

TERMOGRAFIA COMO MÉTODO PARA AUXÍLIO DIAGNÓSTICO DO CÂNCER DE TIREOIDE: ESTUDO DE REVISÃO

Crislayne Keretch Sebastião¹, Leandra Ulbricht¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica/ Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Curitiba, Brasil.

Resumo: O câncer da glândula tireoide afeta com maior frequência as mulheres, sendo o tipo mais comum de neoplasia do sistema endócrino. O presente estudo teve como objetivo analisar o uso da termografia no diagnóstico complementar do câncer de tireoide. Método: Foi realizado um estudo exploratório, descritivo em cinco bases de dados: IEEE, Scopus, Web of Science, CAPES e Google Acadêmico, compreendendo o período de janeiro de 2008 a abril de 2018. Foram utilizados os algoritmos thermal imaging OR infrared thermography AND thyroid cancer e infrared imaging AND thyroid cancer e infrared thermography AND thyroid cancer. Foi realizada uma análise descritiva, com verificação dos dados de publicação, autoria, a acurácia da técnica, temperaturas obtidas, amostra utilizada, tipo de equipamento e protocolo utilizados para aquisição das imagens. Dos 12 estudos encontrados, a maioria ocorreu na Romênia e apenas seis estudos apresentaram a amostra utilizada. Somente um estudo especificou a câmera; a acurácia da termografia para diagnóstico do câncer de tireoide variou de 78,4% a 89,51%. O protocolo para aquisição das imagens foi descrito em apenas três estudos. Conclui-se que a termografia apresentou altos valores de acurácia para diagnóstico do câncer de tireoide. Poucos estudos foram encontrados nessa área, o que evidencia a necessidade de estudos com amostras significativas capazes de analisar a precisão da termografia para a alteração analisada.

Palavras-chave: imagens térmicas; termografia infravermelha; imagens infravermelhas; câncer de tireoide

Abstract: Cancer of the thyroid gland most often affects women, being the most common type of neoplasia of the endocrine system. The present study aimed to analyze the use of thermography in the complementary diagnosis of thyroid cancer. Method: An exploratory, descriptive study was carried out in five databases: IEEE, Scopus, Web of Science, CAPES and Google Scholar, comprising the period from January 2008 to April 2018. Were used the algorithms thermal imaging OR infrared thermography AND thyroid cancer and infrared imaging AND thyroid cancer and infrared thermography AND thyroid cancer. A descriptive analysis was performed, with verification of the publication data, authorship, accuracy of the technique, temperatures obtained, sample used, type of equipment and protocol used for image acquisition. Of the 12 studies found, the majority occurred in Romania and only six studies presented the sample used. Only one study specified the camera; the accuracy of thermography for diagnosis of thyroid cancer ranged from 78.4% to 89.51%. The protocol for image acquisition was described in only three studies. It is concluded that thermography presented high accuracy values for the diagnosis of thyroid cancer. Few studies were found in this area, which evidences the need for studies with significant samples capable of analyzing the accuracy of the thermography for the analyzed alteration.

Keywords: thermal imaging; infrared thermography; infrared images; thyroid cancer

INTRODUÇÃO

O câncer da glândula tireoide é o tipo mais comum de neoplasia do sistema endócrino e afeta com maior frequência as mulheres; a maioria dos casos encontra-se na faixa de idade entre 25 e 65 anos. O melhor prognóstico é nos casos de adenocarcinomas diferenciados. Já no carcinoma indiferenciado (anaplásico), o prognóstico é ruim e geralmente leva à morte devido ao descontrole da doença com invasão de estruturas nobres do pescoço (após pouco tempo do diagnóstico). Além das patologias citadas, na glândula tireoide podem se desenvolver outros tipos de neoplasias primárias, como sarcomas, linfomas, carcinoma epidermóide e teratomas¹.

No ano de 2015 ocorreram 509 óbitos por câncer de tireoide nas mulheres e 239 nos homens. A estimativa no Brasil para os anos 2018-2019 é de uma incidência de 600 mil novos casos de câncer em cada ano, sendo que o câncer de tireoide figurará entre um dos tipos de câncer frequentes entre as mulheres correspondendo a 4% do total de casos. Serão 1.570 novos casos no sexo masculino e 8.040 no sexo feminino, para cada ano do biênio referido. Desconsiderando os tumores de pele não melanoma, o câncer de tireoide em homens ocupa a 13ª posição na Região Sul do Brasil (2,55/100mil) e também a 13ª posição (4,91/100mil) no caso das mulheres. A estimativa para o ano de 2018 no estado do Paraná é de 390 novos casos de câncer na glândula tireoide e em Curitiba é de 80 novos casos².

O nódulo é um centro hiperativo onde há aumento do fluxo sanguíneo e da atividade química. Assim, o aumento na produção de calor poderia ser detectado por sensores térmicos, porém essa técnica não é comumente aplicada³. Esse método foi descrito pela primeira vez em 1956, como uma maneira de diagnosticar câncer de mama. As doenças malignas estão

diretamente relacionadas à velocidade de divisão celular, o que reflete em um metabolismo acelerado, aumento da vascularização sanguínea e linfática. Esses fatores podem ser detectados por mudanças na temperatura do tumor sendo possível detectá-las com precisão pelos métodos de condução e radiação⁴. Nos casos de degeneração, atividade muscular reduzida e má perfusão, pode haver um padrão hipotérmico, que também pode ser detectado pela câmera infravermelha⁵.

As imagens térmicas fornecem muitas informações clínicas e, ao contrário de métodos diagnósticos que utilizam a radiação ionizante, a termografia é uma técnica não invasiva, que não provoca danos ao paciente, sendo um potencial método de diagnóstico, capaz de fornecer informações fisiológicas em tempo real⁶. Esse dispositivo mede a radiação emitida por um determinado objeto e, assim, determina sua temperatura. A energia de emissão está relacionada ao comprimento de onda da radiação. No caso do corpo humano, a radiação emitida tem comprimento de onda na faixa de 6 a 14 μm , sendo de 10 μm quando a temperatura corporal está normal⁷.

Atualmente, existem várias aplicações da termografia na área da saúde tais como, distúrbios neurológicos, cirurgias, doenças vasculares, urologia, oncologia, odontologia, ortopedia, avaliação do tecido no pós-cirúrgico, medicina forense, hemodinâmica, endocrinologia, obstetrícia, ergonomia e fisioterapia^{5,8}.

Nesse sentido, e em virtude do recente e crescente interesse na utilização de imagens térmicas na área da saúde, o presente estudo teve como objetivo analisar o uso da termografia no diagnóstico complementar do câncer de tireoide.

METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa exploratória, descritiva que utilizou o processo bibliométrico, fundamentado no método estruturado *Knowledge Development Process – Constructivist (ProKnow-C)*. Foram incorporados os trabalhos com estudo da termografia para detecção do câncer de tireoide.

Para a seleção dos artigos científicos e demais obras, foram definidos alguns critérios de inclusão, como as produções publicadas entre janeiro de 2008 a abril de 2018, sem restrições de idiomas e que estivessem disponíveis e indexadas nas bases IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers), Scopus, Web of Science, CAPES (Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior) e Google Acadêmico.

Na base de dados IEEE foi utilizado o algoritmo *thermal imaging OR infrared thermography AND thyroid cancer*. Nas demais, foram utilizados *infrared imaging AND thyroid cancer* e *infrared thermography AND thyroid cancer* (esses algoritmos não foram utilizados na base IEEE porque os resultados da busca eram artigos totalmente fora do tema proposto). Não foi possível chegar a um único algoritmo funcional para todas as bases de dados.

Através desse processo de busca com os descritores selecionados, obteve-se um total de 266 artigos. A filtragem do banco de artigos ocorreu em algumas etapas (Figura 1). Primeiro, foi realizada a identificação dos arquivos em duplicidade e eliminadas as redundâncias (seis trabalhos foram descartados). Após isso, foi analisado o título dos trabalhos para verificar se estes mencionavam relação com os termos termografia e câncer de tireoide e em seguida, realizou-se a leitura dos resumos para descartar os trabalhos que não apresentassem estudos da termografia com

câncer de tireoide; nessa etapa 24 trabalhos foram selecionados. Por último, foi realizada a leitura integral dos trabalhos selecionados e descarte dos trabalhos que não estudaram as imagens térmicas para diagnóstico do câncer de tireoide. Vários estudos analisaram as imagens infravermelhas em outras estruturas e mencionavam que a proposta poderia também ser utilizada para casos de câncer de tireoide, mas análises dessa estrutura não foram executadas. Artigos com simulações utilizando *phantoms* também foram descartados. Após esta etapa, mais 12 trabalhos foram excluídos. Com isso, obteve-se um total de 12 resultados compatíveis com o assunto pesquisado (11 artigos e uma dissertação de mestrado).



Figura 1: Fluxograma da seleção dos artigos

Foi realizada uma análise descritiva, sendo verificado os dados de publicação, autoria, a acurácia da técnica de imagens infravermelhas para diagnóstico do câncer de tireoide, temperaturas obtidas em pacientes com alguma alteração nessa glândula bem como nos pacientes compatíveis com a normalidade, amostra utilizada e idade média dos participantes, tipo de equipamento e protocolo utilizados para aquisição das imagens térmicas.

RESULTADOS

Na última década, poucas pesquisas foram realizadas com o objetivo de verificar o uso da termografia para diagnóstico do câncer de tireoide e tal fato pode ser evidenciado pelo baixo número de estudos encontrados no presente trabalho.

Os 12 trabalhos selecionados para integrarem este estudo foram codificados pela letra E (estudo) e por números, de acordo com a ordem de leitura e análise (Tabelas 1 e 2). A maioria das pesquisas foi realizada na Romênia, seguida do Brasil e Estados Unidos. Apenas seis estudos relataram o tamanho da amostra que estava sendo analisada e destes, apenas dois mencionaram a idade dos participantes. Somente em um dos trabalhos foi relatado o modelo da câmera termográfica utilizada (FLIR modelo SC620), dez trabalhos estavam na língua inglesa e dois em português. De todos os trabalhos, sete artigos eram do mesmo autor e em dois deles (E5 e E7) o método utilizado para aquisição das imagens foi o mesmo, mudando a maneira de processar as imagens, resultando no valor idêntico de acurácia nos dois trabalhos. Ao comparar a termografia com o Doppler (E4), obteve-se, respectivamente, sensibilidade de 100% e 95,26% e especificidade de 58,06% e 23,52%. Ao avaliar a acurácia da termografia para diagnóstico do câncer de tireoide nos trabalhos selecionados, foi possível verificar que esta variou de 78,4% a 89,51%.

Observou-se também que a quantidade de produções científicas por ano não variou muito e que houve um período de três anos que não foram encontradas publicações (2013 a 2015), conforme demonstra a Figura 2. Dentre os 12 trabalhos selecionados, os autores que tiveram o maior número de publicações foram Gheorghe Gavrioloia (sete) e Adina-Mariana Ghemigian (cinco).

Tabela 1 – Resultados encontrados nos estudos selecionados

Estudo	Amostra	Idade média da amostra	Utilizou um protocolo para aquisição das imagens	País do estudo
E1	-	-	Não	Estados Unidos
E2	25	54	Sim	Brasil
E3	120	-	Sim	Brasil
E4	110	50- Mulheres 67-Homens	Não	Brasil
E5	-	-	Não	Romênia
E6	24	-	Não	Romênia
E7	-	-	Não	Romênia
E8	-	-	Não	Romênia
E9	-	-	Não	Romênia
E10	-	-	Não	Romênia
E11	-	-	Não	Romênia
E12	20	-	Sim	Brasil

Tabela2 – Resultados encontrados nos estudos selecionados

Estudo	Acurácia	Modelo da câmera termográfica	Revista/ano
E1	-	-	IEEE Transactions on Biomedical Engineering/2008
E2	-	FLIR SC620	MEDINFO/ 2017
E3	-	-	Universidade Federal Fluminense (Dissertação)/ 2018
E4	89,51%	-	Radiologia Brasileira/2016
E5	78,4%	-	IFMBE Proceedings/2009
E6	89,3%	-	Proceedings of SPIE-OSA Biomedical Optics/2009
E7	78,4%	-	Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering/2009
E8	-	-	International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP)/2011
E9	-	-	35th Annual International Conference of the IEEE EMBS/2012
E10	-	-	Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering/2010
E11	-	-	IEEE/2011
E12	-	-	Universidade Federal Fluminense/2016

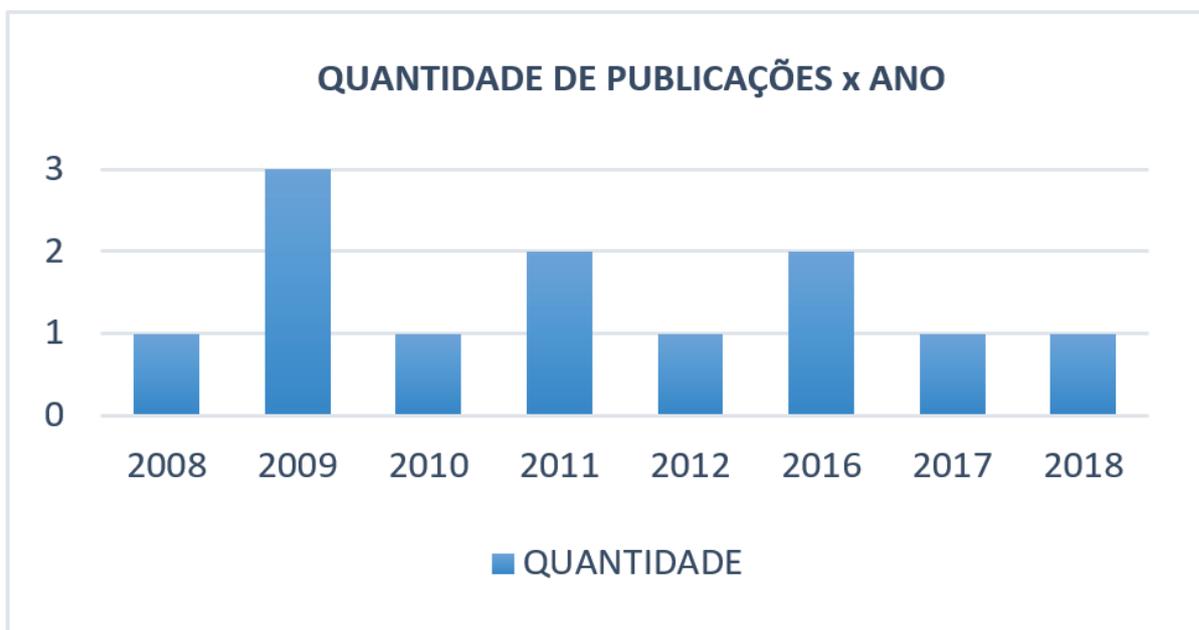


Figura 2: Resultados das filtragens dos últimos 10 (dez) anos

As recomendações para aquisições das imagens térmicas foram de evitar o uso de álcool, cafeína, nicotina, creme na pele e substância química para a região do corpo, por pelo menos 30 min antes do exame. Manter a distância de 0,5 a 0,6 m da câmera ao paciente e a temperatura da sala de exames entre 22 e 25°C, sem abertura de portas e janelas. Utilizar lâmpadas fluorescentes e remover brincos, colares ou qualquer outro acessório que possa ser visto na imagem térmica. O tempo médio para aquisição das imagens foi de 15 minutos. O protocolo para aquisição das imagens foi descrito em apenas três estudos, sendo dois do mesmo autor.

Com relação ao contexto dos trabalhos analisados, quatro analisaram as imagens termográficas do câncer de tireoide, três testaram um sistema de filtragem para redução do ruído e melhoramento da imagem, um fez um protótipo de uma câmera termográfica para diminuir custos, outro desenvolveu um protocolo para aquisição das imagens térmicas, um desenvolveu um apoio de cabeça e avaliou o alinhamento pelo eixo principal, um analisou a geometria fractal para avaliar irregularidades térmicas e um avaliou a viabilidade do

registro de conjuntos de imagens infravermelhas mediante transformações rígidas.

DISCUSSÃO

Foram encontrados apenas três trabalhos que descreveram o protocolo utilizado para aquisição das imagens térmicas^{9,10,11}. As recomendações citadas anteriormente foram comparadas com outros protocolos para aquisição de imagens térmicas em outras localizações anatômicas. Em um protocolo descrito para estudo da mama, as recomendações foram de não ingerir álcool e nem bebidas com cafeína nas 24 horas anteriores ao exame; evitar fumar duas horas antes do procedimento, exercício físico uma hora antes do estudo e o uso de loções, cremes, perfumes e desodorantes na área da mama; não depilar a área da mama. Nesse estudo, os termogramas foram adquiridos a uma distância de 1,2 m da câmera ao paciente¹². Comparando esse protocolo com o já descrito, divergências na distância entre a câmera e o paciente em diferentes regiões anatômicas são aceitáveis porque o tamanho da área a ser analisada varia dependendo da região de interesse. Os dois estudos dife-

rem também no período para evitar álcool e bebidas com cafeína, o que pode interferir na aquisição das imagens térmicas.

Por ser um exame sensível (o espectro infravermelho fornece cinco vezes mais informações quando comparado à luz visível), recomenda-se que o ambiente esteja equilibrado, com temperatura e umidade controlados para que não ocorra interferência na aquisição das imagens térmicas¹³.

Em um estudo de revisão¹⁴, foram analisados os fatores que poderiam influenciar a captura do termograma, que foram divididos em três grupos: ambientais, individuais e técnicos. Os fatores ambientais descritos foram temperatura, umidade relativa, pressão atmosférica e fontes de radiação externas à sala onde as imagens térmicas serão adquiridas. Os fatores individuais foram subdivididos em intrínsecos e extrínsecos. Os fatores individuais intrínsecos relatados foram sexo, idade, massa corporal, taxa metabólica, estatura, ritmo circadiano, emissividade da pele, taxa de metabolismo, fluxo sanguíneo da pele, fatores genéticos e emoções. Os fatores individuais extrínsecos especificados foram os tratamentos com medicamentos, consumo de álcool, uso de tabaco, estimulantes (café, chá ou refrigerantes), ingestão de alimentos, uso de creme hidratante, pomadas, cosméticos na pele a ser avaliada, banho, exposição à luz solar, terapias utilizadas (eletroterapia, ultrassonografia, tratamento com calor, crioterapia, massagem, hidroterapia, acupuntura), realizar atividade física, etc. Entre os fatores técnicos que poderiam influenciar as imagens térmicas, foi referida a confiabilidade do equipamento, distância entre a câmera e o objeto para a captação da imagem, posição da câmera, características técnicas da câmera (faixa de temperaturas, tamanho das imagens, sensibilidade térmica, calibração), software utilizado e seleção da

região a ser estudada. Apesar de ser uma lista extensa, não foram encontrados estudos comparativos testando o real impacto destes fatores nas análises térmicas. Porém conhecê-los pode ajudar a evitar a possível influência destes nos estudos que estão sendo conduzidos.

Três artigos do mesmo autor avaliaram imagens térmicas para detecção do câncer de tireoide através de métodos diferentes de processamento de imagens^{15,16,17}. No primeiro estudo, 24 imagens de pacientes foram avaliadas utilizando o método ABCDE (assimetria, borda, cor, diâmetro e evolução) e os diagnósticos foram corretos para 89,3% dos pacientes com câncer de tireoide. No segundo estudo, foi utilizado um sistema para capturar os termogramas e avaliar as imagens térmicas pela Equação de Pennes (método matemático utilizado para definir a difusão térmica do tecido. Para tanto, ela considera a densidade, o calor específico do sangue e a taxa de taxa de perfusão sanguínea; a taxa de geração de calor metabólico; e por fim o componente radiativo da pele humana), anteriormente ao estudo, foi criado um banco de dados com 100 imagens de pessoas saudáveis e os resultados estavam corretos em 78,4% dos pacientes com câncer de tireoide. No terceiro artigo, também foi criado um banco de dados (anteriormente ao estudo) com 100 imagens de pacientes saudáveis e as imagens foram analisadas no método ABCD (assimetria, borda, cor e estrutura diferencial) sendo que a acurácia foi de 78,4% para pacientes com câncer de tireoide. O segundo e terceiro artigos não especificaram quantas imagens térmicas foram avaliadas para pacientes com alguma alteração na glândula tireoide.

Ao comparar o Doppler com as imagens térmicas, os resultados demonstraram alta sensibilidade das imagens infravermelhas para diagnóstico do câncer de tireoide. Isso demonstra que a termografia

foi mais precisa que o Doppler para indicação da PAAF (punção aspirativa por agulha fina) para os casos de malignidade¹⁸.

Um estudo realizado no Hospital Escolar de Lagos, na Nigéria, apresentou resultados de um estudo das temperaturas obtidas em imagens infravermelhas de 37 pacientes (10 homens e 27 mulheres, sendo 40 anos a idade média dos participantes) com diagnóstico de doenças de tireoide (confirmado por métodos citológicos) e mais 16 voluntários saudáveis (seis homens e 11 mulheres, com idade média de 46 anos). As imagens foram coletadas com uma câmera infravermelha FLIR modelo ThermaCAM™S65. Como resultado, obteve-se a temperatura média de 35,76°C para os pacientes saudáveis, 36,63°C para o hipertireoidismo, 34,92°C para o hipotireoidismo, de 36,21°C para nódulos benignos e 37,63°C para nódulos malignos¹⁹.

O trabalho publicado por Mahajan e Madhe, em 2014, utilizou uma metodologia para detectar hipotireoidismo ou hipertireoidismo usando imagens térmicas com uma câmera FLIR E-30. Foram avaliados os termogramas de 30 pacientes saudáveis e de 14 pacientes doentes e utilizada a Classificação de Bayesiana (algoritmos são utilizados para chegar ao resultado de acurácia, sensibilidade e especificidade). Os resultados obtidos indicaram uma acurácia de 81,81%, sensibilidade de 93,33% e especificidade de 100%. Nesse estudo não foram mencionadas as temperaturas médias obtidas em cada grupo²⁰.

Outro estudo identificou o hipo e hipertireoidismo utilizando 10 imagens infravermelhas de um banco de dados por meio do Classificador MLPNN (Multilayer Perceptron), que permite o cálculo da sensibilidade e especificidade. Os resultados obtidos foram de 89,7% de especificidade e 89,62% de sensibilidade. Neste estudo não foi descrita a quantidade de pacientes analisados e nem a temperatura dos nódulos

obtida com as imagens²¹.

O tamanho da imagem depende da distância entre a câmera e o campo a ser detectado por isso é importante manter essa distância constante, para evitar falsas leituras de temperatura²². O Campo de Visão (*Field of View – FOV*) é a resolução espacial que pode ser detectada pelo termovisor, sendo que a projeção de um pixel na área analisada corresponde ao Campo de Visão Instantâneo (*Instantaneous Field of View – IFOV*). Esses fatores definem o menor detalhe que pode ser observado em uma imagem²³. O FOV, apesar de ser um parâmetro muito importante para avaliar a precisão da aquisição das imagens, não foi citado por nenhum dos artigos encontrados.

CONCLUSÃO

Foram encontrados poucos artigos que tratassem especificamente sobre o diagnóstico complementar do câncer de tireoide com o uso de imagens térmicas sendo que muitos não relataram a amostra utilizada para comprovar os testes e apenas seis estudos deixaram clara a quantidade de casos explorada. Ao analisar e discutir os trabalhos selecionados foi possível evidenciar que a termografia apresentou altos valores de acurácia para o diagnóstico do câncer de tireoide.

Diante disso, a presente revisão aponta para a importância da realização de estudos aprofundados sobre o tema, com amostras significativas e descrição pormenorizada dos protocolos utilizados na captação das imagens. Assim, será possível a análise de maneira mais clara da precisão da termografia para o diagnóstico complementar da patologia analisada, garantindo a reprodutibilidade dos estudos.

REFERÊNCIAS

1. INCA/MS PROCEDURES. Thyroid cancer. Rev Bras Cancerol [Internet]. 2002;48(2):181–5. Available from: http://www.inca.gov.br/rbc/n_48/v02/pdf/conduatas1.pdf
2. INCA. Estimativa 2018-Incidência de câncer no Brasil [Internet]. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. 2017. 130 p. Available from: <http://www.inca.gov.br/estimativa/2018/estimativa-2018.pdf>
3. Helmy A, Holdmann M, Rizkalla M. Application of thermography for non-invasive diagnosis of thyroid gland disease. IEEE Trans Biomed Eng. 2008;55(3):1168–75.
4. Lawson R. Implications of Surface Temperatures in the diagnosis of breast cancer. Canad Med Ass. 1956; 75:309–10.
5. Hildebrandt C, Raschner C, Ammer K. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. Sensors. 2010;10 (5):4700–15.
6. Helmy AW, Rizkalla ME, Holdmann MM, Salama P, Lilly E, Indianapolis C. Finite Element Analysis for Simulating a Hot Thyroid Nodule. 43rd IEEE Midwest Symp Circuits Syst. 2000; 1064–7.
7. Kandlikar SG, Perez-Raya I, Raghupathi PA, Gonzalez-Hernandez JL, Dabydeen D, Medeiros L, et al. Infrared imaging technology for breast cancer detection – Current status, protocols and new directions. Int J Heat Mass Transf. 2017; 108:2303–20.
8. Leanderson Franco de Meira, Eddy Krueger, Eduardo Borba Neves, Percy Nohama MA de S. Termografia na área biomédica. Pan Am J Med Thermol. 2014;1(1):31–41.
9. González JR, Damião C, Conci A. An infrared thermal images database and a new technique for thyroid nodules analysis. Vol. 245, MEDINFO 2017: Precision Healthcare through Informatics. 2017. 384-387 p.
10. Fiirst WG. Uma metodologia de pré-processamento de imagens térmicas da tireoide. Diss Mestr. 2018;82.
11. González JR, Toledo YP, Nardi L, Conci A. Registro de imagens infravermelhas do pescoço para o estudo de desordens das tireóides. 2016;
12. Garduño-Ramón MA, Vega-Mancilla SG, Morales-Henández LA, Osornio-Rios RA. Supportive noninvasive tool for the diagnosis of breast cancer using a thermographic camera as sensor. Sensors (Switzerland). 2017;17(3).
13. Brioschi ML, Cimbalista Jr M, Colman D, Nakagawa CR, Coltro A, Silveira F, et al. Benefícios da imagem digital térmica infravermelha no diagnóstico dos nódulos de tireóide. Arq Med. 2000;1(3):161–5.
14. Fernández-Cuevas I, Bouzas Marins JC, Arnáiz Lastras J, Gómez Carmona PM, Piñonosa Cano S, García-Concepción MÁ, et al. Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: A review. Infrared Phys Technol. 2015;71 (October):28–55.
15. Gavrioloia G, Ghemigian AM, Hurduc AE. Early Cancer Diagnosis by Image Processing Sensors Measuring the Conductive or Radiative Heat. IFMBE Proc. 2009; 23:427–30.
16. Gavrioloia G, Ghemigian A-M, Gavrioloia M-R. Infrared signature analysis of the thyroid tumors. Proc SPIE-OSA Biomed Opt [Internet]. 2009; 7371:73711F–1–6. Available from: <http://link.aip.org/link/PSISDG/v7371/i1/p73711F/s1&Agg=doi>.
17. Gavrioloia GV, Hurduc A, Ghimigean A-M, Fumarel R. Spatial-temperature high resolution map for early cancer diagnosis. In: Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. 2009.
18. Alves MLD, Gabarra MHC. Comparison of power Doppler and thermography for the selection of thyroid nodules in which fine-needle aspiration biopsy is indicated. Radiol Bras [Internet]. 2016;49(5):311–5. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-39842016000500009&lng=en&tlng=en.
19. Aweda M, Ajekigbe A, Olorunnisomo I. Thermographic analysis of thyroid diseases at the Lagos University Teaching Hospital, Lagos, Nigeria. West African J Radiol. 2012;13(1):2027–32.
20. Mahajan PSM. Hypo and Hyperthyroid disorder detection from thermal images using Bayesian Classifier. Int Conf Adv Commun Comput Technol Hypo. 2014.
21. Vaz VAS. Diagnosis of Hypo and Hyperthyroid Using MLPN Network. Int J Innov Res Sci Eng Technol. 2014;3(7):14314–23.
22. Ring F, Jung A, Zuber J. Infrared Imaging: A case-book in clinical medicine. Bristol, UK: IOP Publishing; 2015.
23. Nunak T, Rakrueangdet K, Nunak N, Suesut T. Thermal Image Resolution on Angular Emissivity Measurements using Infrared Thermography. Proc Int MultiConference Eng Comput Sci [Internet]. 2015;l. Available from: http://www.iaeng.org/publication/IMECS2015/IMECS2015_pp323-327.pdf.