

Aplicações da imagem termográfica infravermelha no cuidado ao recém-nascido prematuro: uma revisão de escopo

Applications of infrared thermographic imaging in the care of premature newborns: a scoping review

DOI:10.34117/bjdv8n9-114

Recebimento dos originais: 16/08/2022

Aceitação para publicação: 12/09/2022

Laysa Monte Aguiar Falcão

Mestre em Engenharia Biomédica pela Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP)

Instituição: Universidade Estadual do Piauí (UESPI)

Endereço: Rua Olavo Bilac, 2335, Centro

E-mail: laysamaguiar@hotmail.com

Samanta Cris Monteiro Frota

Fisioterapeuta

Instituição: Universidade Estadual do Piauí (UESPI)

Endereço: Rua Martinele Cavalca, 1644, Parque Alvorada

E-mail: bysamanta@hotmail.com

Bárbara Hélen Vieira e Silva Santos

Fisioterapeuta

Instituição: Universidade Estadual do Piauí (UESPI)

Endereço: Quadra A, Casa 19, Residencial Tenho Fé, Esplanada

E-mail: bhvss17@gmail.com

Andréa Conceição Gomes Lima

Doutora em Engenharia Biomédica pela Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP)

Instituição: Universidade Estadual do Piauí (UESPI)

Endereço: Rua Olavo Bilac, 2335, Centro

E-mail: andreaconceicao@ccs.uespi.br

Nivaldo Antonio Parizotto

Pós-doutorado na Wellman Center for Photomedicine pela Harvard Medical School

Boston (MA) – USA

Instituição: Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento (PPG), Engenharia biomédica – Universidade Brasil

Endereço: Rua Carolina Fonseca, 584, Itaquera

RESUMO

Objetivo: Avaliar a extensão na literatura quanto ao uso da Termografia Infravermelha como método alternativo no cuidado ao recém-nascidos pré-termos. Métodos: Trata-se de uma revisão de escopo, realizada mediante nas buscas em bases de dados eletrônicas: *Cochrane Central Register of Controlled Trials* (CENTRAL); MEDLINE via PubMed, LILACS, Theses Database e ClinicalTrials.gov. Resultados: 11 artigos foram considerados elegíveis, e dentre as aplicações da Termografia Infravermelha estavam: investigação da temperatura da superfície corporal e padrões de distribuições de

temperatura, mensuração/avaliação de gasto energético e monitoramento respiratório. Conclusões: O uso da Termografia Infravermelha é uma ótima alternativa em comparação aos métodos convencionais utilizados na prática clínica, podendo ser utilizada para diferentes aplicações no cuidado ao recém-nascido prematuro. Contudo, a escassez de estudos a respeito do tema e as várias limitações apresentadas nas publicações encontradas, mostram a necessidade do desenvolvimento e condução de novos estudos, com protocolos metodológicos bem estabelecidos e detalhados.

Palavras-chave: termografia, recém-nascido prematuro, temperatura cutânea.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the extent of literature regarding the use of Infrared Thermography as an alternative method in the care of preterm newborns. **Methods:** This is a scoping review, performed by searching electronic databases: Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL); MEDLINE via PubMed, LILACS, Theses Database and ClinicalTrials.gov. **Results:** 11 articles were considered eligible, and among the applications of Infrared Thermography were: investigation of body surface temperature and patterns of temperature distributions, measurement/assessment of energy expenditure and respiratory monitoring. **Conclusions:** Infrared thermography is an excellent alternative to conventional methods used in clinical practice, and can be used for different applications in the care of premature newborns. However, the scarcity of studies on the subject and the various limitations presented in the publications found, show the need to develop and conduct new studies, with well-established and detailed methodological protocols.

Keywords: thermography, premature newborn, skin temperature.

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) o Recém-nascido Pré-Termo ou Prematuro (RNPT) é definido como bebê nascido vivo antes do término da 37 semana de gravidez. Cerca de 15 milhões de bebês nascem prematuros todos os anos, essa prematuridade está associada a diversos fatores como o tipo de parto, idade materna, condições socioeconômicas, tabagismo, estado nutricional da mãe, fatores genéticos, além das intercorrências ocorridas no período gestacional.¹

No recém-nascido a pele tem uma função vital, pois atua como uma barreira protetora que auxilia na prevenção de infecções, facilita a termorregulação, ajuda a controlar a perda hídrica e o equilíbrio eletrolítico. Há três camadas principais da pele: epiderme, derme e a camada protetora subcutânea. A epiderme é composta por queratinócitos que amadurecem para formar o estrato córneo, em recém nascidos prematuros o estrato córneo tem menos camadas em comparação a neonatos termos e indivíduos adultos, além disso essa população tem coesão reduzida entre a epiderme e

derme, menos colágeno e aumento acentuado da perda hídrica transepidérmica. Todas essas características dermatológicas podem ajudar a registrar com mais eficiência a energia térmica quando a termografia infravermelha (TI) é aplicada nessa população.^{2,3}

A TI é reconhecida como método diagnóstico pela American Medical Association⁴ desde 1987, mas a TI foi descrita como ciência médica muito antes, em 400 a.C, por Hipócrates, que desenvolveu a teoria de que “Em qualquer parte do corpo, se houver excesso de calor ou de frio, a doença existe e é pra ser descoberta”⁵. A radiação infravermelha emitida pelo corpo humano é de aproximadamente 0,98, sendo esse considerado um emissor perfeito, uma vez que a radiação de um corpo ou objeto é calculado pela soma de sua radiação emitida, irradiada e transmitida. A câmera utilizada para captar as imagens, mostra as distribuições térmicas da pele, podendo também apresentar informações relacionadas ao calor transferido dentro de estruturas do corpo como órgãos e veias^{3,6}.

Atualmente a TI é um método de avaliação que consiste na captação de radiação infravermelha emitida pelo corpo humano, que pode então ser utilizada sem restrições por ser uma técnica não invasiva, não radioativa, indolor, além de ser um ótimo indicador de disfunções fisiológicas^{7,8}.

O uso da TI em recém-nascidos teve seu primeiro registro em 1980, quando Clark e Stothers⁹ realizaram um estudo aplicando o método em neonatos afim de avaliar a distribuição de temperatura central e periférica, vinte anos após Nelson et al.¹⁰, em 2000, usaram técnicas semelhantes para avaliar a calorimetria em RNPTs. Atualmente muitos pesquisadores vem usando a TI com objetivo de investigar a temperatura da superfície corporal, bem como outros fatores associados a termorregulação neonatal.

A TI também tem sido usada na identificação e investigação de patologias internas e externas em neonatos, como o estudo de Saxena e Wililital¹¹ em 2008 que estudou a extensão de hemangiomas na pele de lactentes do início até a sua regressão e os diferenciais de temperatura da pele durante essa regressão, e concluíram nesse estudo que a termografia se mostra um método útil e reproduzível para acompanhar a progressão dessas lesões.

Apesar do uso da TI no cuidado neonatal ser um tópico estudado há algum tempo, ainda existem controvérsias e dúvidas em relação aos benefícios no uso desse método em comparação aos métodos de medição de temperatura corpórea e diagnóstico, convencionalmente utilizados na prática clínica, bem como outras possíveis aplicações desse método. Em uma pesquisa preliminar foi possível observar que só há na literatura

uma única revisão de escopo relacionando a TI ao cuidado neonatal, nossa proposta com esta revisão de escopo será diferente do estudo encontrado uma vez que o foco da pesquisa será mais específico abrangendo apenas recém-nascidos prematuros que estejam em ambiente hospitalar.

Portanto, o objetivo desta revisão de escopo é avaliar a extensão na literatura quanto ao uso da TI como método alternativo no cuidado ao RNPTs, investigando também as possibilidades de aplicação do método e quais os benefícios e dificuldades encontradas na aplicação dessa abordagem na população em questão.

2 MÉTODOS

Para esta revisão de escopo, o protocolo seguido nos métodos foi estruturado usando o quadro metodológico descrito por Arksey e O'Malley e revisada por Levac et al.^{12,13}.

2.1 CONCEITO, CONTEXTO E PARTICIPANTES

A população a ser pesquisada foi de recém-nascidos prematuros (<37 semanas de idade gestacional), independente do peso ao nascer, em estivessem em ambiente hospitalar.

Foram incluídos estudos que aplicassem a TI como método de medição de temperatura corpórea, método complementar de diagnóstico em patologias internas ou externas, e qualquer outra aplicação. Foram excluídos da análise estudos que envolvessem métodos invasivos durante ao uso da TI.

2.2 ESTRATÉGIA DE BUSCA

A estratégia de busca teve como objetivo identificar estudos já publicados e não publicados, conduzimos uma pesquisa abrangente que incluiu pesquisas nos seguintes bancos de dados eletrônicas: *Cochrane Central Register of Controlled Trials* (CENTRAL) na *The Cochrane Library*; MEDLINE via PubMed, LILACS (Literatura Latino-Americana do Caribe em Ciências da Saúde), *Theses Database* e *ClinicalTrials.gov*. Usamos os seguintes termos de pesquisa: "new born" OR "new births" AND "premature" OR "prematures" OR "prematurity" OR "preterm" OR "preterms" OR "pre term" AND "thermography". Também pesquisamos anais de conferências e simpósios sobre TI, listas de referência de estudos identificados, livros, artigos de revisão

e Google Scholar. A estratégia de busca, foi adaptada para cada banco de dados (APÊNDICE A).

2.3 SELEÇÃO DE ESTUDO E FONTE DE EVIDÊNCIA

Após a realização das buscas nas bases de dados e fontes de pesquisa indicadas acima, os estudos identificados foram carregados no software usado para gerenciamento *Rayyan QCRI*¹⁴, onde as citações duplicadas foram identificadas e removidas. Os títulos e resumo foram selecionadas por dois revisores de forma independente com cegamento de escolhas realizado pelo próprio software utilizado. O texto completo das citações escolhidas foi posteriormente avaliado pelos mesmos revisores. As divergências com relação a inclusão/exclusão de citações durante algumas das etapas de análise, foram resolvidas por meio de discussão entre os revisores.

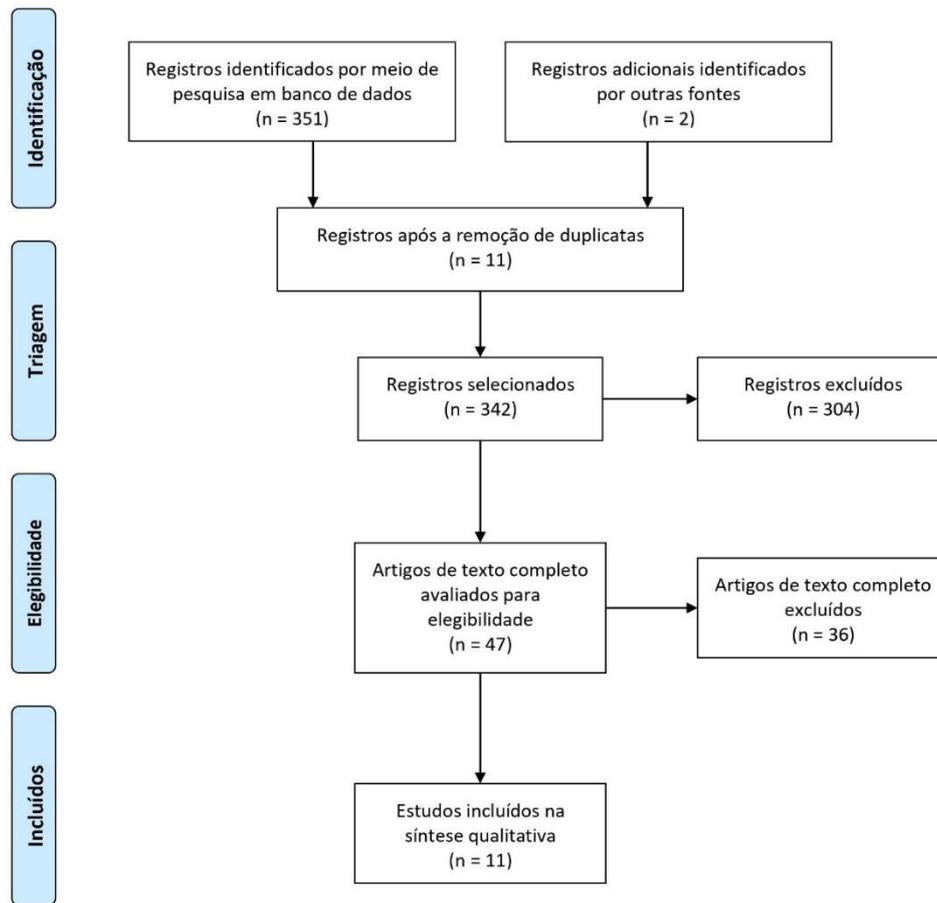
2.4 EXTRAÇÃO DE DADOS

A extração de dados dos artigos selecionados para esta revisão de escopo por dois revisores independentes, foi realizada utilizando uma ficha de extração de dados desenvolvidas pelos revisores (APÊNDICE B). Os dados extraídos incluíram objetivo dos estudos, detalhes específicos sobre a amostra e a ferramenta utilizada para obtenção da imagem termográfica, patologias/região corporal de estudos, desfechos e conclusões.

3 RESULTADOS

Seguindo a estratégia de buscas nas bases de dados foram identificados 353 artigos. Após a remoção dos duplicados, 342 registros foram selecionados para serem avaliados quanto as título e resumo do artigo, sendo 304 desses excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão deste estudo, restando 47 registros para terem o texto completo avaliado. Após a avaliação de texto completo dos artigos, apenas 11 artigos eram elegíveis e foram incluídos nesta revisão de escopo (Figura 1).

Figura 1. Diagrama de fluxo do processo de revisão da literatura.



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

3.1 CARACTERÍSTICAS DOS ESTUDOS INCLUÍDOS

O tipo de estudo predominante foi o de série de casos. Todos os 11 artigos incluídos nesta pesquisa se encaixavam nesse tipo de estudo. Quanto ao ano de publicação dos estudos observa-se que há algumas lacunas entre as publicações, a maior foi entre os anos de 2000 a 2008, onde nenhum artigo referente ao tema desta revisão de escopo foi publicado. Houve outras lacunas entre 1992 a 1998, e 2013 a 2017.

O país onde houve o maior número de publicações sobre a temática foi a Alemanha (n=5), onde o foco principal esteve relacionado com variações de temperatura da superfície corporal. O segundo país com maior número de publicações foram os EUA (n=3), seguido pela França (n=2) e Suécia (n=1). Os números amostrais dos estudos apresentaram variação entre n=4 a n=29, enquanto a idade gestacional dos RNPTs incluídos nos estudos variou entre 23 a 34 semanas. Apenas o estudo de Hanssler et al. (1992)¹⁵ não especificou a idade gestacional do grupo incluído no estudo.

As informações detalhadas sobre cada estudo estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Estudos incluídos na revisão de escopo com base nos critérios de inclusão e exclusão (em ordem cronológica).

Autores	Ano de publicação	País de publicação	Tipo de estudo	Objetivo	Amostra (n)	Idade Gestacional	Ferramenta de avaliação de TI
Hanssler et al. ¹⁵	1992	Alemanha	Série de casos	Comparar dois métodos de medição de temperatura cutânea em RNPT: TI e termometria de contato.	6 RNPTs	Não especificada	Thermo-Tracer 6T62
Frankenberger et al. ¹⁶	1998	Suécia	Série de casos	Investigar o perfil de temperatura da pele de RNPTs em incubadoras em uma posição lateral por meio da TI	10 RNPTs	26 a 30 semanas	TH1101-Thermo-Tracer
Adams et al. ¹⁷	2000	EUA	Série de casos	Validar um novo método, a calorimetria termográfica infravermelha, para determinar gasto energético em RNPTs.	10 RNPTs	25 a 34 semanas	Câmera infravermelha Inframetrics modelo 525
Museux et al. ¹⁸	2008	França	Série de casos	Validar a calorimetria parcial com auxílio da TI como método indireto de cálculo do gasto energético	20 RNPTs	31,33 ± 2,40 semanas	Thermovision modelo 550
Abbas et al. ¹⁹	2011	Alemanha	Série de casos	Desenvolver e investigar uma nova modalidade de monitoramento da respiração sem contato para unidade de terapia intensiva neonatal (UTIN) por meio da TI	7 RNPTs	29 semanas (média)	VarioCAM® hr head (InfraTec GmbH, Alemanha)
Knobel et al. ²⁰	2011	EUA	Série de casos – Estudo piloto	Avaliar a temperatura corporal em RNPTs e a sua relação com os sintomas de enterocolite necrosante	10 RNPTs	≤ 29 semanas	Câmera infravermelha FLIR SC640 não resfriada
Heimann et al. ²¹	2013	Alemanha	Série de casos	Avaliar o tempo que RNPT leva para reestabelecer sua temperatura após o manejo correlacionando medições de TI e temperatura retal convencional	5 RNPTs	25 a 29 semanas	VarioCAM® hr head (InfraTec GmbH, Alemanha)
Heimann et al. ²²	2013	Alemanha	Série de casos	Testar a hipótese de que o uso da TI pode esclarecer a regulação de temperatura nos cuidados e manejo do RNPT	10 RNPTs	25 a 30 semanas	VarioCAM® hr head (InfraTec GmbH, Alemanha)
Knobel-Dail et al. ²³	2017	EUA	Série de casos	Explorar a utilidade da TI como método não invasivo em RNPTs na medição de temperatura corporal em uma tentativa de examinar regionalmente as temperaturas diferenciais.	31 RNPTs	23 a 28 semanas	Flir SC640 não resfriada

Barcat et al. ²⁴	2017	França	Série de casos	Investigar se os ritmos das temperaturas corporais cutânea e a vasodilatação cutânea afetam a propensão ao sono em RNPTs	29 RNPTs	25 a 32 semanas	Câmera infravermelha B400 FLIR Systems
Pereira et al. ²⁵	2017	Alemanha	Série de casos	Investigar o uso de vídeos térmicos para estimar a frequência respiratória de RNPTs sob cuidados térmicos	4 RNPTs	33 ± 0,5 semanas	VarioCAM*r HD head 820S/30 mm (InfraTec GmbH, Dresden, Alemanha)

Fonte: Dados da pesquisa dos autores, 2020.

3.2 APLICAÇÕES DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA

As aplicações da TI mais estudadas e de maior interesse até o momento na literatura estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2. Resumo das aplicações investigadas/estudadas da TI em RNPTs até o momento.

Aplicações investigadas/estudadas	Autores e ano do estudo
Temperatura da superfície corporal e padrões de distribuições de temperatura	Hanssler et al. (1992); Frankenberger et al. (1998); Heimann et al. (2013); Knobel-Dail et al. (2017)
Mensuração/avaliação de gasto energético	Adams et al. (2000); Museux et al. (2008)
Monitoramento respiratório	Abbas et al. (2011); Pereira et al. (2017)
Outras aplicações	Knobel et al. (2011); Barcat et al. (2017)

Fonte: Dados da pesquisa dos autores, 2020.

3.2.1 Temperatura da superfície corporal e padrões de distribuições de temperatura

A termorregulação em RNPTs está, por muitas vezes, comprometida, uma vez que o mecanismo de produção de calor é ineficaz e a capacidade de preservação de calor por vasoconstricção periférica rápida é limitada. Além disso as variações na temperatura corporal podem afetar a taxa metabólica e a demanda de oxigênio, aumentando o risco de morbidade e mortalidade nessa população, tornando o acompanhamento e monitorização da temperatura da superfície corporal um ponto relevante no cuidado desses bebês^{16,23}.

Com base nisso, Hanssler et al. (1992)¹⁵, conduziram um estudo com objetivo de comparar a precisão e reprodutibilidade de dois métodos de medição da temperatura em RNPTs: teletermografia infravermelha, que recebe esse nome pelo fato da mensuração térmica pela TI nas regiões examinadas serem feitas a uma certa distância do paciente, e termometria cutânea convencional, realizada pelo Termopar elétrico (Eidatherrn). Nos resultados ambos os métodos de medição tiveram boa concordância com pequenas diferenças de temperatura de cerca de 0,2 graus C, concluindo que a TI se mostrou tão boa quanto o método convencionalmente utilizado, permitindo dessa forma ser utilizada para investigar questões clínicas.

Seis anos após, Frankenberger et al. (1998)¹⁶, usaram a TI para investigar o perfil de temperatura da pele de RNPTs que estavam em incubadoras. A fim de comparar os dados obtidos pela TI, também foram utilizados para medição de temperatura o método convencional com termistores, que são sensíveis ao calor e podem ser fixados na pele da criança. Os resultados mostraram que os perfis de temperatura eram muito semelhantes, e não houve diferenças quanto a medição em ambos os métodos. A TI, apesar disso, se mostrou a melhor alternativa para determinar as distribuições de temperatura, uma vez que permite medições localmente com alta resolução, enquanto os termistores abrangem

apenas um pequeno número de pontos de medição. Além disso, com a TI as mudanças dinâmicas na distribuição de temperatura são mais fáceis de serem observadas.

Apenas em 2013, outro estudo foi publicado referente ao uso da TI para investigações de temperatura da superfície corporal em RNPTs. Heimann et al (2013)²², conduziram dois estudos com objetivos muito parecidos, um deles objetivou determinar quanto tempo um RNPT levava para que estivesse totalmente aquecido após os cuidados e manejo. Tais procedimentos compararam dois métodos: a TI e a medição de temperatura retal convencional. No outro estudo os autores investigaram se a TI poderia ser usada para acompanhar a regulação de temperatura longitudinalmente após os cuidados e manejo dessa população. É válido lembrar que em ambos os estudos todos os RNPTs estavam em incubadoras. Nesses estudos a TI se mostrou um método eficaz para medição de temperatura, tendo resultados muito semelhantes ao encontrados na aplicação do método convencional, podendo detectar oscilações de temperatura facilmente, sem que haja qualquer tipo de contato direto com o RNPT. Apesar disso, os autores frisam em ambos os estudos, que a amostra é pequena e não houve randomização, caracterizando uma limitação nesses estudos.

Mais recentemente, afim de explorar o uso da TI para medir a temperatura corporal dos RNPTs e examinar regionalmente as diferenças de temperatura nessa população, Knobel-Dail et al. (2017)²³ conduziram uma pesquisa denominada pelos mesmos como de “metodologia exploratória”. Assim como os estudos anteriores, os dados da TI foram comparados aos de outro método, dessa vez foram usados os termistores fixados a pele; os RNPTs estavam em incubadoras. Na comparação dos dados foi possível perceber que a TI e os termistores tiveram dados amplamente concordantes, principalmente no que refere a medidas de temperatura abdominal. Essa estreita concordância nas medições entre os métodos fez com que os autores concluíssem que o uso da TI foi bem sucedido para tal fim, demonstrando a viabilidade do uso desse método em RNPTs extremos que estivessem em incubadoras.

3.2.2 Mensuração/avaliação de gasto energético

Em RNPTs com baixo peso, o calor metabólico produzido pelo organismo pode refletir em diversos requisitos das funções fisiológicas vitais do corpo, termorregulação e síntese de substâncias envolvidas na estruturação dos tecidos. Além disso, sabe-se que as condições ideais para sobrevivência extrauterina e o crescimento são alcançadas quando a homeotermia é mantida e pouco gasto de energia é necessário para a produção de calor.

A mensuração do gasto energético pode ser feita por meio da calorimetria direta e indireta, nessa última, usando a calorimetria parcial, feita pela soma de várias formas de perda de calor mensuradas pelos termistores que podem ser fixados na pele, a fim de obter o gasto energético total^{17,18}.

A TI pode ser usada substituindo os termistores como método para mensurar o gasto energético por meio da calorimetria indireta, e foi isso que Adams et al. (2000)¹⁷ fizeram em seu estudo, que objetivou validar e comparar o uso da “Calorimetria termográfica infravermelha” (CTI) e o método convencional “Calorimetria indireta respiratória” (CIR). As medições foram realizadas de forma simultânea, para isso precisou-se usar uma incubadora especialmente projetada com objetivo de minimizar as diferenças entre as condições do estudo. Os dados coletados mostraram que não houve diferença significativa entre os dois métodos, a maioria dos RNPTs tiveram diferenças de <10% entre os métodos, o que resultaria em diferenças mínimas no gasto de energia estimado pela CTI. Desse modo, os autores concluíram que a CTI é um método preciso para mensuração de gasto energético em RNPTs saudáveis, podendo servir para avaliar as mudanças no gasto energético decorrentes de intervenções, como mudanças de ambiente térmico, entre outras.

Somente cerca de oito anos depois, outro estudo com essa temática foi publicado na literatura. Museux et al. (2008)¹⁸ conduziram um estudo com objetivo de validar calorimetria parcial (CP) com auxílio da TI, usando essas medidas para calcular o gasto energético em RNPTs, para isso a CP foi comparada ao método de CIR. Nas medições de temperatura da pele da CP foram feitas por meio da TI, enquanto na CIR o consumo de O₂ e na produção de CO₂ foi utilizado para avaliar a produção de calor metabólico. Os autores deixaram claro que a TI foi escolhida para CP por ser uma ferramenta simples e confiável para a medição dos perfis de temperatura da pele em neonatos. Quanto aos resultados, a CP fornece informações confiáveis sobre o gasto de energia enquanto minimiza o número de locais de medição no RNPT, além disso o método se mostrou um modelo termodinâmico que permitiu o cálculo da eficiência dos vários processos envolvidos na troca de calor entre o corpo de um recém-nascido e o ambiente, usando variáveis ambientais térmicas padrões como entradas.

3.2.3 Monitoramento respiratório

As apneias são um problema comum em RNPTs, se fazendo necessário um monitoramento respiratório contínuo, a fim de evitar agravamentos no seu quadro clínico.

A monitorização da frequência respiratória pode, também, ser um bom preditor da condição, marcador precoce de deterioração e sofrimento fisiológico do paciente. Porém muitos desses métodos de monitorização podem gerar estresse, e até mesmo lesões na pele desses RNPTs^{19,25}.

Com isso, Abbas et al. (2011)¹⁹ investigaram a possibilidade do uso da TI na monitorização respiratória sem contato, dentro de uma unidade de terapia intensiva neonatal (UTIN). A região de interesse foi a nasal, local onde foram avaliadas as mudanças de temperatura por meio da imagem térmica, os autores também fizeram uma caracterização do comportamento respiratório dos quais 5/7 RNPTs estavam em incubadoras. Os resultados mostraram mudanças de temperatura na região nasal, e uma diferença da mesma durante a inspiração e expiração. O que mostra que o uso da TI para tal aplicação é promissor, podendo ser eficaz para monitorização dessa população sem o contato direto, minimizando o estresse sofrido por esses RNPTs dentro das UTINs.

Apesar disso, os autores deixaram claro que o fato de a população ser heterogênea faz com que o estudo não apresente um nível alto de evidência para que possa ser validado clinicamente. Além disso, tal aplicação da TI ainda é um desafio, uma vez que as variações de temperatura podem ser muito sutis durante os ciclos respiratórios e existem outras interações complexas como o uso de prongas e máscaras nasais, rotação de cabeça, ventilação mecânica invasiva, que podem afetar a detecção da temperatura¹⁹.

Em outro estudo, realizado por Pereira et al. (2017)²⁵, a TI também foi usada como método para monitorização respiratória. Porém, diferentemente Abbas et al. (2011)¹⁹ focaram no objetivo de estimar a frequência respiratória (FR) a partir de vídeos térmicos com a finalidade de validação e comparação dos dados, os autores usaram a FR estimada pelo eletrocardiograma de superfície corporal (ECG). A região de interesse também foi a nasal, as medições se deram em posição prona e supina, e todos os RNPTs da amostra estavam em incubadoras. Os resultados mostraram que havia uma boa concordância entre a estimativa da FR derivada do ECG e TI, apresentando uma média de erro relativo em 3,42%; além disso não houve diferenças significativas para ambas as posições avaliadas (prona e supina). Os autores concluíram que a TI pode ser um método adequado para monitorar a FR, podendo ser usado a longo prazo sem prejudicar os RNPTs, uma vez que não emite radiação e pode ser usado sem que haja contato com a pele, minimizando o risco de lesões. Mesmo assim, os autores reforçam que mais estudos precisam ser realizados a fim de avaliar algumas possíveis lacunas no uso da TI, bem como a melhor forma de adaptação da incubadora para que se tenha uma melhor captura de imagens.

3.2.4 Outras aplicações

A Enterocolite Necrosante (EN), uma doença do tecido intestinal que causa necrose do intestino, é uma das emergências gastrointestinais neonatais mais comuns em RNPTs com muito baixo peso. Além disso, a etiologia EN não é clara. Com isso, Knobel et al. (2011)²⁰, usaram a TI para examinar as diferenças de temperatura entre o tórax e abdômen dos RNPTs incluídos no estudo. Alguns dos RNPTs incluídos já possuíam o diagnóstico de EN, definido com base em achados radiográficos de pneumatose intestinal suspeita ou definitiva, gás venoso portal ou pneumoperitônio. Os resultados demonstraram que aqueles que possuíam o diagnóstico de EN possuíam temperatura cutânea abdominal menor quando comparada com os achados naqueles sem evidências de EN.

Sabe-se, também, da importância da qualidade e quantidade de sono para o neurodesenvolvimento de RNPTs, além da manutenção de um bom quadro clínico. Por esse motivo o sono se tornou um ponto importante no cuidado ao RNPT internado em UTINs. Mesmo com todos os esforços das equipes, alguns fatores ambientais e de cuidado ao RNPT, ainda influenciam negativamente o sono dessa população²⁴.

Pensando nisso, Barcat et al. (2017)²⁴, desenvolveram um estudo com a finalidade de investigar se os ritmos das temperaturas corporais cutâneas e a vasodilatação cutânea podem afetar a propensão ao sono em RNPTs. Para isso eles estudaram os episódios de vigília que ocorrem e terminam espontaneamente. Em adultos, a propensão ao sono está relacionada aos ritmos da temperatura corporal (RTC): o início do sono ocorre quando a temperatura corporal central está caindo. A vasodilatação periférica foi registrada por meio da TI, para que houvesse um registro contínuo e sem contato com a pele dos RNPT. Os dados do estudo mostraram que os RTC, assim como em adultos parecem ter um papel fundamental na iniciação do sono em RNPTs. Além disso, os resultados evidenciaram que menores durações de propensão ao sono tem relação com maiores temperaturas das áreas distais e tórax, associadas a moderada vasodilatação nessas áreas. Com isso, os autores concluíram que a temperatura de áreas mais distais tem influência com o início do sono em RNPTs.

4 DISCUSSÃO

Mesmo sendo um método muito promissor desde o início, quando começou a ser utilizada para diagnóstico e avaliação de recém-nascidos, quando a TI apresentou resultados interessantes, essa revisão de escopo pôde evidenciar que ainda há escassez de estudos que apliquem esse método no cuidado aos RNPTs, tornando seu uso ainda muito

incerto, ainda que os resultados tenham sido favoráveis nos estudos incluídos nesta revisão.

Todos os estudos incluídos eram série de casos, e por sua vez não houve randomizações, além disso muitos deles apresentavam falhas metodológicas principalmente no que se referia a descrição no uso da TI, bem como o pouco detalhamento a respeito dos recém-nascidos que foram incluídos em suas amostras, e ou quais foram os critérios de exclusão. Outro ponto a ser mencionado, mesmo tendo objetivos muito parecidos, as metodologias variam muito, desde o uso das ferramentas e técnicas de TI, até a idade gestacional e o quadro clínico dos recém-nascidos incluídos nas pesquisas. Todas essas limitações dificultam que o estudo possa ser reproduzido por outros pesquisadores interessados nessa temática, dificultando também o desenvolvimento de novos estudos, principalmente ensaios clínicos, mais abrangentes e com maiores coortes, e também no desenvolvimento de revisões sistemática e metanálises.

Quanto as ferramentas para uso da TI é possível perceber que as capturas das imagens nesses estudos sofreram mudanças ao longo dos anos, evoluindo para o uso de equipamentos cada vez mais sofisticados e tecnológicos. No registro mais antigo identificado, Hanssler et al. (1992) utilizou a Thermo-Tracer 6T62, uma câmera infravermelha que possuía uma janela de germânio colocada antes da unidade de detecção que era sensível a comprimentos de onda de 8 a 13nm, os tempos de varredura variavam entre 0,25 a 1 segundo, mas com resolução espacial pouco mais rápida que 1Hz²⁶; em comparação o último estudo realizado por Pereira et al. (2017), que fez uso da VarioCAM*r HD head 820S/30 mm, Ele é composto de uma matriz de plano focal de microbolômetro infravermelho não resfriado com uma resolução espacial de 1024 x 768 pixels, taxas de quadros IR de até 240Hz, sendo 30 quadros por segundo²⁷.

As possibilidades de aplicações da TI em RNPTs foram bastante variadas, tendo esta revisão considerado somente 11 artigos elegíveis. O uso da TI para medições de temperatura da superfície corporal e padrões de distribuições de temperatura predominou nos estudos encontrados. Os quatro estudos incluídos com essa temática, apesar de não terem objetivos exatamente iguais, conduziram suas pesquisas com metodologias equivalentes. Em todas as pesquisas, a TI foi comparada a outro método de medição de temperatura da superfície corporal convencional, como o uso de termômetros e termistores; em todas elas a TI se mostrou boa concordância com os métodos convencionais^{15,16,22,23}. Tal fato, mostra que o uso da TI para esse tipo aplicação pode ter

eficácia equivalente à dos métodos convencionalmente utilizados na prática clínica, além de ser um método que permite que essas medições ocorram sem contato aos RNPTs, diminuindo a necessidade de manejo e conseqüentemente o estresse que tais práticas rotineiras podem causar a essa população. Mas, alguns autores também deixaram claro que apesar dos resultados promissores, os estudos apresentam limitações, principalmente o tamanho da amostra, com isso são necessários mais estudos para entender melhor como explorar o uso da TI para tais fins.

Na mensuração de gasto de energia, o uso da TI foi bastante importante e abrangente, uma vez que o método foi usado para mensurar a perda de calor de várias regiões do corpo dos RNPTs, sendo comparada a métodos convencionais já utilizados rotineiramente no cuidado a essa população. A TI se mostrou uma ferramenta confiável para essa aplicação e os estudos puderam concluir que seu uso pode ser de grande valia, podendo-se calcular com a mesma eficiência dos métodos já utilizados na prática clínica vários processos envolvidos na troca de calor entre o corpo de um recém-nascido e o ambiente^{17,18}.

A aplicação da TI para monitoramento respiratório também se mostrou muito promissora, os dois estudos que avaliaram e investigaram essa aplicação usaram como região de interesse a nasal, monitorando as mudanças de temperaturas nessa região. Mesmo com as diferenças metodológicas, os estudos tiveram conclusões bem parecidas, os autores mostraram que a TI foi capaz de fazer essa monitorização das mudanças térmicas, sem que houvesse qualquer contato com os RNPTs, diminuindo o estresse e risco de lesões na pele, que podem ser provocados por outros métodos que necessitam de contato direto com a região onde será feita a medição^{19,25}.

Entre as outras aplicações encontradas, o uso da TI para confirmação diagnóstica de EN também se mostra muito promissor, mesmo o estudo tendo sido apenas piloto. Em outro estudo, a TI foi aplicada como método para avaliar o sono em RNPTs. Em ambos os estudos, assim como todos os outros incluídos nesta revisão, a TI se mostrou mais uma vez eficaz, e de fácil uso, conseguindo fazer registros muito precisos e apresentando resultados bastante favoráveis quanto ao seu uso^{20,24}.

5 CONCLUSÕES

Com esta revisão de escopo, podemos concluir que a TI ao longo dos anos tem se mostrado uma ótima alternativa aos métodos convencionais, podendo ser usada para várias aplicações ao cuidado do RNPT, desde somente a monitorização da temperatura

da superfície corporal, até aplicações ainda mais complexas como complemento para diagnóstico de EN e monitoramento respiratório. Apesar disso ainda há uma evidente escassez de estudos a respeito do tema, e como consequência existem várias lacunas de tempo entre as publicações, além do fato de que cada estudo adota sua própria metodologia, não havendo nenhum tipo de padronização, o que acaba por refletir também nos resultados achados em cada estudo e prejudicar sua aplicação de forma sistemática na prática clínica.

Com isso se faz necessário o desenvolvimento e condução de novos estudos que abordem o uso da TI no cuidado aos RNPTs, que possuam protocolos metodológicos bem estabelecidos e detalhados, incluindo ensaios clínicos randomizados e bem desenhados, para que se tenha resultados mais confiáveis e ainda mais esclarecedores sobre o uso da TI nessa população e se consiga num futuro estabelecer uma metanálise e possíveis guias clínicos.

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Preterm birth [Internet]. 2018 [cited 2020 Nov 10]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/preterm-birth>
2. Cloherty JP, Eichenwald EC, Hansen AR, Stark AR. Manual de Neonatologia. 7^o edição. Philadelphia: Editora Guanabara Koogan LTDA.; 2015. Parte 14.
3. Topalidou A, Downe S. Investigation of the use of thermography for research and clinical applications in pregnant women. *Infrared Phys Technol* [Internet]. 2016 Mar;75:59–64. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2015.12.016>
4. Neves EB, Reis VM. Fundamentos da Termografia para o Acompanhamento do Treinamento Desportivo. *Rev UNIANDRADE* [Internet]. 2014 Aug 31;15(2):79–86. Available from: <http://dx.doi.org/10.18024/1519-5694/revuniandrade.v15n2p79-86>
5. Côrte ACR, Hernandez AJ. Termografia médica infravermelha aplicada à medicina do esporte. *Rev Bras Med do Esporte* [Internet]. 2016 Aug;22(4):315–9. Available from: <https://doi.org/10.1590/1517-869220162204160783>
6. Topalidou A, Ali N, Sekulic S, Downe S. Thermal imaging applications in neonatal care: a scoping review. *BMC Pregnancy Childbirth* [Internet]. 2019 Dec 24;19(1):381. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12884-019-2533-y>
7. Lima RPS, Brioschi ML, Teixeira MJ, Neves EB. Análise Termográfica de Corpo Inteiro: Indicações para Investigação de Dores Crônicas e Diagnóstico Complementar de Disfunções Secundárias. *Pan Am J Med Thermol* [Internet]. 2015 Dec 18;2(2):70–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.18073/2358-4696/pajmt.v2n2p70-77>
8. Meira LF, Krueger E, Neves EB, Nohama P, Souza MA. Termografia na Área Biomédica. *Pan Am J Med Thermol* [Internet]. 2014 Jun 30;1(1):31–41. Available from: <http://dx.doi.org/10.18073/2358-4696/pajmt.v1n1p31-41>
9. Clark RP, Stothers JK. Neonatal skin temperature distribution using infra-red colour thermography. *J Physiol* [Internet]. 1980 May 1;302(1):323–33. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1113/jphysiol.1980.sp013245>
10. Adams AK, Nelson RA, Bell EF, Egoavil CA. Use of infrared thermographic calorimetry to determine energy expenditure in preterm infants. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2000 Apr 1;71(4):969–77. Available from: <https://doi.org/10.1093/ajcn/71.4.969>
11. Saxena AK, Willital GH. Infrared thermography: Experience from a decade of pediatric imaging. *Eur J Pediatr* [Internet]. 2008 Jul 30;167(7):757–64. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00431-007-0583-z>
12. Arksey H, O'Malley L. Scoping studies: towards a methodological framework. *Int J Soc Res Methodol* [Internet]. 2005 Feb;8(1):19–32. Available from: <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>
13. Levac D, Colquhoun H, O'Brien KK. Scoping studies: advancing the methodology. *Implement Sci* [Internet]. 2010 Dec 20;5(1):69. Available from: <https://doi.org/10.1186/1748-5908-5-69>
14. Hamad Bin Khalifa University. Rayyan QCRI [Internet]. 2020 [cited 2020 Nov 19]. Available from: <https://rayyan.qcri.org/>

15. Hanssler L, Breukmann H. Measuring skin temperature in premature infants. Comparison of infrared telethermography and electric contact thermometry [Internet]. Vol. 204, *Klinische Padiatrie*. Germany; 1992. p. 355–8. Available from: <https://doi.org/10.1055/s-2007-1025371>
16. Frankenberger R, Bussmann O, Nahm W, Konecny E, Gortner L. Measuring lateral skin temperature profile of premature infants in incubators with thermography [Internet]. Vol. 43, *Biomedizinische Technik. Biomedical engineering*. Germany; 1998. p. 174–8. Available from: <https://doi.org/10.1515/bmte.1998.43.6.174>
17. Adams AK, Nelson RA, Bell EF, Egoavil CA. Use of infrared thermographic calorimetry to determine energy expenditure in preterm infants. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2000 Apr 1;71(4):969–77. Available from: <https://doi.org/10.1093/ajcn/71.4.969>
18. Museux N, Cardot V, Bach V, Delanaud S, Degrugilliers L, Agourram B, et al. A reproducible means of assessing the metabolic heat status of preterm neonates. *Med Phys* [Internet]. 2008;35(1):89–100. Available from: <https://doi.org/10.1118/1.2815966>
19. Abbas A, Heimann K, Jergus K, Orlikowsky T, Leonhardt S. Neonatal non-contact respiratory monitoring based on real-time infrared thermography. *Biomed Eng Online* [Internet]. 2011;10:93. Available from: <https://doi.org/10.1186/1475-925x-10-93>
20. Knobel RB, Guenther BD, Rice HE. Thermoregulation and Thermography in Neonatal Physiology and Disease. *Biol Res Nurs* [Internet]. 2011 Jul 17;13(3):274–82. Available from: <https://doi.org/10.1177%2F1099800411403467>
21. Heimann K, Ebert AM, Abbas AK, Heussen N, Leonhardt S, Orlikowsky T. Thermoregulation of Premature Infants during and after Skin-to-Skin Care. 2013;217(6):220–224. Available from: <https://dx.doi.org/10.1515/jpm-2012-0239>
22. Heimann K, Jergus K, Abbas AK, Heussen N, Leonhardt S, Orlikowsky T. Infrared thermography for detailed registration of thermoregulation in premature infants. *J Perinat Med* [Internet]. 2013;41(5):613–20. Available from: <https://dx.doi.org/10.1515/jpm-2012-0239>
23. Knobel-Dail RB, Holditch-Davis D, Sloane R, Guenther BD, Katz LM. Body temperature in premature infants during the first week of life: Exploration using infrared thermal imaging. *J Therm Biol* [Internet]. 2017 Oct;69:118–23. Available from: <https://dx.doi.org/10.1016/j.jtherbio.2017.06.005>
24. Barcat L, Decima P, Bodin E, Delanaud S, Stephan-Blanchard E, Leke A, et al. Distal skin vasodilation promotes rapid sleep onset in preterm neonates. *J Sleep Res* [Internet]. 2017;26(5):572–7. Available from: <https://doi.org/10.1111/jsr.12514>
25. Pereira CB, Heimann K, Venema B, Blazek V, Czaplik M, Leonhardt S. Estimation of respiratory rate from thermal videos of preterm infants. In: 2017 39th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC) [Internet]. IEEE; 2017. p. 3818–21. Available from: <https://doi.org/10.1109/EMBC.2017.8037689>
26. Acharya R, Ng YKE, Suri JS. *Image modeling of the human eye*. 1st ed. Artech House; 2008. 307–308 p.
27. InfraTec. *Infrared Camera Series - VarioCAMr HD head 800* [Internet]. [cited 2021 Jan 2]. Available from: <https://www.infratec-infrared.com/thermography/infrared-camera/variocam-hd-head-800/>

APÊNDICE A**COCHRANE (11 de agosto de 2022)**

#1 infant or infants or infant's or "infant s" or infantile or infancy or newborn* or "new born" or "new borns" or "newly born" or neonat* or baby* or babies or premature or prematures or prematurity or preterm or preterms or "pre term" or premies or "low birth weight" or "low birthweight" or VLBW or LBW or ELBW or recém-nascido prematuro or recién nacido prematuro or recién nacido or recém-nascido	99634 registros
#2 thermography or termografia or termografía or E01.370.350.800\$ or E05.933.500\$	864 registros
#3 #1 AND #2	143 registros

MEDLINE VIA PUBMED (11 de agosto de 2022)

#1 infant or infants or infant's or "infant s" or infantile or infancy or newborn* or "new born" or "new borns" or "newly born" or neonat* or baby* or babies or premature or prematures or prematurity or preterm or preterms or "pre term" or premies or "low birth weight" or "low birthweight" or VLBW or LBW or ELBW	1.782.763 registros
#2 thermography or termografia or termografía	10.272 registros
#3 #1 AND #2	306 registros

LILACS VIA BVS (11 de agosto de 2022)

#1 infant or infants or infant's or infantile or infancy or new born or new borns or newly born or babies or premature or prematures or prematurity or preterm or preterms or pre term or premies or low birth weight or low birthweight or VLBW or LBW or ELBW AND thermography or termografia or termografía	38 registros
--	--------------

Theses Database (11 de agosto de 2022)

newborn AND thermography	2 registros
--------------------------	-------------

ClinicalTrials.gov (11 de agosto de 2022)

Condition or disease: newborn	3 registros
Other terms: thermography	

APÊNDICE B

APLICAÇÕES DA IMAGEM TERMOGRÁFICA INFRAVERMELHA NO CUIDADO AO RECÉM-NASCIDO PREMATURO: UMA REVISÃO DE ESCOPO

Ficha clínica de extração de dados

1. IDENTIFICAÇÃO DO ARTIGO	
Título	ING:
	PT:
Autor:	
Ano de publicação:	
Nome do jornal/revista de publicação:	
País onde o estudo foi realizado:	
DOI:	
Tipo de estudo:	
Objetivo do estudo:	
2. PARTICIPANTES	
Número da amostra total:	
Grupos (se houver):	
Idade gestacional dos RNs:	
3. INTERVENÇÃO	
Ferramenta de avaliação (equipamento utilizado):	