

# 动脉导管血标本与静脉血标本用于血培养检测可靠性比较的 Meta 分析\*

黄晓波<sup>1</sup>, 王丽芳<sup>1△</sup>, 韦 琴<sup>1</sup>, 李艳青<sup>1</sup>, 宋静雯<sup>2</sup>, 谭继磊<sup>2</sup>

1. 广西医科大学第一附属医院 PICU, 广西南宁 530021; 2. 广西医科大学研究生院, 广西南宁 530021

**摘 要:**目的 系统评价并比较动脉导管血培养标本与静脉血培养标本检测血流感染的可靠性。

**方法** 计算机检索 Medline、Embase、Cochrane Library、中国知网、万方数据库、中国国家图书馆、PubMed、Science Direct、Google Scholar 和 ProQuest 等数据库, 收集动脉血培养标本与静脉血培养标本配对检测血流感染的相关研究, 筛选文献、提取数据并评价文献质量后, 采用 RevMan5.3 软件进行 Meta 分析。**结果** 共纳入 6 条文献, Meta 分析结果显示, 动脉血培养标本与静脉血培养标本在确诊菌血症患者中培养物阳性检出率和标本污染率比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。**结论** 留取动脉血培养标本进行患者血流感染检测效果与静脉血培养标本同样可靠, 甚至发现, 对于某些菌种动脉血培养阳性检出效率更高, 但污染风险较大。考虑到留取标本的便利性和无创性, 有持续留置动脉导管的重症患者可考虑采集动脉血培养标本进行检测。

**关键词:** 血标本; 血培养; 可靠性; 系统评价; Meta 分析

中图分类号: R446.1

文献标志码: A

文章编号: 1672-9455(2021)10-1354-04

## Comparison of the reliability of arterial blood samples and venous blood samples for blood culture detection: a Meta-analysis\*

HUANG Xiaobo<sup>1</sup>, WANG Lifang<sup>1△</sup>, WEI Qin<sup>1</sup>, LI Yanqing<sup>1</sup>, SONG Jingwen<sup>2</sup>, TAN Jilei<sup>2</sup>

1. Department of Pediatric Intensive Care Unit, the First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Nanning, Guangxi 530021, China; 2. Department of Graduate School, Guangxi Medical University, Nanning, Guangxi 530021, China

**Abstract: Objective** To systematically review and compare the reliability of arterial blood and venous blood culture samples for diagnosis of bloodstream infection. **Methods** Medline, Embase, Cochrane Library, CNKI, Wanfang database, National Library of China, PubMed, Science Direct, Google Scholar, ProQuest and other databases were searched to collect the related researches on the matching detection of bloodstream infection between arterial blood culture and venous blood culture samples. Meta-analysis was conducted by RevMan 5.3 software after literature screening, data extraction and quality evaluation. **Results** A total of 6 studies were included. The results of Meta-analysis showed that there was no significant difference between arterial blood culture and venous blood culture in the positive detection rate of culture and contamination rate of samples in confirmed patients with bacteremia ( $P > 0.05$ ). **Conclusion** Arterial blood culture samples for detecting of bloodstream infection is as reliable as venous blood culture. It is even found that the positive detection rate of arterial blood culture is higher for some special strains but the risk of pollution is relatively high. Considering the convenience and non-invasive of sample retention, it is suggested to collect arterial blood culture samples for detection in critical ill patients with arterial catheters.

**Key words:** blood sample; blood culture; reliability; system review; Meta-analysis

采集血标本进行血流感染检测的目的在于明确病原菌, 是临床诊断菌血症、败血症的重要依据, 以便针对性使用抗菌药物进行治疗, 提高治愈率<sup>[1]</sup>。目前, 临床上血培养标本的获取途径仍多采用外周静脉穿刺方法采集标本, 也可通过介入静脉血管的导管内获取血液培养标本<sup>[2]</sup>, 如深静脉置管、新置入的脐静

脉导管等。甚至有学者支持动脉标本获得的血培养甚至具有更好的效果<sup>[3]</sup>, 但尚无定论, 有学者认为动脉血培养法是一种不可靠的方法, 不能代替静脉穿刺标本的培养物来诊断菌血症。因此, 本研究评估通过动脉导管获取的血液标本与外周静脉穿刺血液标本进行细菌培养相比的公开数据, 进行定量、系统回顾

\* 基金项目: 广西壮族自治区卫生健康委员会自筹经费科研课题(Z20190547)。

作者简介: 黄晓波, 女, 主管护师, 主要从事儿童急危重症护理研究。 △ 通信作者, E-mail: 1146639707@qq.com。

本文引用格式: 黄晓波, 王丽芳, 韦琴, 等. 动脉导管血标本与静脉血标本用于血培养检测可靠性比较的 Meta 分析[J]. 检验医学与临床,

和 Meta 分析,旨在验证通过动脉导管采集血培养标本的可靠性。

### 1 资料与方法

**1.1 文献检索策略** 计算机检索 Medline、Embase、Cochrane Library、中国知网、万方数据库、中国国家图书馆、PubMed、Science Direct、Google Scholar 和 ProQuest 等数据库,以“Arterial blood”“blood culture”“Bloodstream infection”“Diagnosis of bacteremia”“bacteremia”为英文关键词,以“动脉”“血培养”“血液培养”“血流感染”“菌血症”“菌血症诊断”为中文关键词,进行主题词检索和自由词检索。检索时限为 1990 年 1 月至 2020 年 2 月,同时对纳入研究的参考文献进行手工检索。

**1.2 文献纳入和排除标准** 文献纳入标准:(1)国内外公开发表的研究论文,语种限定为英文和中文;(2)研究对象年龄和性别不限制;(3)采集血培养标本包括动脉血标本和静脉血标本的配对采样研究;(4)结局指标包括确诊菌血症/败血症患者配对血培养标本培养物阳性检出率或标本污染率;(5)实证研究且报告数字结果和标本量情况。排除标准:(1)重复发表的文献;(2)综述性研究;(3)无法获取全文的文献;(4)会议摘要;(5)专家述评及书信。

**1.3 资料提取与纳入文献的偏倚风险评估** 遵循研究文献的纳入和排除标准,文献均使用 NoteExpress3.2 软件进行管理。由 2 名研究人员独立筛选文献后进行交叉核对,对于筛选结果不同的文献通过讨论决定,若仍不能达成共识则求助第 3 位研究人员。数据提取内容包括研究的基本信息、偏倚风险、可靠性指标等。对纳入文献的偏倚风险进行评价,参考 Cochrane 协作网推荐的评价条目,包括随机序列产生、分配方案隐藏、对参与者和实施者实施盲法、对结果评估者实施盲法、不完整结果数据、选择性报告及其他偏倚。

**1.4 统计学处理** 采用 RevMan5.3 软件进行 Meta 分析。对存在明显临床异质性的通过亚组分析或只

进行描述性分析。采用  $I^2$  表示不同研究间的变异水平,当  $I^2 \geq 50\%$  提示存在比较明显的异质性<sup>[4]</sup>,异质性检验呈现显著水平,则采用随机效应模型;反之则采用固定效果模型。二分类变量(培养物阳性检出率和污染率)采用优势比(RR)表示合并效应量,采用 95% 置信区间(CI)表示区间估计。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

### 2 结果

**2.1 文献检索结果** 检索数据库获得文献 307 篇,通过阅读题目和摘要,初步排除明显不符合纳入和排除标准的文献后,剩余 32 篇文献获取全文进一步筛选,阅读全文后排除文献 26 篇,最终纳入文献 6 条。文献筛选流程图见图 1,纳入文献基本资料见表 1。

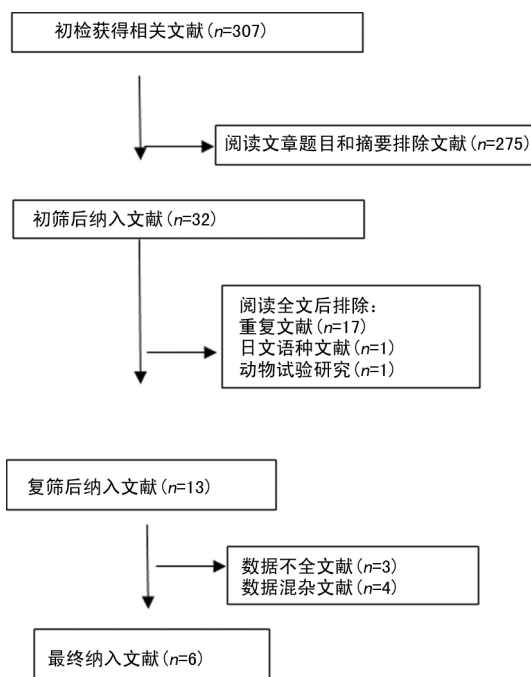


图 1 文献筛选流程图

**2.2 纳入研究基本信息与质量评价结果** 本研究纳入 6 项相关研究,均采用 Cochrane 系统评价手册对纳入的 6 条文献进行偏倚风险评估,见表 2。

表 1 6 条动脉与静脉血标本监测血流感染研究文献的基本资料

| 序号 | 作者                          | 国家   | 科室       | 对象     | 血培养标本<br>(份/组) | 患者(n) | 是否提及动脉血标本<br>培养物阳性检出情况 | 是否提及标本<br>污染情况 |
|----|-----------------------------|------|----------|--------|----------------|-------|------------------------|----------------|
| 1  | MARTINEZ 等 <sup>[5]</sup>   | 美国   | 心胸外科 ICU | 成人     | 499 份          | 58    | 是                      | 是              |
| 2  | MCBRYDE 等 <sup>[2]</sup>    | 澳大利亚 | 普通病房     | 成人     | 962 份          | 未提及   | 是                      | 否              |
| 3  | STOHL 等 <sup>[3]</sup>      | 以色列  | ICU      | 成人     | 14 589 份       | 未提及   | 否                      | 是              |
| 4  | MCLAUGHLIN 等 <sup>[6]</sup> | 澳大利亚 | 新生儿病房    | 新生儿/婴儿 | 1 064 份        | 未提及   | 是                      | 是              |
| 5  | TASCINI 等 <sup>[7]</sup>    | 意大利  | 未提及      | 成人     | 13 组           | 13    | 是                      | 否              |
| 6  | BERGER 等 <sup>[8]</sup>     | 以色列  | PICU     | 儿童     | 272 组          | 138   | 是                      | 是              |

### 2.3 Meta 分析结果

**2.3.1 标本血培养物阳性检出率** 6 条文献中仅有 5 条文献<sup>[2,5-8]</sup>报道了确诊菌血症患者的动脉与静脉血

培养标本培养物阳性检出率,各研究间存在统计学异质性( $P = 0.04, I^2 = 65\%$ )。采用随机效应模型分析,结果显示,配对动脉血培养标本与静脉血培养标本培

养物阳性检出率比较, 差异无统计学意义 [ $OR = 0.94, 95\%CI(0.38 \sim 2.33), P > 0.05$ ], 见图 2。

**2.3.2 标本污染率** 6 条文献中仅有 4 条文献<sup>[3,5-6,8]</sup>详细报道了动脉与静脉血培养标本培养物污染率, 各研究间存在统计学异质性 ( $P = 0.12, I^2 = 49\%$ )。采用随机效应模型分析, 结果显示, 动脉血培养标本与静脉血培养标本污染率比较, 差异无统计学意义

[ $OR = 1.23, 95\%CI(0.85 \sim 1.78), P > 0.05$ ], 见图 3。

**2.4 发表偏倚分析** 分别以配对动脉血培养标本与静脉血培养标本进行血流感染检测, 结果显示, 各研究散点均较均匀地分布于坐标轴两侧, 提示对动脉与静脉血培养结局指标的研究均未发生明显的发表偏倚。

表 2 6 条动脉与静脉血标本监测血流感染研究文献的偏倚风险评估

| 序号 | 文献                          | 随机序列产生 | 分配方案隐藏 | 对参与者和实施者实施盲法 | 对结果评估者实施盲法 | 不完整结果数据 | 选择性报告 | 其他偏倚 |
|----|-----------------------------|--------|--------|--------------|------------|---------|-------|------|
| 1  | MARTINEZ 等 <sup>[5]</sup>   | 低      | 低      | 不确定          | 低          | 低       | 低     | 低    |
| 2  | MCBRYDE 等 <sup>[2]</sup>    | 低      | 低      | 不确定          | 低          | 低       | 低     | 低    |
| 3  | STOHL 等 <sup>[3]</sup>      | 低      | 低      | 不确定          | 低          | 低       | 低     | 低    |
| 4  | MCLAUGHLIN 等 <sup>[6]</sup> | 低      | 低      | 不确定          | 低          | 低       | 不确定   | 低    |
| 5  | TASCINI 等 <sup>[7]</sup>    | 低      | 低      | 不确定          | 低          | 低       | 低     | 低    |
| 6  | BERGER 等 <sup>[8]</sup>     | 低      | 低      | 不确定          | 低          | 低       | 低     | 低    |

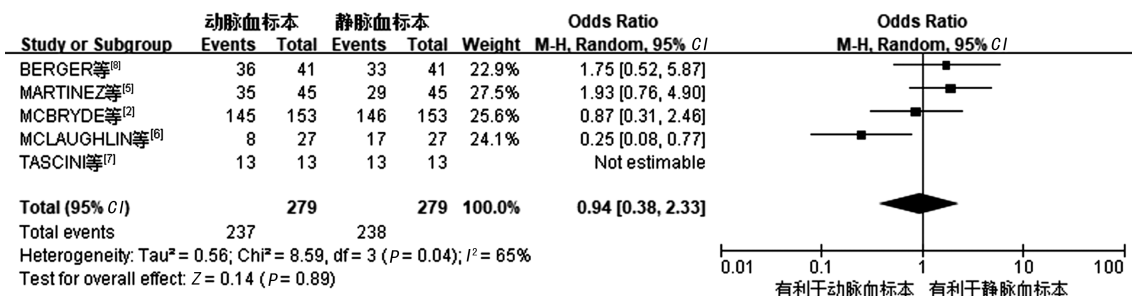


图 2 配对动脉导管与静脉血培养标本在确诊菌血症患者中细菌阳性检出率比较的 Meta 分析森林图

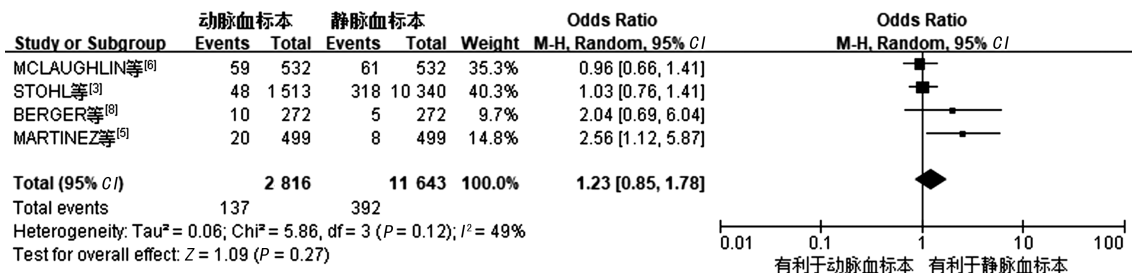


图 3 动脉与静脉血培养标本污染率比较的 Meta 分析森林图

### 3 讨论

**3.1 动脉导管与静脉血标本检测培养物阳性效果一致** 病原微生物(细菌、真菌、病毒等)侵入血流后, 可随血行播散, 呈一过性、间歇性或持续存在。菌血症是血液循环中存在活体细菌, 诊断依据为血培养结果为阳性<sup>[9]</sup>。本次 Meta 分析共纳入 5 条有报道确诊为菌血症患者的动脉与静脉血培养标本培养物阳性检出率比较的文献, 共纳入 279 组配对血标本, 研究对象包括新生儿、儿童及成人。文献中存在一些假阴性血标本, 虽然确实存在菌血症, 但在外周和动脉导管培养中均未分离到病原体<sup>[8]</sup>。关于血培养检测的灵敏度, 仍无法达到 100%, 有研究显示其最低可达 67%<sup>[5,10]</sup>, 但假阴性结果对本研究的 Meta 分析影响较小。

本研究结果显示,  $I^2 = 65\%$ , 表明各研究间存在异质性, 这可能是由于各文献研究对象的差异造成

的。配对动脉血培养标本与静脉血培养标本培养物阳性检出率比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 由此提示, 留取动脉血培养标本进行患者血流感染检测与静脉血培养标本检验效果一致。

文献中留取动脉血培养标本的方法除了动脉经皮穿刺, 还包括从动脉导管或新生儿脐动脉导管中获取的血标本, 而且均被验证与外周静脉血培养标本的检验效果一致, 可成为血培养采样标本的备选途径。此外, 有研究提出动脉血培养检测可缩短重症患者念珠菌类菌血症的诊断时间<sup>[7]</sup>。当前无论是成人 ICU, 还是儿童 ICU, 留置动脉导管已成为常用的监测手段, 用于持续监测动脉血压。若利用动脉导管采取血标本以检测血流感染不仅方便快捷, 而且能减少患者(尤其是儿童)的操作性疼痛, 减少因浪费血液造成的诊断性失血。

**3.2 动脉导管与静脉血标本污染率无差异** 本次 Meta 分析纳入 4 条有报道动脉与静脉血培养标本污染率情况的文献,共 14 459 份血标本,部分研究为非配对性标本检验,均表明动脉血标本与静脉血标本在血容量、采样过程、收集时间和检测时间方面比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。各文献研究结果间异质性小( $I^2=49\%$ ),结果显示动脉与静脉血培养标本污染率比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。

血培养标本的污染可发生在采样的各个环节,污染会影响血培养结果的灵敏度,主要影响因素包括血容量、采样操作、收集时间和检测时间。标本血液量越少,污染率越高<sup>[11]</sup>。在 ICU,危重患者尤其是休克晚期、高度浮肿患者,血栓性静脉炎,多处置管、烧伤患者,过于肥胖患者及婴幼儿等难以通过静脉采样的患者,动脉血可以补充静脉血量不足造成的污染,提高检验效率。通过动脉导管血培养采样的主要风险是有发生导管相关性感染的可能。动脉导管留置时间和频繁操作可能会增加导管相关性血流感染的风险,但尚无定论。有研究指出,导管尖端定植和导管相关败血症通常发生在导管放置 4 d 以上的患者中,而动脉导管采样的高污染风险可能是动脉留置时间过长,但有学者提出异议,称二者的相关性在 30 d 后才明显<sup>[12]</sup>。此外,频繁操作对标本污染的风险仍有争议,动脉导管频繁操作在一定程度上并不会明显提高培养物污染的发生率。然而,若在动脉血培养取样前没有严格执行无菌操作(如对旋塞阀进行正确消毒),则会增加标本污染的风险<sup>[13-15]</sup>。无论是通过何种途径进行采样,均有污染的风险,在污染标本中采集到通常定植于人体皮肤的常见菌种,甚至有部分原始研究呈现外周静脉血标本的污染率高于动脉血标本的现象。本研究结果表明,动脉血培养的标本污染具有可控可防性,可控制在一定程度内使其不影响标本检测的灵敏度和特异度。

**3.3 研究局限性** 本研究存在一定的局限性,提高对菌血症诊断的灵敏度和特异度的常见做法是对配对的两类血培养物诊断性能特征进行比较分析,但由于文献的数据结果不完整,无法得知标本检测的灵敏度、特异度等。因此,研究结论有待更多大数据、多中心的随机对照研究予以证实。

如何提高血培养的阳性率,快速、准确做出病原学诊断,对减少患者不必要的成本和抗菌药物的滥用有重要意义。本研究得出留取动脉血培养标本进行患者血流感染检测与静脉血培养标本同样可靠的结论,但动脉血标本较静脉血标本污染风险大。考虑到留取标本的便利性和无创性,可以建议在有留置动脉导管的重症患者中采集动脉血培养标本进行检测。

**参考文献**

[1] 王富红. 血液的标本采集与处理在细菌培养中的意义

[J]. 医学检验与临床,2012,23(3):87.  
 [2] MCBRYDE E S, TILES M, MCCORMACK J. Comparison of contamination rates of catheter-drawn and peripheral blood cultures[J]. J Hosp Infect, 2005, 60(2): 118-121.  
 [3] STOHL S, BENENSON S, SYIRI S, et al. Blood cultures at central line insertion in the intensive care unit: comparison with peripheral venipuncture[J]. J Clin Microbiol, 2011, 49(7): 2398-2403.  
 [4] 王丹, 翟俊霞, 牟振云, 等. Meta 分析中的异质性及其处理方法[J]. 中国循证医学杂志, 2009, 9(10): 1115-1118.  
 [5] MARTINEZ J A, DESJARDIN J A, ARONOFF M, et al. Clinical utility of blood cultures drawn from central venous or arterial catheters in critically ill surgical patients[J]. Critical Care Medicine, 2002, 30(1): 7-13.  
 [6] MCLAUGHLIN L M, INGLIS G D, HOELLERLING A B, et al. Relationship between blood culture collection method and proportion of contaminated cultures in neonates[J]. J Paediatr Child Health, 2013, 49(2): 105-108.  
 [7] TASCINI C, SBRANA F, CARDINALI G, et al. Arterial blood culture to hasten the diagnosis of candidemia in critically ill patients[J]. Intensive Care Med, 2014, 40(7): 1059-1060.  
 [8] BERGER I, GIL MARGOLIS M, NAHUM E, et al. Blood cultures drawn from arterial catheters are reliable for the detection of bloodstream infection in critically ill children[J]. Pediatr Crit Care Med, 2018, 19(5): e213-e218.  
 [9] MASATO T, ATSUSHI S. Bloodstream infection[J]. Nihon Rinsho, 2002, 11(60): 2187-2193.  
 [10] OPOTA O, CROXATTO A, PROD' HOM G, et al. Blood culture-based diagnosis of bacteraemia: state of the art[J]. Clin Microbiol Infect, 2015, 21(4): 313-322.  
 [11] GONSALVES W I, CORNISH N, MOORE M, et al. Effects of volume and site of blood draw on blood culture results[J]. J Clin Microbiol, 2009, 47(11): 3482-3485.  
 [12] HOSHINO H, MATSUISHI Y, SHIMOJO N, et al. Development of the Japanese version of the cornell assessment of pediatric delirium[J]. Acute Med Surg, 2018, 5(1): 98-101.  
 [13] 同俏静, 庄一渝, 王文元. ICU 导管相关性血流感染危险因素分析及对策[J]. 中华护理杂志, 2008, 43(2): 177-179.  
 [14] SAFDAR N, O'HORO J C, MAKI D G. Arterial catheter-related bloodstream infection: incidence, pathogenesis, risk factors and prevention[J]. J Hosp Infect, 2013, 85(3): 189-195.  
 [15] 王斌, 安友仲. 当前对动脉导管相关性血流感染的认识[J]. 中华危重病急救医学, 2016, 28(5): 478-480.

(收稿日期:2020-09-22 修回日期:2021-01-23)