zona de ablação 279% maior	Pode ser útil para tratamento de grandes tumores hepáticos	9% de solução salina manteve a temperatura do eletrodo abaixo de 25°C	0,7mL/min

Figura 5: Quadro comparativo das principais variáveis relacionadas aos eletrodos estudados (os autores).

Em YOON *et al.* apresentou-se um estudo que comparou a eficiência in vivo do eletrodo *Separable Clustered* (SC) (Octopus®, STARmed) em dois geradores diferentes, ao contrário dos eletrodos apresentados anteriormente, que utilizavam apenas um gerador. O eletrodo SC é composto de 3 eletrodos, semelhante a um eletrodo agrupado, porém sendo diferente no aspecto de que no eletrodo agrupado convencional cada eletrodo individual é separável. Os três eletrodos do eletrodo SC podem ser usados ainda como três eletrodos molhados, e o eletrodo SC pode ser utilizado como um eletrodo monopolar (Figura 6).



Figura 6: Eletrodo separável Octopus®, STARmed (YOON *et al.*, 2014).

Os resultados do estudo YOON *et al.* mostraram que o eletrodo SC utilizado com gerador duplo (entrega de energia simultânea para dois eletrodos) é uma técnica viável, segura e cria uma zona de ablação unificada, com formas ovais ou redondas ideais e espera-se que a técnica seja usada para tratamento de tumores de tamanho de 2 a 4 cm com melhores taxas de controle de tumor (YOON *et al.*, 2014).

4 | DISCUSSÃO

Para a engenharia, no contexto do trabalho de revisão sistemática, os dados referentes ao eletrodo geram resposta para o SUS na forma de síntese qualitativa de dados. Os dados extraídos são úteis para avaliação de risco dos EMAs (MICHAEL, 2009).

Após o procedimento de ablação por RFA em tumores hepáticos, existe um fator de risco significativo de recorrência tumoral devido à margem de ablação insuficiente (PARK *et al.*, 2016). Mesmo assim, é necessário considerar as situações em que o tumor está em locais de alto risco, pois a ablação torna-se agressiva. Portanto, alcançar a margem suficiente pode ser difícil e pode acabar gerando complicações e recorrência tumoral local (PARK *et al.*, 2016).

Quanto à avaliação de eficácia terapêutica dos eletrodos 15G e 17G, não houve diferenças significativas, porém quanto ao volume de ablação, o 15G foi maior que o 17G em um intervalo de tempo semelhante, ou seja, o 15G pode fazer uma ablação de tamanho semelhante em um intervalo de tempo menor. Além disso, o eletrodo de 15G apresenta maior precisão, por ser mais rígido (PARK *et al.*, 2014).

Do conteúdo apresentado infere-se que há uma boa aceitação do procedimento de RFA para o tratamento de HCC, que cresceu muito por ser menos invasivo. Mas

é discutível que a RFA tem como limitação a sua maior taxa de progressão do tumor local, se comparada com a de ressecção cirúrgica, devido a sua incapacidade para criar de forma viável um volume de ablação satisfatório (YOON et al., 2014).

5 | CONCLUSÃO

A partir do estudo feito, os eletrodos mais encontrados foram do tipo agulha, com diversas variações. Percebeu-se que os vários tipos de eletrodos são estudados e aperfeiçoados de modo que melhorem sua zona de ablação tumoral e que apresentem a menor taxa de reincidência neoplásica possível. Existem ainda outros tipos que não foram abordados nesse estudo, como o guarda-chuva e suas variações, por exemplo, que precisam ser avaliados quanto ao formato, geometria, e demais configurações.

6 | AGRADECIMENTOS

O grupo de pesquisa agradece aos órgãos que fomentaram o recurso do projeto: Ministério da Saúde via Departamento do Complexo Industrial e Inovação em Saúde (DECIIS), Centro de Desenvolvimento Tecnológico (CDT/UnB), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

REFERÊNCIAS

Lee ES, Lee JM, Kim KW, Lee IJ, Han JK, Choi BI. **Evaluation of the in vivo efficiency and safety of hepatic radiofrequency ablation using a 15-g octopus(R) in pig liver.** Korean J Radiol. Coreia do Sul, v. 14, p. 194–201, 2013.

Lozano R et al. **Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the global burden of disease study 2010.** The Lancet, Elsevier. Londres, v. 380, n. 9859, p. 2095–2128, 2013.

MARQUES, Marina Pinheiro. **Desenvolvimento de um eletrodo expansível de níquel-titânio para ablação hepática por radiofrequência.** Brasília, 2016. Disponível em < <http://repositorio.unb.br/handle/10482/22150> > Acessado em 28 Jun 2018.

Diretrizes metodológicas : elaboração de estudos para avaliação de equipamentos médicos-assistenciais / Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Ciência e Tecnologia – 1. ed., 1. reimpr. – Brasília : Ministério da Saúde, 2014.

Michael L.D.K.M.F. **Carcinoma hepatocelular(chc): uma perspectiva mundial.** Guia Mundial de la Organización Global de la Gastroenterología, p. 1–15, 2009.

Park HJ, Lee MW, Song KD, et al. **Comparison of therapeutic efficacy and safety of radiofrequency ablation of hepatocellular carcinomas between internally cooled 15-G and 17-G single electrodes.** The British Journal of Radiology. London, n. 87(1036):20130534, 2014.

Park M-H, Cho J-S, Shin BS, Jeon GS, Lee B, Lee K. **Comparison of Internally Cooled Wet Electrode and Hepatic Vascular Inflow Occlusion Method for Hepatic Radiofrequency Ablation. Gut and Liver.** Seoul, n. 6(4), p.471-475, 2012.

Park SI, Kim IJ, Lee SJ, et al. **Angled Cool-Tip Electrode for Radiofrequency Ablation of Small Superficial Subcapsular Tumors in the Liver: A Feasibility Study.** Korean Journal of Radiology. Coreia do sul, n. 17(5), p.742-749, 2016.

Rathke H et al. **Comparison of four radiofrequency ablation systems at two target volumes in an ex vivo bovine liver model.** Diagn Interv Radiol. Ankara, v. 20, p. 251–258, 2014.

SOUZA, Afonso D. S, **Ablação por radiofrequência: análise do balanço de energia e impedância em um ponto e desenvolvimento de eletrodo.** Brasília,2016. Disponível em < https://fga.unb.br/articles/0001/9080/afonso_delgado_tcc2.pdf >. Acesso em: 28 Jun. 2018.

STARmed. **Proteus RF electrode.** Disponível em < http://www.starmed4u.com/starmed/sub02/sub02_03_6.php > Acesso em 19 de jun. 2017.

Stoffner R. **Multipolar radiofrequency ablation using 4–6 applicators simultaneously: a study in the ex vivo bovine liver.** In: **European Journal of Radiology.** Austria, v. 81, n. 10, p. 2568–2575, 2012.

Yoon JH, Lee JM, Hwang EJ, et al. **Monopolar Radiofrequency Ablation Using a Dual-Switching System and a Separable Clustered Electrode: Evaluation of the In Vivo Efficiency.** Korean Journal of Radiology. Coreia do Sul, n. 15(2), p. 235-244, 2014.

SOBRE OS ORGANIZADORES

LAIS DAIENE COSMOSKI Professora adjunta do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE), nos cursos de Tecnologia em Radiologia e Bacharelado em Farmácia. Analista clínica no Laboratório do Hospital Geral da Unimed (HGU). Bacharel em Biomedicina pelas Universidades Integradas do Brasil (UniBrasil). Especialista em Circulação Extracorpórea pelo Centro Brasileiro de Ensinos Médicos (Cebramed) Mestre em Ciências Farmacêuticas pelo programa de Pós Graduação em Ciências Farmacêuticas da UEPG. Possui experiência com o desenvolvimento de pesquisas na área de avaliação clínico/laboratorial de processos fisiopatológicos.

FABRÍCIO LORENI DA SILVA CERUTTI Coordenador de Curso do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE). Professor adjunto do Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico (ILAPEO). Tecnólogo em Radiologia pela Universidade Tecnologia Federal do Paraná (UTFPR). Mestre e doutorando em Engenharia Biomédica pelo programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial (CPGEI) da UTFPR. Possui experiência com o desenvolvimento de pesquisas na área de diagnóstico por imagem, física nuclear, controle de qualidade e simulação computacional.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-67-3

