



CURSO DE MEDICINA

SALOMÃO OLIVEIRA RIOS MEIRELES FREITAS

**EFICÁCIA DA ULTRASSONOGRAFIA EM TEMPO REAL NA PUNÇÃO DE
ARTÉRIAS DE PACIENTES PEDIÁTRICOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

SALVADOR

2023

Salomão Oliveira Rios Meireles Freitas

**EFICÁCIA DA ULTRASSONOGRAFIA EM TEMPO REAL NA PUNÇÃO DE
ARTÉRIAS DE PACIENTES PEDIÁTRICOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Medicina da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública como requisito parcial para aprovação no 4º ano do Curso de Medicina.

Orientadora: Zilma Verçosa de Sá Ribeiro

Salvador

2023

RESUMO

Introdução: Convencionalmente, o acesso arterial periférico acontece por meio da técnica de palpação com inserção de cateter a partir da sensação do pulso arterial. Em crianças pequenas, esse acesso é mais difícil do que em adultos devido ao menor tamanho das artérias, o que torna o procedimento mais desafiador para quem o realiza. Assim, a ultrassonografia em tempo real vem demonstrando bons resultados no auxílio do acesso arterial em pacientes pediátricos. **Objetivos:** Avaliar a eficácia da punção arterial guiada por ultrassom em diferentes sítios e identificar os perfis de pacientes beneficiados por essa técnica através dos desfechos de sucesso na primeira tentativa, sucesso total e intercorrências. **Metodologia:** Nós conduzimos uma revisão sistemática com dados coletados nas bases *PubMed*, *Embase*, *Cochrane Central Register of Controlled Trials* e *Scopus* através dos termos “*Infant*, *Newborn*”, “*Infant*”, “*Child*, *Preschool*”, “*Child*”, “*Adolescent*”, “*Catheterization*, *Peripheral*”, “*Ultrasonography*” e seus equivalentes. Desfechos de sucesso na primeira tentativa (primário), sucesso total e intercorrências foram procurados em ensaios clínicos randomizados que compararam punção arterial guiada por ultrassom com a técnica palpatória. **Resultados:** Sete ensaios clínicos randomizados obedeceram aos critérios de inclusão e demonstraram diferentes riscos de viés. Cinco ensaios analisaram a artéria radial, um estudou a artéria femoral e outro investigou as artérias tibial posterior e pediosa dorsal. Os ensaios incluídos envolveram 675 pacientes entre neonatos, lactentes, pré-escolares, crianças e adolescentes. Na artéria radial, o ultrassom aumentou o sucesso na primeira tentativa e o sucesso total, além de ter diminuído a incidência de hematomas. Na artéria femoral, o ultrassom aumentou o sucesso na primeira tentativa. Nas artérias tibial posterior e pediosa dorsal, o ultrassom aumentou o sucesso na primeira tentativa e o sucesso total. **Conclusões:** O ultrassom demonstrou ser uma ferramenta eficaz para melhorar os desfechos da punção arterial em diferentes sítios e pacientes, principalmente na artéria radial. Com o objetivo de oferecer um melhor cuidado em saúde para essa população, o treinamento em punção arterial guiada por ultrassom é uma estratégia que pode ser adotada por universidades, programas de residência e serviços de assistência à saúde.

Palavras-chave: Cateterismo Arterial Periférico. Ultrassonografia. Pediatria. Anestesiologia. Terapia Intensiva.

ABSTRACT

Background: Traditionally, peripheral arterial access is achieved using the palpation technique with catheter insertion guided by the perception of the arterial pulse. In small children, this access is more difficult than in adults due to the smaller size of the arteries, making the procedure more challenging for those performing it. Real-time ultrasound has shown good results in guiding arterial access in paediatric patients. **Objectives:** This study evaluates the efficacy of ultrasound-guided arterial puncture at different sites and identifies the profiles of patients who benefit from this technique through the outcomes of first-attempt success, total success, and complications. **Methods:** We conducted a systematic review with data collected from PubMed, Embase, Cochrane Central Register of Controlled Trials and Scopus using the search terms “Infant, Newborn”, “Infant”, “Child, Preschool”, “Child”, “Adolescent”, “Catheterization, Peripheral”, “Ultrasonography” and their equivalents. Randomised clinical trials comparing ultrasound-guided arterial puncture with palpation technique were searched for first-attempt success (primary outcome), total success and complications. **Results:** Seven trials met the inclusion criteria and showed different risks of bias. Five trials analysed the radial artery, one the femoral artery, and a further the posterior tibial and dorsalis pedis arteries. The selected trials included 675 patients among newborns, infants, preschoolers, children, and adolescents. In the radial artery, ultrasound increased first-attempt and total success, in addition to decreasing the incidence of haematomas. In the femoral artery, ultrasound increased first-attempt success. Ultrasound also increased first-attempt and total success in the posterior tibial and dorsalis pedis arteries. **Conclusion:** Ultrasonography is an effective tool for improving arterial puncture outcomes in a variety of sites and patients, particularly in the radial artery. To provide better care for this population, training in ultrasound-guided arterial puncture is a strategy that can be adopted by universities, residency programmes and health services.

Keywords: Peripheral Arterial Catheterization. Ultrasonography. Pediatrics. Anesthesiology. Critical Care.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVOS	7
2.1 Geral.....	7
2.2 Específicos.....	7
3. REVISÃO DA LITERATURA	8
4. METODOLOGIA	12
4.1 Desenho do estudo.....	12
4.2 Fontes de informação e Estratégia de busca	12
4.3 Seleção e extração de dados	12
4.4 Critérios de inclusão	13
4.5 Critérios de exclusão	13
4.6 Avaliação da qualidade metodológica e risco de viés	13
4.7 Variáveis	13
4.8 Análise de dados	14
4.9 Considerações éticas	14
5. RESULTADOS	15
5.1 Seleção dos estudos	15
5.2 Análise do risco de viés	16
5.3 Qualidade metodológica dos estudos	18
5.4 Características dos estudos.....	19
5.5 Características da população estudada.....	21
5.6 Sucesso na primeira tentativa	24
5.7 Sucesso total	26
5.8 Intercorrências	27
5.9 Diferenças entre os estudos e limitações	28
6. DISCUSSÃO	30
7. CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS	36
APÊNDICE	41

1. INTRODUÇÃO

A inserção de cateter arterial é um procedimento realizado em ambiente hospitalar, usado habitualmente para monitorização hemodinâmica invasiva da pressão arterial e coleta de exames laboratoriais, sendo importante para estabilização dos pacientes em estado de saúde crítico.^{1,2} A artéria radial é o sítio mais comum nesse procedimento, ao passo que a artéria femoral costuma ser a segunda opção utilizada quando o acesso radial não é possível.² De forma menos frequente, outros possíveis sítios para acesso arterial são: artérias axilar, braquial, pediosa dorsal, ulnar, tibial posterior e temporal.¹

Convencionalmente, o acesso de uma artéria periférica acontece por meio da técnica de palpação com inserção de cateter a partir da sensação do pulso arterial,^{2,3} o que é tecnicamente difícil até mesmo para profissionais experientes, podendo haver diversas tentativas malsucedidas e complicações como hemorragia e formação de hematoma.^{4,5} Em crianças pequenas, esse acesso é mais difícil do que em adultos devido ao menor tamanho das artérias desses pacientes pediátricos, o que torna o procedimento mais desafiador para quem o realiza.³

Nesse contexto, além da constatação de que o diâmetro dos vasos de neonatos é muito menor que os vasos de adultos, foi observado que essa dimensão varia consideravelmente entre as faixas etárias pediátricas⁶, sendo vasos difíceis de localizar até mesmo com o auxílio da ultrassonografia⁷, aparelho facilitador da visualização de veias e artérias.⁸

Especificamente sobre a artéria radial, Zhang (2020)⁹ relatou que, quando comparada com a técnica palpatória, o procedimento guiado por ultrassom para acesso desse vaso resultou em maiores taxas de sucesso total e de primeira tentativa, além de menor incidência de hematomas. Esse mesmo autor reforçou a efetividade e segurança da intervenção especialmente em crianças pequenas. Porém, a partir dos dados disponíveis, o ultrassom não demonstrou taxa de sucesso superior para

crianças maiores. Além disso, os autores apontaram necessidade de interpretação cautelosa dos resultados, tendo em mente a heterogeneidade entre os estudos analisados.

Os estudos de revisão envolvendo acesso radial com ultrassom (principal alvo de canulação arterial)² em pacientes adultos¹⁰ e pediátricos^{9,10} relataram o pequeno número de pacientes analisados pelos ensaios clínicos reunidos como uma limitação das respectivas análises, o que diminuiu a precisão geral das estimativas obtidas.⁹ Além disso, outra revisão sistemática³ envolvendo acesso arterial pediátrico não conseguiu demonstrar satisfatoriamente evidências acerca de artérias maiores como a femoral por falta de dados nos estudos pesquisados.

A partir dos conhecimentos descritos, percebe-se, de forma geral, melhores desfechos com a utilização do ultrassom para auxílio do procedimento, sendo necessário reforçar essas constatações e investigar possíveis diferenças de impacto desse aparelho nas diversas idades, considerando as constituições anatômicas desafiadoras. Dessa forma, este estudo busca qualificar os desfechos de sucesso geral e de primeira tentativa do procedimento, além da presença das variadas intercorrências na obtenção de acessos arteriais pediátricos, utilizando ensaios clínicos randomizados e buscando superar as limitações descritas por pesquisas anteriores em relação ao pequeno número de pacientes e restrição de vasos analisados ao incluir os ensaios mais recentes. Assim, os resultados deste estudo procuram esclarecer se há vantagem no uso da ultrassonografia em tempo real para esses pacientes durante a punção arterial.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar a eficácia do acesso arterial nos pacientes pediátricos com auxílio do ultrassom em relação à técnica tradicional de palpação e ponto de referência anatômico.

2.2 Específicos

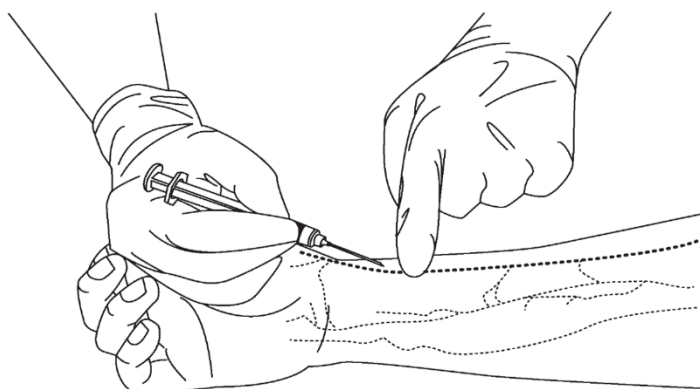
1. Comparar a taxa de sucesso na primeira tentativa e geral do procedimento com a presença ou ausência da ultrassonografia.
2. Comparar as intercorrências decorrentes do procedimento com uso de ambas as técnicas.

3. REVISÃO DA LITERATURA

Uma amostra de sangue de uma artéria é coletada principalmente para a gasometria arterial¹¹, exame que fornece informações importantes acerca das funções respiratória e metabólica do paciente, sendo essenciais para diagnóstico e tratamento.¹² O procedimento de coleta arterial deve ser realizado por profissionais de saúde habilitados após um treinamento formal, tendo em mente as possíveis intercorrências,^{2,11,13,14} sendo que a amostra de sangue pode ser obtida a partir de um cateter ou por uma agulha acoplada em uma seringa, a qual é heparinizada e manuseada de forma a diminuir o contato do sangue com o ar, evitando alterações dos resultados laboratoriais.¹¹ Esse cateter é usado também, por exemplo, para monitorização invasiva de pressão arterial, procedimento muito importante para pacientes de unidade de terapia intensiva hemodinamicamente instáveis.¹⁵

Diferentes artérias podem ser utilizadas para obtenção de sangue, sendo a artéria radial (Figura 1) a primeira escolha. Porém, esse acesso requer grande habilidade do profissional devido ao pequeno tamanho do vaso. Assim, as artérias braquiais e femorais, utilizadas, também, para cirurgias cardíacas e circulação extracorpórea, são alvos alternativos, apresentando, todavia, várias desvantagens como difícil localização por repousarem mais profundamente que a artéria radial, terem pequena circulação colateral e serem envoltas por estruturas danificáveis por uma técnica inapropriadamente realizada.^{2,11,16}

FIGURA 1 – Coleta de sangue arterial



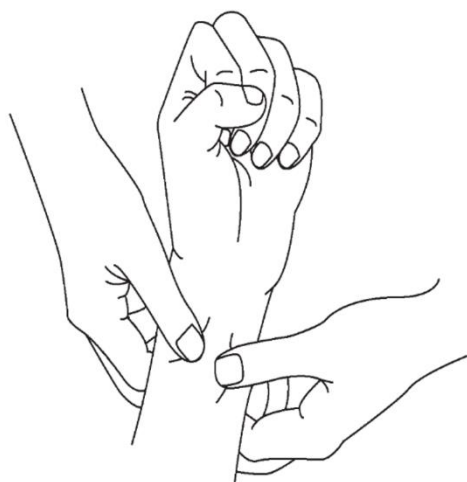
Localize a artéria e tire uma amostra

Fonte: Adaptado de Organização Mundial da Saúde (2010)¹¹

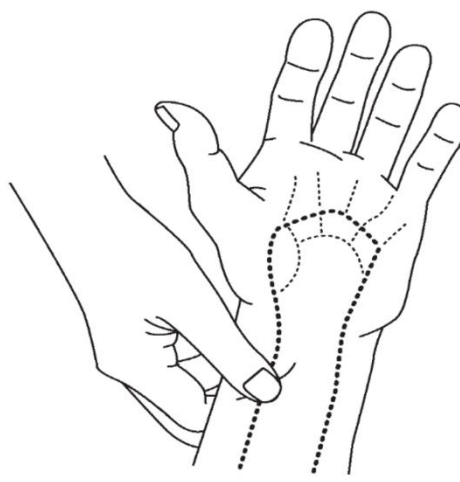
Ademais, a coleta de amostra arterial, a qual normalmente é feita em pacientes internados ou em atendimentos de emergência, está relacionada a diversas complicações como espasmo arterial sangramento excessivo/formação de hematoma, dano a nervos, infecção, formação de pseudoaneurismas, embolização de trombos ou de ar, isquemia de membros, queda de pressão arterial, sudorese, palidez, perda de consciência e erros como a coleta de sangue venoso por perfuração do vaso errado.^{2,4,5,11,13,14}

Tradicionalmente, o acesso a uma artéria é feito através da técnica de palpação do pulso e identificação de marcos anatômicos. Esse método para alcance do vaso é “educadamente cego” e pode estar mais propenso a complicações, as quais podem ser aumentadas por variabilidade anatômica e pequeno tamanho dos vasos. Especificamente para a artéria radial, antes do procedimento, é feito o Teste de Allen Modificado (Figura 2) para avaliar a competência arterial da região, garantindo suprimento sanguíneo após essa intervenção.^{2,11,16}

FIGURA 2 – Teste de Allen



Polegares ocluem as artérias radial e ulnar.
Palidez é produzida pelo punho fechado.



Polegar oclui a artéria radial enquanto a artéria ulnar é liberada e desobstruída. A mão aberta retorna à cor basal por causa da artéria ulnar e arcos conectores.

Fonte: Adaptado de Organização Mundial da Saúde (2010)¹¹

Em pacientes pediátricos, a obtenção do acesso é bastante desafiadora, sendo necessário particularizar a escolha de agulhas e cateteres para cada tamanho de paciente. Também é preciso ser cuidadoso na escolha do sítio arterial e na posição do paciente, especialmente em crianças pequenas, que podem resistir e lutar contra a realização do procedimento. Assim, é preferível que a criança esteja gentilmente controlada no colo de um dos pais, e o procedimento deve ser realizado com a técnica adequada e uniforme para evitar dor e trauma psicológico.^{11,17}

Os vasos de pacientes pediátricos, em comparação com adultos, costumam ter menor diâmetro⁶, especialmente em neonatos e crianças pequenas, sendo mais facilmente ocluídos com a inserção de cateter e sofrendo mais vasoespasmos e dissecções. Dessa forma, o acesso percutâneo tradicional por palpação é bastante desafiante, sendo facilitado pela visualização direta com ultrassonografia, tecnologia que deve ser considerada para uso em todos esses pacientes, não só aqueles com pulso reduzido ou com acesso difícil conhecido.¹⁷

A imagem ultrassônica é formada a partir de ondas mecânicas (movimentos de massa molecular alternando entre compressão e rarefação) produzidas por um transdutor, havendo reflexão dessas ondas na interface entre tecidos com características acústicas diferentes, resultando na detecção do sinal refletido pelo mesmo transdutor, aparelho que converte energia elétrica em vibração mecânica.¹⁸⁻²⁰

Esse dispositivo pulsa produzindo energia sonora com frequência que excede 20 kHz, limite superior da audição humana, operando, normalmente, entre as frequências de 2MHz até 15MHz, sendo a produção e detecção de ecos a base da técnica usada para geração de imagem. Sendo assim, a mensuração da onda refletida é essencial para o uso clínico e acontece nas margens entre duas estruturas corporais de propriedades diferentes, as quais possuem diferentes densidades e permitem velocidade de propagação distintas, possibilitando a distinção de estruturas na imagem gerada.^{18,20}

Atualmente, os aparelhos de ultrassom geram imagens em tempo real, ou seja, têm a capacidade de mostrar uma rápida sequência de imagens de forma que qualquer movimento pode ser visto enquanto ocorre. Normalmente, as máquinas operam entre 15 e 60 quadros por segundo, sendo que a suavidade do movimento aumenta com a elevação desses quadros. Também é interessante notar que quanto maior a frequência gerada pelo transdutor, maior é o detalhamento da imagem e menor a profundidade alcançada com resolução. Assim, devem ser usados diferentes balanços de resolução e penetração para diferentes aplicações da ultrassonografia.²⁰

Por ser uma região de baixa qualidade reflexiva, o interior de um vaso sanguíneo aparece como uma região escura na imagem ultrassonográfica, sendo diferenciada de estruturas adjacentes com propriedades diferentes.^{20,21} Assim, a ponta da agulha inserida também é visualizada durante sua inserção, confirmando se o vaso foi corretamente perfurado ou se o cateter foi totalmente inserido sem penetração da outra parede do vaso.¹⁶

Em crianças, a utilização do ultrassom para inserção de cateter arterial foi classificada como útil pela *European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC)*, que também indicou a possibilidade de localização da ponta do cateter em neonatos e crianças.²² A utilização do ultrassom como auxílio na canulação radial demonstrou vantagens em relação ao aumento do sucesso do procedimento e menor incidência de hematomas tanto em adultos²³ como em pacientes pediátricos.⁹ No procedimento feito na artéria axilar, altas taxas de sucesso e segurança foram observadas na população adulta²⁴, também existindo menores taxas de complicação na artéria femoral para essa mesma população.²⁵ Porém, em pacientes pediátricos, ainda faltam evidências acerca dos benefícios do uso da ultrassonografia em artérias maiores.³

4. METODOLOGIA

4.1 Desenho do estudo

Trata-se de uma Revisão sistemática da literatura, seguindo os critérios do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA).^{26,27}

4.2 Fontes de informação e Estratégia de busca

Foram analisados Ensaios Clínicos Randomizados publicados entre os anos de 2002 e maio de 2022 conduzidos em indivíduos de idade menor ou igual a 18 anos em que o ultrassom foi utilizado durante o procedimento de acesso arterial (incluindo punção, canulação ou outra intervenção envolvendo perfuração arterial).

A coleta de dados foi realizada nas bases eletrônicas *MEDLINE/PubMed*, *EMBASE*, *Scopus* e *Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL)* através dos descritores pertencentes ao *Medical Subject Headings – MeSH* (“*Infant, Newborn*” OR “*Infant*” OR “*Child, Preschool*” OR “*Child*” OR “*Adolescent*”) AND (“*Catheterization, Peripheral*”) AND (“*Ultrasonography*”). Termos equivalentes foram utilizados nas bases de dados que não aceitam descritores *MeSH*. (APÊNDICE A)

4.3 Seleção e extração de dados

Um pesquisador realizou as buscas nos bancos de dados e importou os artigos encontrados para a plataforma *Rayyan – Intelligent Systematic Review*²⁸, em que dois pesquisadores fizeram a seleção dos artigos elegíveis de forma independente. Em caso de divergência, a decisão seria feita por um terceiro pesquisador, etapa que não foi necessária. Os dados de cada artigo foram sintetizados em tabelas do *Microsoft Excel* incluindo título, ano de publicação, número de participantes, faixa etária e média ou mediana da idade dos participantes em cada grupo. Além disso os dados referentes aos desfechos (sucesso na primeira tentativa do procedimento, sucesso geral e complicações) foram sintetizados em outras tabelas do *Microsoft Excel* por um dos pesquisadores. Posteriormente, os dados das tabelas foram conferidos por

outro pesquisador. Possíveis discordâncias foram resolvidas entre os dois pesquisadores.

4.4 Critérios de inclusão

1. Estudos publicados em inglês ou português;
2. Participantes com idade igual ou inferior a 18 anos;
3. Ensaio clínico randomizado;
4. Estudos que compararam grupos com e sem uso da ultrassonografia;
5. Estudos sobre procedimento de acesso arterial (incluindo punção, canulação ou outra intervenção envolvendo perfuração arterial).

4.5 Critérios de exclusão

1. Utilização de técnicas de imagem que não o ultrassom;
2. Artigos de revisão sistemática, metanálise, *scoping review*, estudo de caso, artigos observacionais e estudo piloto;
3. Estudo sobre procedimento em veias.

4.6 Avaliação da qualidade metodológica e risco de viés

A escala CONSORT^{29,30} foi aplicada pelo primeiro pesquisador para avaliação metodológica dos estudos selecionados.

A ferramenta RoB 2³¹ foi utilizada de forma independente por dois pesquisadores para avaliar o risco de viés dos ensaios clínicos incluídos. Discordâncias foram resolvidas entre os dois pesquisadores.

4.7 Variáveis

1. Sucesso do procedimento
2. Presença de intercorrência
3. Idade dos pacientes
4. Peso dos pacientes

4.8 Análise de dados

As variáveis analisadas foram: sucesso de primeira tentativa do procedimento (desfecho primário), sucesso geral/total do procedimento (desfecho secundário), intercorrências variadas (desfecho secundário) e idade e peso dos pacientes. Esses tópicos foram avaliados a partir das medidas apresentadas nos ensaios clínicos randomizados.

4.9 Considerações éticas

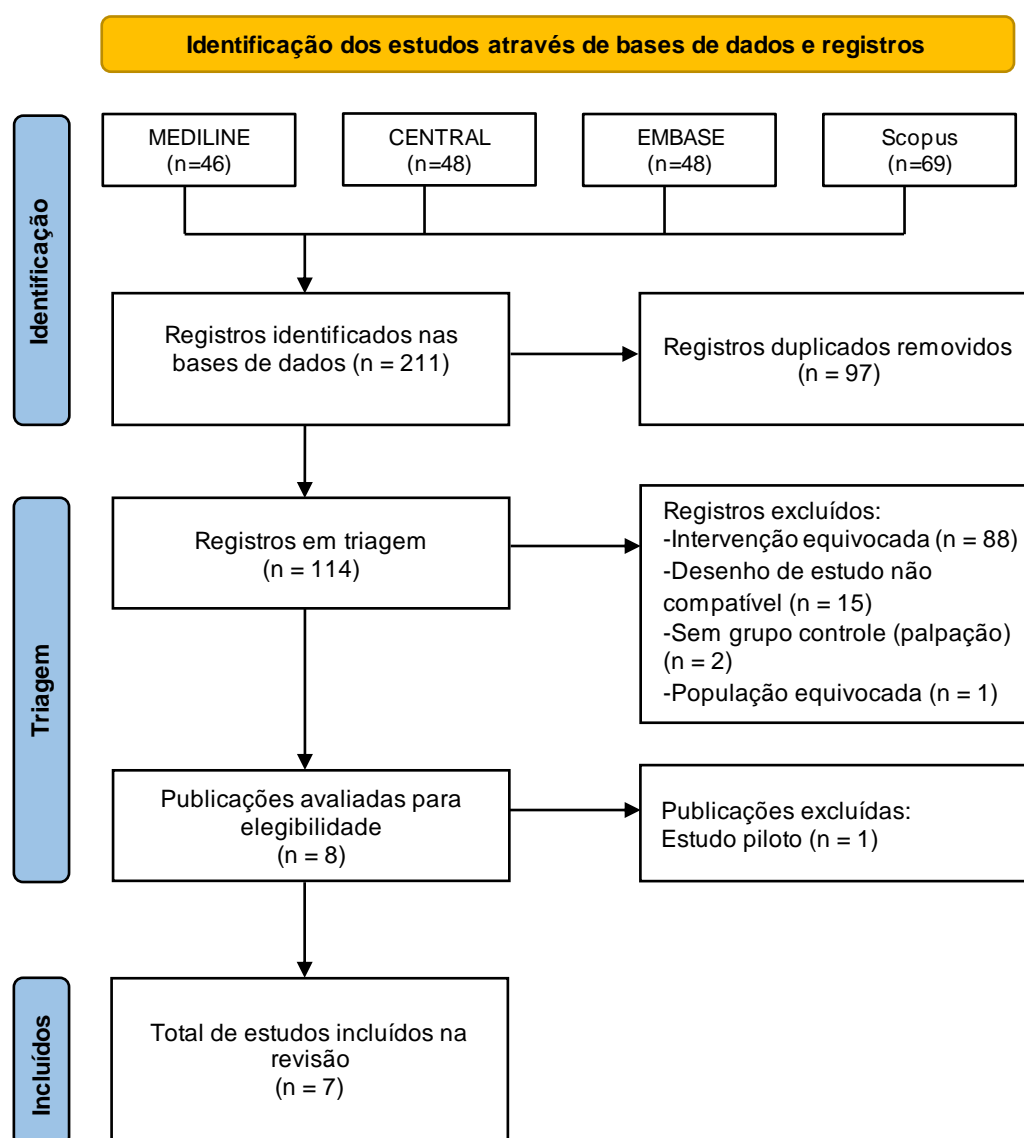
O projeto foi registrado na plataforma internacional de revisões sistemáticas *PROSPERO* com ID: CRD42022337473

Não há conflitos de interesse.

5. RESULTADOS

5.1 Seleção dos estudos

FIGURA 3 – Diagrama de fluxo – PRISMA



Após identificação de registros nas bases de dados, os critérios de elegibilidade foram aplicados para a seleção de estudos a partir da leitura do título e resumo das publicações. Após essa etapa, oito estudos foram lidos na íntegra, havendo a exclusão de um estudo piloto³² para esta revisão. Assim, sete ensaios clínicos randomizados foram incluídos neste trabalho. (Figura 3)

5.2 Análise do risco de viés

FIGURA 4 – RoB2

Sucesso 1ª tentativa	D1	D2	D3	D4	D5	Geral
Anantasit et al. (2017) ³³	!	!	+	+	+	!
Ganesh et al. (2009) ³⁴	+	+	+	+	+	+
Ishii et al. (2013) ³⁶	+	+	+	+	+	+
Liu et al. (2019) ³⁷	+	+	+	+	+	+
Min et al. (2019) ³⁸	+	+	+	+	+	+
Siddik-Sayyid et al. (2016) ³⁹	+	+	+	+	+	+
Takeshita et al. (2021) ³⁵	!	+	+	+	+	!
Sucesso total	D1	D2	D3	D4	D5	Geral
Anantasit et al. (2017) ³³	!	!	+	+	+	!
Ganesh et al. (2009) ³⁴	+	+	+	-	+	-
Ishii et al. (2013) ³⁶	+	+	+	+	+	+
Liu et al. (2019) ³⁷	+	+	+	+	+	+
Min et al. (2019) ³⁸	+	+	+	+	+	+
Siddik-Sayyid et al. (2016) ³⁹	+	+	+	+	+	+
Takeshita et al. (2021) ³⁵	!	+	+	+	+	!
Intercorrências	D1	D2	D3	D4	D5	Geral
Anantasit et al. (2017) ³³	!	!	+	+	+	!
Ishii et al. (2013) ³⁶	+	+	+	+	+	+
Liu et al. (2019) ³⁷	+	+	+	+	+	+
Min et al. (2019) ³⁸	+	+	+	+	+	+
Siddik-Sayyid et al. (2016) ³⁹	+	+	+	+	+	+

D1: Processo de randomização
 D2: Desvio das intervenções pretendidas
 D3: Falta de dados de desfecho
 D4: Medida do desfecho
 D5: Seleção do resultado relatado

+ Baixo risco
! Algumas preocupações
- Alto risco

A partir da aplicação da ferramenta RoB 2³¹, foram encontrados baixos riscos de viés no ensaios, com exceção de Anantasit et al. (2017)³³, que despertou algumas preocupações nos três desfechos analisados, Ganesh et al. (2009)³⁴, que obteve alto risco para o desfecho de sucesso total e Takeshita et al. (2021)³⁵, que despertou algumas preocupações nos dois desfechos que apresentou para esta revisão: sucesso na primeira tentativa e sucesso total. (Figura 4)

5.3 Qualidade metodológica dos estudos

FIGURA 5 – CONSORT

	Anantasit et al. (2017) ³³	Ganesh et al. (2009) ³⁴	Ishii et al (2013). ³⁶	Liu et al. (2019) ³⁷	Min et al. (2019) ³⁸	Siddik-Sayyid et al. (2016) ³⁹	Takeshita et al. (2021) ³⁵
1	Verde	Amarelo	Amarelo	Verde	Verde	Amarelo	Vermelho
2	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
3	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Verde	Verde
4	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarelo
5	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
6	Amarelo	Amarelo	Verde	Amarelo	Verde	Verde	Verde
7	Verde	Verde	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Amarelo
8	Amarelo	Verde	Vermelho	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Vermelho
9	Vermelho	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde	Vermelho
10	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho
11	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
12	Verde	Verde	Verde	Verde	Vermelho	Verde	Verde
13	Verde	Verde	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde
14	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Verde	Verde	Amarelo	Verde
15	Verde	Verde	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde
16	Vermelho	Verde	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde
17	Amarelo	Verde	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde
18	Verde	Verde	Verde	Verde	Vermelho	Verde	Verde
19	Verde	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde	Vermelho
20	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Vermelho
21	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
22	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
23	Verde	Vermelho	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde
24	Verde	Vermelho	Vermelho	Verde	Verde	Verde	Verde
25	Vermelho	Verde	Verde	Vermelho	Verde	Verde	Verde
Pontos:	18	18	15	21	21	22,5	18

Legenda: verde=1 ponto; amarelo=0,5 pontos; vermelho=0 pontos

A escala CONSORT^{29,30} foi aplicada pelo primeiro pesquisador para avaliação metodológica dos sete ensaios selecionados. A mediana da pontuação obtida por cada estudo foi 18. O estudo de Ishii et al. (2013)³⁶, apesar de ter pontuação inferior

a essa medida, foi mantido nesta revisão devido a sua relevância e baixo risco de viés para os desfecho analisados. (Figura 5)

5.4 Características dos estudos

QUADRO 1 – Características dos estudos incluídos: autor, ano de realização, país de origem, artéria estudada e desfechos analisados

Autor	Ano de realização	País	Artéria	Desfechos
Anantasit et al. (2017) ³³	2015-2016	Tailândia	Radial	S1T, ST, INT
Ganesh et al. (2009) ³⁴	NI	EUA	Radial	S1T, ST
Ishii et al. (2013) ³⁶	2009-2011	Japão	Radial	S1T, ST, INT
Liu et al. (2019) ³⁷	2015-2016	China	Radial	S1T, ST, INT
Min et al. (2019) ³⁸	2016-2017	Coreia do Sul	Radial	S1T, ST, INT
Siddik-Sayyid et al. (2016) ³⁹	2014-2016	Líbano	Femoral	S1T, ST, INT
Takehita et al. (2021) ³⁵	2019-2020	Japão	Tibial posterior e Pediosa dorsal	S1T, ST

Legenda: S1T- sucesso na 1ª tentativa; ST- sucesso total; INT- intercorrências; NI- não informado; EUA- Estados Unidos da América

Os estudos incluídos nesta Revisão Sistemática foram publicados entre os anos de 2009 e 2021, sendo realizados predominantemente no continente asiático, com apenas uma exceção nos EUA, Ganesh et al. (2009)³⁴. A artéria radial foi a mais pesquisada, havendo apenas um estudo dedicado à artéria femoral, feito por Siddik-Sayyid et al. (2016)³⁹ e outro às artérias tibial posterior e pediosa dorsal por Takehita et al. (2021)³⁵. O sucesso na primeira tentativa (desfecho primário desta revisão) e sucesso total de acesso arterial, foram analisados por todos os ensaios incluídos, enquanto apenas cinco ensaios^{33,36-39} analisaram a presença de intercorrências decorrentes ao procedimento. (Quadro 1)

Os participantes de Ishii et al. (2013)³⁶ foram submetidos à cateterização arterial duas vezes: com a técnica do ultrassom em uma das artérias radiais e técnica de palpação na outra artéria radial. Takeshita et al. (2021)³⁵ analisou quatro grupos diferentes: dois para comparação de ultrassom com palpação na artéria tibial posterior e outros dois para comparação de ultrassom com palpação na artéria pediosa dorsal.

Todos os ensaios incluídos utilizaram o método *short-axis* (corte de imagem transversal ao vaso).

5.5 Características da população estudada

QUADRO 2 – Amostra e características dos participantes de cada estudo: idade e faixa etária

Autor	n= Amostra grupo ultrassom idade	n= Amostra grupo palpação idade	Faixa etária
Anantasit et al. (2017) ³³ (A. Radial)	n= 41 μ : 20m (IQR: 6-60)	n= 43 μ : 32m (IQR: 7-93)	Lactente e pré-escolar
Ganesh et al. (2009) ³⁴ (A. Radial)	n= 72 \bar{x} : 99.1m (\pm 69.3)	n= 80 \bar{x} : 99.6m (\pm 71.6)	Neonato a adolescente
Ishii et al. (2013) ³⁶ (A. Radial)	n= 59 μ : 18.4m (IQR: 7-28)		Lactente
Liu et al. (2019) ³⁷ (A. Radial)	n= 30 \bar{x} : 15.1d (\pm 10.3)	n= 30 \bar{x} : 15.0d (\pm 8.1)	Neonato
Min et al. (2019) ³⁸ (A. Radial)	n= 37 \bar{x} : 1.7m (\pm 2.7)	n= 37 \bar{x} : 3.5m (\pm 3.5)	Lactente
Siddik-Sayyid et al. (2016) ³⁹ (A. Femoral)	n= 53 \bar{x} : 37.9m (\pm 40.4)	n= 53 \bar{x} : 30.6m (\pm 25.7)	Pré-escolar
Takeshita et al. (2021) ³⁵ (A. Tibial posterior)	n= 35 μ : 9m (IQR: 2-14)	n= 35 μ : 7m (IQR: 2.3-12.8)	Lactente
Takeshita et al. (2021) ³⁵ (A. Pediosa dorsal)	n= 35 μ : 5m (IQR: 1.3-15)	n= 35 μ : 7m (IQR: 1-13.5)	Lactente

Legenda: μ - mediana; \bar{x} - média; m- meses; IQR- intervalo interquartil; \pm - desvio padrão; d- dias; A.- artéria

O Quadro 2 mostra a quantidade de participantes alocados para o grupo ultrassom (caso) e grupo palpação (controle) em cada um dos ensaios. Nos grupos ultrassom, o número de participantes variou de 30 em Liu et al. (2019)³⁷ a 72 em Ganesh et al. (2009)³⁴. Já nos grupos palpação, essa medida variou de 30 em Liu et al. (2019)³⁷ a

80 em Ganesh et al. (2009)³⁴. No total, esta revisão agrupou os resultados de 675 pacientes.

Além disso, a idade (Quadro 2) e peso (Quadro 3) dos pacientes alocados para cada grupo em cada ensaio estava expressa em mediana ou média. No grupo ultrassom, a mediana das idades variou de 5 meses em Takeshita et al. (2021)³⁵ a 20 meses em Anantasit et al. (2017)³³, e a média das idades variou de 15.1 dias em Liu et al. (2019)³⁷ a 99.1 meses em Ganesh et al. (2009)³⁴. No grupo palpação, a mediana das idades variou de 7 meses em Takeshita et al. (2021)³⁵ a 32 meses em Anantasit et al. (2017)³³, e a média das idades variou de 15 dias em Liu et al. (2019)³⁷ a 99.6 meses em Ganesh et al. (2009)³⁴

Quanto à faixa etária, os pacientes foram classificados segundo a categorização de descritores MeSH em: Neonatos (0 a 28 dias de idade), lactentes (1 a 23 meses de idade), pré-escolares (2 a 5 anos de idade), crianças (6 a 12 anos de idade) e adolescentes (13 a 18 anos de idade), sendo os lactentes o foco da maioria dos estudos^{33,35,36,38}. (Quadro 2)

QUADRO 3 – Características dos participantes de cada estudo: peso

Autor	Grupo ultrassom Kg	Grupo palpação Kg
Anantasit et al. (2017) ³³ (A. Radial)	μ : 9 (IQR: 6-22)	μ : 11 (IQR: 6-26)
Ganesh et al. (2009) ³⁴ (A. Radial)	\bar{x} : 32.2 (\pm 21.1)	\bar{x} : 31.3 (\pm 22.6)
Ishii et al. (2013) ³⁶ (A. Radial)	μ : 8.1 (IQR: 6.04-10.48)	
Liu et al. (2019) ³⁷ (A. Radial)	\bar{x} : 2.8 (\pm 0.8)	\bar{x} : 2.8 (\pm 0.7)
Min et al. (2019) ³⁸ (A. Radial)	\bar{x} : 4.8 (\pm 1.9)	\bar{x} : 5.7 (\pm 2.1)
Siddik-Sayyid et al. (2016) ³⁹ (A. Femoral)	\bar{x} : 12.4 (\pm 8)	\bar{x} : 10.6 (\pm 4.8)
Takeshita et al. (2021) ³⁵ (A. Tibial posterior)	μ : 5.8 (IQR: 3.7-8.6)	μ : 5.4 (IQR: 4.3-7.9)
Takeshita et al. (2021) ³⁵ (A. Pediosa dorsal)	μ : 6.3 (IQR: 3.7-8.6)	μ : 5.6 (IQR: 3.5-7.8)

Legenda: Kg- quilogramas; μ - mediana; \bar{x} - média; IQR- intervalo interquartil; \pm - desvio padrão; A.- artéria

No grupo ultrassom, a mediana do peso variou de 5.8Kg em Takeshita et al. (2021)³⁵ a 9Kg em Anantasit et al. (2017)³³, e a média do peso variou de 2.8Kg em Liu et al. (2019)³⁷ a 32.2Kg em Ganesh et al. (2009)³⁴. No grupo palpação, a mediana do peso variou de 5.4Kg em Takeshita et al. (2021)³⁵ a 11Kg em Anantasit et al. (2017)³³, e a média do peso variou de 2.8Kg em Liu et al. (2019)³⁷ a 31.3Kg em Ganesh et al. (2009)³⁴. (Quadro 3)

5.6 Sucesso na primeira tentativa

QUADRO 4 – Sucesso na primeira tentativa (desfecho primário) em porcentagem, risco relativo e *odds ratio*

Autor	Grupo Ultrassom	Grupo Palpação	IC 95%	p
Anantasit et al. (2017) ³³ (A. Radial)	60.6%	29.4%	RR: 4.18 1.57-11.14	0.072 0.004
Ganesh et al. (2009) ³⁴ (A. Radial)	13.9%	13.8%		1.00
Ishii et al. (2013) ³⁶ (A. Radial)	76.3%	35.6%		<0.001
Liu et al. (2019) ³⁷ (A. Radial)	40%	10%	RR: 4.0 1.3-12.8	0.007
Min et al. (2019) ³⁸ (A. Radial)	68%	38%		0.019
Siddik-Sayyid et al. (2016) ³⁹ (A. Femoral)	45%	25%	OR: 2.54 1.11-5.82	0.025
Takeshita et al. (2021) ³⁵ (A. Tibial posterior)	82.9%	22.9%		<0.001
Takeshita et al. (2021) ³⁵ (A. Pediosa dorsal)	85.7%	25.7%		<0.001

Legenda: A.- artéria; IC 95%- intervalo de confiança de 95%; RR- risco relativo; OR- odds ratio

O Quadro 4 apresenta os resultados do desfecho primário desta revisão. O sucesso de primeira tentativa foi medido por todos os ensaios incluídos neste estudo. No grupo ultrassom, a porcentagem desse desfecho variou de 13.9% em Ganesh et al. (2009)³⁴ a 85.7% em Takeshita et al. (2021)³⁵. No grupo palpação, a porcentagem desse desfecho variou de 10% em Liu et al. (2019)³⁷ a 35.6% em Ishii et al. (2013)³⁶. (Quadro 4)

A maioria dos ensaios não apresentaram medidas de associação calculadas para o sucesso de primeira tentativa, mas apenas comparação de porcentagens entre os grupos, sendo as medidas calculadas: em Anantasit et al. (2017)³³, RR: 4.18 (IC 95%: 1.57-11.14; p=0.004), em Liu et al. (2019)³⁷, RR: 4.0 (IC 95%: 1.3-12.8) e em Siddik-

Sayyid et al. (2016)³⁹, OR: 2.54 (IC 95%: 1.11-5.82), todas com significância estatística. (Quadro 4)

Ao comparar as porcentagens de sucesso de cada grupo em cada ensaio para o desfecho de sucesso na primeira tentativa, a análise de Ishii et al. (2013)³⁶ mostrou maior significância estatística entre os estudos na artéria radial (76.3% vs. 35.6%; $p < 0.001$), indicando vantagem no uso do ultrassom. Nas artérias femoral, tibial posterior e pediosa dorsal, as comparações entre grupos também atingiram significância estatística: 45% vs. 25% ($p = 0.025$; artéria femoral) em Siddik-Sayyid et al. (2016)³⁹, 82.9% vs. 22.9% ($p < 0.001$; artéria tibial posterior) e 85.7% vs. 25.7% ($p < 0.001$; artéria pediosa dorsal) em Takeshita et al. (2021)³⁵, indicando vantagem para uso do ultrassom. (Quadro 4)

5.7 Sucesso total

QUADRO 5 – Sucesso total (desfecho secundário) em porcentagem, risco relativo e *odds ratio*

Autor	Grupo Ultrassom	Grupo Palpação	IC 95%	p
Anantasit et al. (2017) ³³ (A. Radial)	80.5%	39.5%	RR: 2.03 1.13-3.64	<0.001 0.018
Ganesh et al. (2009) ³⁴ (A. Radial)	69.4%	66.3%		0.730
Ishii et al. (2013) ³⁶ (A. Radial)	91.5%	50.8%		<0.001
Liu et al. (2019) ³⁷ (A. Radial)	96.7%	60.0%	RR: 1.61 1.19-2.17	0.001
Min et al. (2019) ³⁸ (A. Radial)	84%	73%		0.259
Siddik-Sayyid et al. (2016) ³⁹ (A. Femoral)	75%	58%	OR: 2.18 0.95-5.01	0.06
Takeshita et al. (2021) ³⁵ (A. Tibial posterior)	85.7%	40%		<0.001
Takeshita et al. (2021) ³⁵ (A. Pediosa dorsal)	91.4%	54.3%		<0.001

Legenda: A.- artéria; IC 95%- intervalo de confiança de 95%; RR- risco relativo; OR- odds ratio

Quanto ao desfecho de sucesso total, no grupo ultrassom, a porcentagem desse desfecho variou de 69.4% em Ganesh et al. (2009)³⁴ a 96.7% em Liu et al. (2019)³⁷. No grupo palpação, a porcentagem desse desfecho variou de 39.5% em Anantasit et al. (2017)³³ a 73% em Min et al. (2019)³⁸. (Quadro 5)

A maioria dos ensaios não apresentaram medidas de associação calculadas para esse desfecho, mas apenas comparação de porcentagens entre os grupos, sendo as medidas calculadas: em Anantasit et al. (2017)³³, RR: 2.03 (IC 95%: 1.13-3.64; p=0.018), em Liu et al. (2019)³⁷, RR: 1.61 (IC 95%: 1.19-2.17), com significância estatística, e Siddik-Sayyid et al. (2016)³⁹, OR: 2.18 (IC 95%: 0.95-5.01), que não alcançou significância estatística. (Quadro 5)

Ao comparar as porcentagens de sucesso total de cada grupo em cada ensaio, a análise de Anantasit et al. (2017)³³ mostrou maior significância estatística entre os estudos na artéria radial (80.5% vs. 39.5%; $p < 0.001$), indicando vantagem no uso do ultrassom. Nas artérias tibial posterior e pediosa dorsal, as comparações entre grupos também atingiram significância estatística: 85.7% vs. 40% ($p < 0.001$; artéria tibial posterior) e 91.4% vs. 54.3% ($p < 0.001$; artéria pediosa dorsal) em Takeshita et al. (2021)³⁵, indicando vantagem para uso do ultrassom. Porém, a única comparação de sucesso total na artéria femoral não teve significância estatística: 75% vs. 58% ($p = 0.06$) em Siddik-Sayyid et al. (2016)³⁹. (Quadro 5)

5.8 Intercorrências

QUADRO 6 – Intercorrências (desfecho secundário) em porcentagem e risco relativo

Autor	Intercorrência	Grupo Ultrassom	Grupo Palpação	IC 95%	p
Anantasit et al. (2017) ³³ (A. Radial)	Hematoma	12.5%	53.5%		<0.001
Ishii et al. (2013) ³⁶ (A. Radial)	Hematoma	5.1%	25.4%		0.002
Liu et al. (2019) ³⁷ (A. Radial)	Hematoma	3.3%	26.7%		0.026
			RR: 0.13	0.02-0.94	
Min et al. (2019) ³⁸ (A. Radial)	NI				
Siddik-Sayyid et al. (2016) ³⁹ (A. Femoral)	NI				

Legenda: A.- artéria; IC 95%- intervalo de confiança de 95%; RR- risco relativo; NI- não informado

Em relação ao desfecho de intercorrências, a hemorragia foi o único tipo observado pelos ensaios, apesar de não ser o único previsto para análise por esses estudos, havendo variação de 0% em Min et al (2019)³⁸ e Siddik-Sayyid et al. (2016)³⁹ a 12.2% no grupo ultrassom e 53.5% no grupo palpação em Anantasit et al. (2017)³³. (Quadro 6)

Apenas um ensaio apresentou medida de associação para esse desfecho: Liu et al. (2019)³⁷, RR: 0.13 (IC 95%: 0.02-0.94) com significância estatística. (Quadro 6)

Ao comparar as porcentagens de intercorrências de cada grupo nos ensaios que observaram hemorragias, a análise de Anantasit et al. (2017)³³ mostrou maior significância estatística entre os estudos na artéria radial (12.2% vs. 53.5%; $p < 0.001$), indicando vantagem no uso do ultrassom. Siddik-Sayyid et al. (2016)³⁹ foi o único que analisou esse desfecho na artéria femoral e não observou ocorrências em nenhum dos grupos. (Quadro 6)

5.9 Diferenças entre os estudos e limitações

QUADRO 7- Características clínicas e diferenças entre os estudos: Operador e contexto clínico

Autor	Operadores	Contexto clínico
Anantasit et al. (2017) ³³ (A. Radial)	Fellows de cuidado crítico pediátrico	UTI
Ganesh et al. (2009) ³⁴ (A. Radial)	Fellows de anestesia pediátrica e preceptores anesthesiologistas	Sala de cirurgia
Ishii et al. (2013) ³⁶ (A. Radial)	<i>Trainees</i> de anestesiologia	Cirurgia Cardíaca
Liu et al. (2019) ³⁷ (A. Radial)	Anesthesiologista	Cirurgia abdominal
Min et al. (2019) ³⁸ (A. Radial)	Anesthesiologistas	Cirurgia cardíaca
Siddik-Sayyid et al. (2016) ³⁹ (A. Femoral)	Residentes de anestesia	Cirurgia cardíaca
Takehita et al. (2021) ³⁵ (A. Tibial posterior e A. Pediosa dorsal)	Anesthesiologistas	Cirurgia cardiovascular

Legenda: A.- artéria; UTI- unidade de terapia intensiva

O Quadro 7 indica as diferenças entre os ensaios, em que se percebe diferentes níveis de qualificação dos operadores em cada estudo, existindo desde residentes até preceptores de anestesia realizando a punção arterial. Por outro lado, excluindo

Anantasit et al.(2017)³³, que aconteceu em uma unidade de terapia intensiva, todos os ensaios foram realizados em contextos cirúrgicos, com destaque para as cirurgias cardíacas. (Quadro 7)

Em relação às limitações, a mais relatada foi a impossibilidade de cegamento dos operadores em Anantasit et al.(2017)³³, Ganesh et al. (2009)³⁴, Min et al (2019)³⁸ e Siddik-Sayyid et al. (2016)³⁹. Uma pequena quantidade de pacientes neonatos foi ressaltada por Ganesh et al. (2009)³⁴ e Siddik-Sayyid et al. (2016)³⁹. Min et al (2019)³⁸ também identificou uma diferença de idade entre os participantes do grupo ultrassom e palpação. A limitação encontrada por Ishii et al. (2013)³⁶ foi o fato de os pacientes não apresentarem movimentos indesejáveis por efeito de anestesia, o que é um fator facilitador ausente em outros contextos clínicos. Por fim, em Ganesh et al. (2009)³⁴, o tempo e a quantidade de tentativas para insucesso de um acesso foram pouco definidos.

6. DISCUSSÃO

O acesso de artérias é um procedimento essencial e utilizado frequentemente. Ele permite importantes intervenções como gasometria arterial e monitorização de pressão arterial batimento a batimento.⁴⁰ Nas crianças, as artérias radial, femoral e tibial posterior são as mais utilizadas, existindo complicações comuns: sangramento, hematoma, oclusão arterial e lesão de estruturas adjacentes.⁴⁰ Nesse sentido, uma meta-análise que compilou resultados da população adulta observou que o uso da ultrassonografia aumentou o sucesso de primeira tentativa quando comparado com a técnica palpatória.⁴¹ Assim, é necessário investigar se esse resultado também se aplica para pacientes pediátricos.

Esta revisão sugere que o uso do ultrassom em tempo real promove aumento da taxa de sucesso na primeira tentativa do acesso das artérias radial, femoral, tibial posterior e pediosa dorsal de neonatos, lactentes e pré-escolares. Porém os resultados das artérias femoral, tibial posterior e pediosa dorsal devem ser considerados de forma cautelosa por causa do pequeno número de estudos encontrados nesses vasos.

Adicionalmente, a ultrassonografia aumentou, com relevância, a taxa de sucesso total do procedimento, nas mesmas faixas de idade, nas artérias radial, tibial posterior e pediosa dorsal. Além disso, o ultrassom reduziu significativamente a incidência de hematomas na área da artéria radial, também nas mesmas faixas de idade. Considerando o peso dos pacientes, a ultrassonografia demonstrou alguma vantagem estatisticamente significativa em estudos com mediana de 5.8Kg (grupo ultrassom)³⁵ e 5.4Kg (grupo palpação)³⁵ a 9Kg (grupo ultrassom)³³ e 11Kg (grupo palpação)³³ e média de 2.8Kg (grupo ultrassom e grupo palpação)³⁷ a 12.4Kg (grupo ultrassom)³⁹ e 10.6Kg (grupo palpação)³⁹, demonstrando benefício em uma ampla faixa de peso.

Ganesh et al. (2009)³⁴ foi o único estudo na artéria radial que não demonstrou significância estatística para aumento do sucesso na primeira tentativa com o ultrassom. Isso pode ser consequência da idade dos pacientes incluídos, envolvendo,

também, as faixas etárias de criança e de adolescente, o que destoava do perfil de pacientes dos outros estudos. Outra possibilidade para essa discrepância na relevância de resultados é a relativa inexperiência relatada dos operadores desse ensaio no procedimento guiado por ultrassom. Além disso, é importante notar que a taxa de sucesso no grupo palpação também foi muito baixa, o que pode sugerir a existência de algum outro fator que dificultou a realização dos procedimentos no contexto desse ensaio, diminuindo sua capacidade de medir diferenças entre as duas técnicas.

Um ensaio em pacientes adultos com operadores *fellows* e especialistas demonstrou que familiaridade com a técnica do ultrassom aumenta o sucesso do procedimento na artéria radial.⁴² Um outro ensaio em veias periféricas de pacientes pediátricos, em que todos os operadores eram especialistas experientes e especificamente treinados na cateterização guiada por ultrassom, demonstrou alta taxa de sucesso na primeira tentativa⁴³, sendo necessário um treinamento preliminar com a ultrassonografia antes de utilizar essa técnica para a artéria radial, especialmente para operadores inexperientes.⁴⁴ Assim, reforça-se a hipótese de que a inexperiência com a ultrassonografia relatada em Ganesh et al. (2009)³⁴ foi a causa da pequena taxa de sucesso com esse aparelho.

Um estudo prospectivo⁴⁵ comparou a performance de estudantes no acesso vascular guiado por ultrassom, em um modelo, antes e depois de um curso teórico-prático. Os autores demonstraram que, após esse curso, o número de estudantes capazes de realizar o procedimento dentro de três minutos aumentou significativamente. Dessa forma, essa pode ser uma estratégia a ser adotada por faculdades, programas de residência e serviços de assistência, gerando mais profissionais capacitados para a aplicação da ultrassonografia no acesso vascular.

Ganesh et al. (2009)³⁴ também não demonstrou significância estatística para aumento do sucesso total com o ultrassom. Porém, é importante ressaltar que esse ensaio obteve alto risco de viés para esse desfecho, especificamente, pela ferramenta

RoB2³¹ (Figura 4) por não ter definido tempo ou número de tentativas mínimas para considerar um procedimento como falho, deixando essa definição a cargo de diferentes anestesiólogos, cada um com opiniões próprias sobre quando deveriam mudar a técnica ou local de punção, momento em que a randomização foi comprometida e a intervenção modificada, demarcando o fim da análise do desfecho em questão.

Dentre os ensaios na artéria radial, Min et al. (2019)³⁸ também não encontrou significância estatística para o aumento da taxa de sucesso total. Porém, é necessário notar que os operadores desse estudo eram especialistas anestesiólogos com mais de dois anos de experiência em anestesia cardíaca pediátrica que obtiveram uma taxa de sucesso muito alta mesmo sem o ultrassom (73%), a qual foi a taxa mais alta entre os grupos palpção dos 7 ensaios incluídos. Assim, mesmo com uma taxa de sucesso de 84% no grupo ultrassom, a diferença entre os resultados não foi estatisticamente significativa, o que pode significar que, para operadores altamente experientes em cateterização radial, a ultrassonografia, aprimora (aumento do sucesso na primeira tentativa), mas não altera a conclusão do procedimento.

O único ensaio incluído na artéria femoral³⁹ mostrou aumento do sucesso na primeira tentativa, mas não conseguiu demonstrar superioridade do ultrassom no sucesso total. De forma semelhante, uma meta-análise na população adulta²⁵ também encontrou aumento do sucesso na primeira tentativa, mas não no sucesso total para a artéria femoral. Dessa forma, é provável que a ultrassonografia em tempo real não seja tão impactante para a artéria femoral como para outros sítios de punção, já que, apesar de proporcionar menos tentativas, não parece mudar a conclusão do procedimento.

Esta revisão condiz com os resultados de uma coorte prospectiva em pacientes pediátricos⁴⁶ que constatou maior chance de cateterização na primeira tentativa e menores chances de sangramento ou de falhar no procedimento guiado por ultrassom na artéria radial. Por outro lado, outra coorte prospectiva⁴⁷ com predominância de procedimentos na artéria femoral não encontrou melhora dos desfechos analisados

por esta revisão, fortalecendo a suposição de que a ultrassonografia não é tão impactante para a artéria femoral.

Os resultados desta revisão são consistentes com o encontrado em meta-análises passadas na artéria radial, em que os autores observaram que a ultrassonografia aumenta o sucesso na primeira tentativa,^{3,9,10} o sucesso total⁹ e diminui a incidência de hematomas^{3,9,10}. De modo diferente das meta-análises citadas, nós não incluímos o estudo piloto³², possível fonte de viés, em nossa análise. Também comparamos o ultrassom somente com a técnica palpatória, diferindo de Aouad-Maroun et al. (2016)³ nesse quesito. Por fim, numa amostra de pacientes tão diversa quanto a demonstrada nesta revisão, uma análise qualitativa é a mais adequada, evitando um possível resultado enviesado a partir de valores numéricos obtidos de perfis de pacientes muito diferentes em cada ensaio clínico. Assim, nossa revisão serve para reforçar os achados citados e validar ainda mais a superioridade da ultrassonografia para a artéria radial.

Até onde nós sabemos, esta é a primeira revisão com pacientes pediátricos a incluir os resultados das artérias femoral, pediosa dorsal e tibial posterior, sendo importante considerar esses achados com cautela, já que cada uma destas só foi analisada por um ensaio. Dessa forma, ressalta-se a importância de produzir mais ensaios clínicos nesses pontos de punção a fim de que seus fenômenos sejam compreendidos melhor.

Diferentemente da meta-análise feita na artéria radial de adultos⁴¹, que observou vantagem apenas para o sucesso na primeira tentativa (dentro dos desfechos na nossa revisão), encontramos que, para a população pediátrica, também existem vantagens em relação ao sucesso total e incidência de hematoma, o que sugere uma maior importância da ultrassonografia para esse perfil de paciente. Além disso, duas meta-análises^{48,49} em veias periféricas pediátricas apresentaram resultados conflitantes e não muito promissores para o ultrassom nesses vasos, mostrando que esse aparelho parece ser mais importante para artérias.

A artéria radial foi a mais estudada dentre os ensaios clínicos incluídos. Isso provavelmente se deve ao fato de essa artéria ser comumente usada e fácil de alcançar², sendo a preferência na escolha do sítio de punção. A frequência do uso dessa artéria provavelmente é o fator motivador de haver um maior número de estudos nesse vaso.

De modo geral, encontramos fortes evidências para a superioridade da ultrassonografia nos desfechos analisados, havendo a ressalva de que significância estatística não foi alcançada em Ganesh et al. (2009)³⁴ para o sucesso na primeira tentativa e em Ganesh et al. (2009), Min et al. (2019)³⁸ e Siddik-Sayyid et al. (2016)³⁹ para o sucesso total.

Esta revisão tem como limitação o pequeno número de ensaios realizados nas artérias femoral³⁹, pediosa dorsal³⁵ e tibial posterior³⁵ reduzindo nossa capacidade de demonstrar fortes evidências para essas artérias. Além disso, dentre os cinco^{33,36-39} ensaios que analisaram a presença de intercorrências, apenas três^{33,36,37} demonstraram superioridade para a ultrassonografia, ao passo que os restantes não observaram nenhum evento em qualquer um dos grupos.

É importante ressaltar a variedade de idade e peso entre os pacientes de cada ensaio incluído, o que pode enfraquecer a evidência de superioridade da ultrassonografia para faixas de idade específicas, mas também pode ser um fortalecimento desta revisão ao possibilitar a generalização da evidência para vários perfis de pacientes pediátricos.

7. CONCLUSÕES

Em conclusão, a ultrassonografia aumentou a taxa de sucesso na primeira tentativa e de sucesso total nas artérias radial, tibial posterior e pediosa dorsal. O ultrassom também aumentou a taxa de sucesso na primeira tentativa na artéria femoral e diminuiu a incidência de hematomas na artéria radial. Esses resultados foram encontrados em faixas de idade e peso variadas, sendo importante haver maior investigação acerca das artérias femoral, tibial posterior e pediosa dorsal em ensaios clínicos futuros. Dessa forma, para que mais profissionais estejam prontos para a aplicação da ultrassonografia no acesso vascular, a capacitação nesse procedimento pode ser uma estratégia a ser adotada por universidades, programas de residência e serviços de assistência.

REFERÊNCIAS

1. Scheer B, Perel A, Pfeiffer UJ. Clinical review: complications and risk factors of peripheral arterial catheters used for haemodynamic monitoring in anaesthesia and intensive care medicine. *Crit Care* [Internet]. 2002 Jun [cited 2022 May 19];6(3):199–204. Available from: <https://doi.org/10.1186/cc1489>
2. Maini S. Radial and Femoral Artery Catheterization Techniques. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin* [Internet]. 2015 Sep [cited 2022 May 19];23(2):159–63. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cxom.2015.05.007>
3. Aouad-Maroun M, Raphael CK, Sayyid SK, Farah F, Akl EA. Ultrasound-guided arterial cannulation for paediatrics. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2016 Sep 14 [cited 2022 May 19];(9). Available from: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011364.pub2>
4. Mehran R, Pocock S, Nikolsky E, Dangas GD, Clayton T, Claessen BE, et al. Impact of bleeding on mortality after percutaneous coronary intervention: Results from a patient-level pooled analysis of the REPLACE-2 (Randomized Evaluation of PCI Linking Angiomax to Reduced Clinical Events), ACUITY (Acute Catheterization and Urgent In. *JACC Cardiovasc Interv* [Internet]. 2011 Jun [cited 2022 Apr 21];4(6):654–64. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2011.02.011>
5. Sartorius B, Behnes M, Ünsal M, Hoffmann U, Lang S, Mashayekhi K, et al. Arterial access-site complications after use of a vascular closure device related to puncture height. *BMC Cardiovasc Disord* [Internet]. 2017 Dec 16 [cited 2022 Apr 20];17(1):64. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12872-017-0484-7>
6. Mortensen J, Talbot S, Burkart JA. Cross-sectional internal diameters of human cervical and femoral blood vessels: Relationship to subject's sex, age, body size. *Anat Rec* [Internet]. 1990 Jan [cited 2022 May 19];226(1):115–24. Available from: <https://doi.org/10.1002/ar.1092260114>
7. Lau CSM, Chamberlain RS. Ultrasound-guided central venous catheter placement increases success rates in pediatric patients: a meta-analysis. *Pediatr Res* [Internet]. 2016 Aug 8 [cited 2021 Nov 13];80(2):178–84. Available from: <https://doi.org/10.1038/pr.2016.74>
8. Sobolev M, Shiloh AL, Di Biase L, Slovut DP. Ultrasound-guided cannulation of the femoral vein in electrophysiological procedures: A systematic review and meta-analysis. *Europace* [Internet]. 2017 May 20 [cited 2022 May 19];19(5):850–5. Available from: <https://doi.org/10.1093/europace/euw113>
9. Zhang W, Li K, Xu H, Luo D, Ji C, Yang K, et al. Efficacy of ultrasound-guided technique for radial artery catheterization in pediatric populations: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care* [Internet]. 2020 Dec 6 [cited 2022 May 19];24(1):197. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13054-020-02920-8>
10. Gu WJ, Tie HT, Liu JC, Zeng XT. Efficacy of ultrasound-guided radial artery catheterization: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care* [Internet]. 2014 [cited 2022 May 19];18(3). Available

from: <https://doi.org/10.1186/cc13862>

11. N. Dhingra, M. Diepart, G. Dziekan, S. Khamassi, F. Otazia S wilburn. WHO guidelines on drawing blood : best practices in phlebotomy [Internet]. World Health Organization. 2010 [cited 2022 May 19]. 1–105 p. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK138650/>
12. Byrne AL, Bennett M, Chatterji R, Symons R, Pace NL, Thomas PS. Peripheral venous and arterial blood gas analysis in adults: are they comparable? A systematic review and meta-analysis. *Respirology* [Internet]. 2014 Feb [cited 2022 May 19];19(2):168–75. Available from: <https://doi.org/10.1111/resp.12225>
13. Gaertner WB, Santilli SM, Reil TD. Radial Artery Pseudoaneurysm in the Intensive Care Unit. *Ann Vasc Surg* [Internet]. 2010 May [cited 2022 May 19];24(4):554.e13-554.e16. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2009.07.039>
14. Falk PS, Scuderi PE, Sherertz RJ, Motsinger SM. Infected Radial Artery Pseudoaneurysms Occurring after Percutaneous Cannulation. *Chest* [Internet]. 1992 Feb [cited 2022 May 19];101(2):490–5. Available from: <https://doi.org/10.1378/chest.101.2.490>
15. Lehman L-WH, Saeed M, Talmor D, Mark R, Malhotra A. Methods of Blood Pressure Measurement in the ICU*. *Crit Care Med* [Internet]. 2013 Jan [cited 2022 May 19];41(1):34–40. Available from: <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e318265ea46>
16. Schindler E, Schears GJ, Hall SR, Yamamoto T. Ultrasound for vascular access in pediatric patients. Davidson A, editor. *Pediatr Anesth* [Internet]. 2012 Oct [cited 2022 May 19];22(10):1002–7. Available from: <https://doi.org/10.1111/pan.12005>
17. Heran MKS, Marshalleck F, Temple M, Grassi CJ, Connolly B, Towbin RB, et al. Joint Quality Improvement Guidelines for Pediatric Arterial Access and Arteriography: From the Societies of Interventional Radiology and Pediatric Radiology. *J Vasc Interv Radiol* [Internet]. 2010 [cited 2022 May 19];21(1):32–43. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2009.09.006>
18. Coltrera MD. Ultrasound Physics in a Nutshell. *Otolaryngol Clin North Am* [Internet]. 2010 Dec [cited 2022 May 19];43(6):1149–59. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.otc.2010.08.004>
19. Shriki J. Ultrasound physics. *Crit Care Clin* [Internet]. 2014 [cited 2022 May 19];30(1):1–24. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ccc.2013.08.004>
20. Aldrich JE. Basic physics of ultrasound imaging. *Crit Care Med* [Internet]. 2007 May [cited 2022 May 19];35(Suppl):S131–7. Available from: <https://doi.org/10.1097/01.CCM.0000260624.99430.22>
21. Stewart JH, Grubb M. Understanding Vascular Ultrasonography. *Mayo Clin Proc* [Internet]. 1992 Dec 1 [cited 2022 May 10];67(12):1186–96. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0025-6196\(12\)61150-1](https://doi.org/10.1016/S0025-6196(12)61150-1)
22. Singh Y, Tissot C, Fraga M V, Yousef N, Cortes RG, Lopez J, et al. International evidence-based guidelines on Point of Care Ultrasound (POCUS)

- for critically ill neonates and children issued by the POCUS Working Group of the European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC). *Crit Care* [Internet]. 2020 Feb 24 [cited 2022 May 19];24(1):65. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13054-020-2787-9>
23. Gu W-J, Wu X-D, Wang F, Ma Z-L, Gu X-P. Ultrasound Guidance Facilitates Radial Artery Catheterization. *Chest* [Internet]. 2016 Jan [cited 2022 May 19];149(1):166–79. Available from: <https://doi.org/10.1378/chest.15-1784>
 24. Htet N, Vaughn J, Adigopula S, Hennessey E, Mihm F. Needle-guided ultrasound technique for axillary artery catheter placement in critically ill patients: A case series and technique description. *J Crit Care* [Internet]. 2017 Oct [cited 2022 May 19];41:194–7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2017.05.026>
 25. Rashid MK, Sahami N, Singh K, Winter J, Sheth T, Jolly SS. Ultrasound guidance in femoral artery catheterization: A systematic review and a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Invasive Cardiol* [Internet]. 2019 Jul [cited 2023 Jan 10];31(7):E192–8. Available from: <https://www.hmpgloballearningnetwork.com/site/jic/articles/ultrasound-guidance-femoral-artery-catheterization-systematic-review-and-meta-analysis-randomized-controlled-trials>
 26. Liberati A. The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration. *Ann Intern Med* [Internet]. 2009 Aug 18 [cited 2022 May 19];151(4):W-65-W94. Available from: <https://doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00136>
 27. Saenger ALF, Caldas CP, Motta LB. Adaptação transcultural para o Brasil do instrumento PRISMA-7: avaliação das equivalências conceitual, de item e semântica. *Cad Saude Publica* [Internet]. 2016 Oct 10 [cited 2022 May 19];32(9):e00072015. Available from: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00072015>
 28. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews. *Syst Rev* [Internet]. 2016 [cited 2022 Jun 1];5(1):1–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
 29. Moher D, Hopewell S, Schulz KF, Montori V, Gotzsche PC, Devereaux PJ, et al. CONSORT 2010 Explanation and Elaboration: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMJ* [Internet]. 2010 Mar 23 [cited 2022 May 19];340(mar23 1):c869–c869. Available from: <https://doi.org/10.1136/bmj.c869>
 30. Pacheco RL, Garcia CM, Hosni ND, Oliveira C De, Latorraca C. Guidelines para publicação: como publicar um ensaio clínico. *Diagn Trat* [Internet]. 2017 [cited 2022 May 19];22(4):169–75. Available from: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-875481>
 31. Higgins JP, Savović J, Page MJ, Sterne JAC. RoB 2 Guidance: Parallel Trial [Internet]. The Cochrane Collaboration. 2019 [cited 2022 Aug 2]. p. 1–24. Available from: <https://methods.cochrane.org/bias/resources/rob-2-revised-cochrane-risk-bias-tool-randomized-trials>

32. Schwemmer U, Arzet HA, Trautner H, Rauch S, Roewer N, Greim CA. Ultrasound-guided arterial cannulation in infants improves success rate. *Eur J Anaesthesiol* [Internet]. 2006 Jun [cited 2022 May 19];23(6):476–80. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0265021506000275>
33. Anantasit N, Cheeptinnakorntaworn P, Khositseth A, Lertbunriam R, Chantra M. Ultrasound Versus Traditional Palpation to Guide Radial Artery Cannulation in Critically Ill Children: A Randomized Trial: A. *J Ultrasound Med* [Internet]. 2017 Dec 1 [cited 2022 Jun 21];36(12):2495–501. Available from: <https://doi.org/doi:10.1002/jum.14291>
34. Ganesh A, Kaye R, Cahill AM, Stern W, Pachikara R, Gallagher PR, et al. Evaluation of ultrasound-guided radial artery cannulation in children. *Pediatr Crit Care Med* [Internet]. 2009 Jan [cited 2022 Jun 21];10(1):45–8. Available from: <https://doi.org/10.1097/PCC.0b013e31819368ca>
35. Takeshita J, Tachibana K, Nakayama Y, Nakajima Y, Hamaba H, Yamashita T, et al. Ultrasound-guided dynamic needle tip positioning versus conventional palpation approach for catheterisation of posterior tibial or dorsalis pedis artery in infants and small children. *Br J Anaesth* [Internet]. 2021 Apr 1 [cited 2022 Jun 21];126(4):e140–2. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.11.033>
36. Ishii S, Shime N, Shibasaki M, Sawa T. Ultrasound-guided radial artery catheterization in infants and small children. *Pediatr Crit Care Med a J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc* [Internet]. 2013 [cited 2022 Jul 8];14(5):471–3. Available from: <https://doi.org/10.1097/PCC.0b013e31828a8657>
37. Liu L, Tan Y, Li S, Tian J. “Modified Dynamic Needle Tip Positioning” Short-Axis, Out-of-Plane, Ultrasound-Guided Radial Artery Cannulation in Neonates: A Randomized Controlled Trial. *Anesth Analg* [Internet]. 2019 [cited 2022 Jul 9];129(1):178–83. Available from: <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000003445>
38. Min JJ, Tay CK, Gil NS, Lee JH, Kim S, Kim CS, et al. Ultrasound-guided vs. palpation-guided techniques for radial arterial catheterisation in infants: A randomised controlled trial. *Eur J Anaesthesiol* [Internet]. 2019 [cited 2022 Jul 9];36(3):200–5. Available from: <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000000926>
39. Siddik-Sayyid SM, Aouad MT, Ibrahim MH, Taha SK, Nawfal MF, Tfaili YJ, et al. Femoral arterial cannulation performed by residents: a comparison between ultrasound-guided and palpation technique in infants and children undergoing cardiac surgery. Ramamoorthy C, editor. *Pediatr Anesth* [Internet]. 2016 Aug [cited 2022 Jun 22];26(8):823–30. Available from: <https://doi.org/10.1111/pan.12935>
40. Ali S, Athar M, Ahmed SM. Vascular access in children. *Indian J Anaesth* [Internet]. 2019 [cited 2023 Jan 3];63(9):737–45. Available from: https://doi.org/10.4103/ija.IJA_489_19
41. Bhattacharjee S, Maitra S, Baidya DK. Comparison between ultrasound guided technique and digital palpation technique for radial artery cannulation in adult

- patients: An updated meta-analysis of randomized controlled trials. *J Clin Anesth* [Internet]. 2018 [cited 2023 Jan 3];47(March):54–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2018.03.019>
42. Seto AH, Roberts JS, Abu-Fadel MS, Czak SJ, Latif F, Jain SP, et al. Real-time ultrasound guidance facilitates transradial access: RAUST (Radial Artery Access with Ultrasound Trial). *JACC Cardiovasc Interv* [Internet]. 2015 [cited 2023 Jan 7];8(2):283–91. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2014.05.036>
 43. Gopalasingam N, Obad DS, Kristensen BS, Lundgaard P, Veien M, Gjedsted J, et al. Ultrasound-guidance outperforms the palpation technique for peripheral venous catheterisation in anaesthetised toddlers: a randomised study. *Acta Anaesthesiol Scand* [Internet]. 2017 Jul [cited 2023 Jan 7];61(6):601–8. Available from: <https://doi.org/10.1111/aas.12901>
 44. Tang L, Wang F, Li Y, Zhao L, Xi H, Guo Z, et al. Ultrasound guidance for radial artery catheterization: An updated meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One* [Internet]. 2014 [cited 2023 Jan 9];9(11). Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111527>
 45. Heiberg J, Hansen LS, Wemmelund K, Sorensen AH, Ilkjaer C, Cloete E, et al. Point-of-Care Clinical Ultrasound for Medical Students. *Ultrasound Int Open* [Internet]. 2015 [cited 2023 Jan 11];1(2):E58–66. Available from: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0035-1565173>
 46. Kantor DB, Su E, Milliren CE, Conlon TW. Ultrasound Guidance and Other Determinants of Successful Peripheral Artery Catheterization in Critically Ill Children*. *Pediatr Crit Care Med* [Internet]. 2016 [cited 2023 Jan 12];17(12):1124–30. Available from: <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000000936>
 47. Oulego-Eroz I, Mayordomo-Colunga J, González-Cortés R, Sánchez-Porras M, Llorente-de la Fuente A, Fernández-de Miguel S, et al. Ultrasound-guided arterial cannulation or by pulse palpation in the intensive care unit. *An Pediatr (English Ed)* [Internet]. 2021 [cited 2023 Jan 12];94(3):144–52. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.anpede.2019.12.014>
 48. Kleidon TM, Schults J, Paterson R, Rickard CM, Ullman AJ. Comparison of ultrasound-guided peripheral intravenous catheter insertion with landmark technique in paediatric patients: A systematic review and meta-analysis. *J Paediatr Child Health* [Internet]. 2022 [cited 2023 Jan 16];58(6):953–61. Available from: <https://doi.org/10.1111/jpc.15985>
 49. Mitchell EO, Jones P, Snelling PJ. Ultrasound for Pediatric Peripheral Intravenous Catheter Insertion: A Systematic Review. *Pediatrics* [Internet]. 2022 [cited 2023 Jan 16];149(5). Available from: <https://doi.org/10.1542/peds.2021-055523>

Apêndice A – estratégia de busca

BASE DE DADOS	ESTRATÉGIA DE BUSCA	REGISTROS OBTIDOS	DATA DA BUSCA
PubMed	(("Ultrasonography"[Mesh]) AND ("Catheterization, Peripheral"[Mesh:NoExp])) AND ("Infant, Newborn"[Mesh] OR "Infant"[Mesh] OR "Child, Preschool"[Mesh] OR "Child"[Mesh] OR "Adolescent"[Mesh]) Filters: Randomized Controlled Trial, from 2002 - 2022	46	11/06
Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL)	ID SearchHits #1 MeSH descriptor: [Ultrasonography] explode all trees #2 MeSH descriptor: [Catheterization, Peripheral] explode all trees #3 MeSH descriptor: [Infant, Newborn] explode all trees #4 MeSH descriptor: [Infant] explode all trees #5 MeSH descriptor: [Child, Preschool] explode all trees #6 MeSH descriptor: [Child] explode all trees #7 MeSH descriptor: [Adolescent] explode all trees #8 #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7 #9 #1 AND #2 AND #8	48	11/06
Embase	(((newborn/exp OR 'child, newborn' OR 'full term infant' OR 'human neonate' OR 'human newborn' OR 'infant, newborn' OR 'neonate' OR 'neonatus' OR 'newborn' OR 'newborn baby' OR 'newborn child' OR 'newborn infant' OR 'newly born baby' OR 'newly born child' OR 'newly born infant') OR (infant/exp OR 'infant') OR (child/exp OR 'child' OR 'children') OR adolescent/exp) AND ((echography/exp OR 'diagnostic ultrasonic examination' OR 'diagnostic ultrasonic imaging' OR 'diagnostic ultrasonic method' OR 'diagnostic ultrasound' OR 'doptone' OR 'duplex echography' OR 'echogram' OR 'echographic evaluation' OR 'echography' OR 'echoscopy' OR 'echosound' OR 'high resolution echography' OR 'scanning, ultrasonic' OR 'sonogram' OR 'sonographic examination' OR 'sonographic screening' OR 'sonography' OR 'ultrasonic detection' OR 'ultrasonic diagnosis' OR 'ultrasonic echo' OR 'ultrasonic examination' OR 'ultrasonic scanning' OR 'ultrasonic scintillation' OR 'ultrasonogram' OR 'ultrasonographic examination' OR 'ultrasonographic screening' OR 'ultrasonography' OR 'ultrasound diagnosis' OR 'ultrasound scanning') AND (('artery puncture'/exp OR 'arterial puncture' OR 'artery puncture') OR ('artery catheterization'/exp OR 'arterial catheterisation' OR 'arterial catheterization' OR 'artery cannulation'	48	11/06

	OR 'artery catheterisation' OR 'artery catheterization' OR 'bronchial artery catheterisation' OR 'bronchial artery catheterization' OR 'catheterisation, artery' OR 'catheterisation, bronchial artery' OR 'catheterization, artery' OR 'percutaneous arterial catheterisation' OR 'percutaneous arterial catheterization')) AND ('randomized controlled trial'/exp OR 'controlled trial, randomized' OR 'randomised controlled study' OR 'randomised controlled trial' OR 'randomized controlled study' OR 'randomized controlled trial' OR 'trial, randomized controlled')) AND [2002-2022]/py		
Scopus	(TITLE-ABS-KEY (echography OR "diagnostic ultrasonic examination" OR "diagnostic ultrasonic imaging" OR "diagnostic ultrasonic method" OR "diagnostic ultrasound" OR "duplex echography" OR "echogram" OR "echographic evaluation" OR "echography" OR "echoscopy" OR "echosound" OR "high resolution echography" OR "scanning, ultrasonic" OR "sonogram" OR "sonographic examination" OR "sonographic screening" OR "sonography" OR "ultrasonic detection" OR "ultrasonic diagnosis" OR "ultrasonic echo" OR "ultrasonic examination" OR "ultrasonic scanning" OR "ultrasonic scintillation" OR "ultrasonogram" OR "ultrasonographic examination" OR "ultrasonographic screening" OR "ultrasonography" OR "ultrasound diagnosis" OR "ultrasound scanning" OR ultrasound) AND TITLE-ABS-KEY ("Infants, Newborn" OR "Newborn Infant" OR "Newborn Infants" OR newborns OR newborn OR "Neonates" OR newborn OR "child, newborn" OR "full term infant" OR "human neonate" OR "human newborn" OR "infant, newborn" OR neonate OR neonatus OR newborn OR "newborn baby" OR "newborn child" OR "newborn infant" OR "newly born baby" OR "newly born child" OR "newly born infant" OR infant OR infants OR "Preschool Child" OR "Children, Preschool" OR "Preschool Children" OR child OR children OR adolescent OR adolescents OR adolescence OR teens OR teen OR teenagers OR teenager OR youth OR youths) AND TITLE-ABS-KEY ("artery puncture" OR "arterial puncture" OR "artery catheterization" OR "arterial catheterisation" OR "arterial catheterization" OR "artery cannulation" OR "artery catheterisation" OR "artery catheterization" OR "catheterisation, artery" OR "catheterization, artery" OR "percutaneous arterial catheterisation" OR "percutaneous arterial catheterization") AND TITLE-ABS-KEY ("Clinical Trial" OR "Intervention Study" OR "randomized controlled trial" OR "controlled trial, randomized"	69	11/06

	OR "randomised controlled study" OR "randomised controlled trial" OR "randomized controlled study" OR "randomized controlled trial" OR "trial, randomized controlled")) AND PUBYEAR > 2001 AND PUBYEAR < 2023 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar"))		
--	--	--	--