



[DOI]10.3969/j.issn.1001-9057.2022.03.004

<http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2022.03.004>

· 综述与讲座 ·

# 右心导管检查在肺动脉高压中的应用

陈海明 洪城

**[摘要]** 右心导管(RHC)检查作为一种微创检查方法,是诊断肺动脉高压的金标准,也是进行鉴别诊断、评估病情和治疗效果的重要手段。然而,尽管 RHC 检查已广泛应用于肺动脉高压的诊治和临床研究中,但在临床中仍缺乏关于实施 RHC 检查的最佳实践指导,因此有必要进一步推进 RHC 检查标准化、规范化实施,以确保其在肺动脉高压临床实践中的最佳应用。本文现对 RHC 检查在肺动脉高压诊治过程中的应用进行回顾。

**[关键词]** 右心导管检查; 肺动脉高压; 诊断; 预后评价; 临床意义

**[中图分类号]** R543.2

**[文献标识码]** A

右心导管(RHC)检查是一种将心导管经外周静脉送入右心及肺动脉,并进行血流动力学及氧动力学检测的导管技术。RHC 检查的临床经验可以追溯到 1929 年 Forssmann 医生在自我插管可行性实验中的首次应用<sup>[1]</sup>。1970 年 Swan 和 Ganz 医生引入肺动脉导管(PAC)技术应用于即时床旁监测<sup>[2]</sup>,此后肺动脉导管也常被称为 Swan-Ganz 导管或漂浮导管,并在临床迅速推广。早期在临床中获取的关于 RHC 检查的知识提高了人们对不同临床条件导致的血流动力学损伤的理解,并确立了其在肺血管疾病诊断中的核心作用<sup>[1-4]</sup>。如今,RHC 检查是诊断肺动脉高压(PH)的金标准。PH 定义为静息状态下平均肺动脉压力(mPAP)  $\geq 25$  mmHg 的临床和病理生理综合征,由多种异源性疾病(病因)和不同发病机制所致肺血管结构或功能改变,引起肺血管阻力(PVR)和肺动脉压力(PAP)升高,继而发展为右心衰竭甚至死亡。除了用于诊断外,RHC 检查还可提供血流动力学损伤程度的有用信息,有助于评估对治疗的反应性及判断预后<sup>[5-6]</sup>,从而为制定 PH 的治疗策略提供依据。总言之 RHC 检查贯穿了 PH 诊治的全过程。

然而,并非所有的疑诊患者都愿意接受 RHC 检查<sup>[7]</sup>。不进行 RHC 检查的原因可能包括患者缺乏关于 RHC 的科普知识、费用及对 RHC 检查有创性相关

风险的认识等<sup>[8]</sup>。虽然 RHC 检查不是常规检查,但它仍是诊断 PH 的金标准。本文回顾了 PH 诊断中应用 RHC 检查的实践经验,并总结了 RHC 检查在 PH 诊治过程中的应用。

## 一、RHC 检查概述

尽管 RHC 检查是一项侵入性检查,但随着心导管及造影技术的进步,与导管术相关的严重不良事件甚至危及生命的风险已有所降低,在充分考虑了潜在的生命危险并采取相应措施的前提下,PH 患者可较安全地进行 RHC 检查<sup>[9]</sup>。为了获得准确和可重复的信息,并尽量减少与操作相关的风险,RHC 检查应在专业中心由受过培训和具有专业知识的技术人员进行。RHC 检查可在 X 线透视或非透视的条件下进行,通过右股静脉或右颈内静脉穿刺置管,将右心导管/漂浮导管经外周静脉送入上、下腔静脉、右心房、右心室、肺动脉及其分支。RHC 检查时应测定的项目包括:(1)上腔静脉、下腔静脉、右心房、右心室及肺动脉分段取血的血氧饱和度;(2)右心房压(RAP):A 波/V 波/平均压(A/V/M);(3)右心室压(RVP):收缩压/舒张压/平均压(S/D/M);(4)PAP:收缩压/舒张压/平均压(S/D/M);(5)肺动脉楔压(PAWP),并记录从主肺动脉到右心室的连续压力曲线;(6)PVR、全肺阻力、体循环阻力、肺血管阻力指数和体循环阻力指数;(7)心排量及心指数<sup>[10]</sup>。

## 二、RHC 检查在 PH 中的应用

### 1. PH 的诊断和分型

PH 是一个血流动力学概念,而 RHC 检查是将导

基金项目:广东省自然科学基金面上项目(2021A1515011373);呼吸疾病国家重点实验室开放课题(SKLRD-OP-202107)

作者单位:510120 广州,广州医科大学附属第一医院呼吸与危重症医学科 广州呼吸健康研究院 国家呼吸疾病临床研究中心 呼吸疾病国家重点实验室

通讯作者:洪城,E-mail:gyfyyhc@126.com

管直接插入肺动脉内进行测压,结果相对准确,因此被认为是测量 PAP 的金标准。《中国肺动脉高压诊断与治疗指南(2021 版)》推荐 RHC 检查作为疑似动脉性 PH(PAH)或慢性血栓栓塞性肺动脉高压(CTEPH)的确诊检查(I 类推荐,C 级证据)<sup>[6]</sup>。临床上将 PH 分为 5 大类,结合 PAWP、mPAP 及 PVR 值,进一步将 PH 分为毛细血管前 PH(PAWP ≤ 15 mmHg,临床上第 1、3、4、5 类 PH 属于此型)和毛细血管后肺动脉高压(PAWP > 15 mmHg),后者主要是指左心疾病相关性 PH,此分型对临床用药具有重要的指导意义<sup>[5-6]</sup>。

## 2. 通过 RHC 检查或肺动脉造影进一步筛查 PH 病因

PH 病因较繁杂,涉及多个系统,也可能多种病因共存,其病因诊断贯穿于 PH 诊断的全过程,但不同病因的 PH 治疗方法不同,因此病因学的筛查至关重要。特别是临床常规检查容易漏诊的病因,如先天性心脏病(CHD)、血管畸形等,这些疾病通常可以通过超声心动图和 CT 肺动脉造影等检查明确诊断,但有时病变复杂往往容易漏诊,如少见部位房间隔缺损、动脉导管未闭、主肺动脉瘘、部位性肺静脉异位引流等在超声心动图检查中漏诊并不少见。因此,在进行 RHC 检查的过程中可以同时完成肺动脉造影,通过右心导管路径、血氧饱和度和右心室或肺动脉造影异常可以发现这些疾病。另外肺动脉造影可以鉴别特发性肺动脉高压(IPAH)与 CTEPH,评估栓塞的位置、范围、大小,以及决定是否行肺动脉血栓内膜剥脱术。

## 3. 评估 PH 病情严重程度、预后和监测治疗反应

通过 RHC 检查测量的肺血流动力学数据如心脏指数、RAP 及混合静脉血氧饱和度(SvO<sub>2</sub>)等提供了关于右心室功能的信息<sup>[11-12]</sup>,目前已被纳入 PH 治疗指南推荐使用的成人 PAH 风险分层模型或评分量表<sup>[5-6]</sup>,允许患者被分类为低、中、高风险,对于评估患者的病情严重程度和预后具有重要价值,同时可以用于指导制定和调整治疗方案。尽管在基线和随访时进行血流动力学评估的价值已得到充分的证明,但在 PH 的随访评估中是否常规、重复进行 RHC 检查存有一定争议,无创性检查可以提供我们需要的大多数信息来对患者进行非侵入性风险分层,而在真实世界登记注册研究<sup>[13-14]</sup>中,RHC 检查可以有选择地使用。笔者所在机构的做法是在基线时对患者进行全面评估,然后在治疗后 3~6 个月再次评估,包括重新测定血流动力学数据,以便提供治疗后患者的最佳病理生理表述,确定下一步治疗方案,从而提供未来可以衡量病情恶化的新的基线标准,因此建议在调整治疗方案或临床病情恶化时复查 RHC,而不需要常规、重复进行 RHC 检查。

## 4. 进行急性肺血管反应试验

急性肺血管反应试验(AVT)是在 RHC 检查过程中通过使用特殊的短效扩血管药物来观察 PH 患者肺血流动力学的变化情况。AVT 阳性反应为 mPAP 下降 ≥ 10 mmHg 且降至 40 mmHg 以下,同时心输出量增加或保持不变<sup>[5-6]</sup>。阳性患者可能对钙通道阻滞剂(CCBs)治疗敏感,可以从长期 CCBs 治疗中获益<sup>[15]</sup>。2018 年在法国 Nice 召开的第 6 届世界肺动脉高压大会<sup>[16]</sup>中对 PH 临床分类中的第 1 大类 PH 新增了血管反应性患者亚组,CCBs 对此亚组长期有效,由于其他类型 PH 中 CCBs 持续有效的可能性极低,因此不建议对其他类型 PH 患者进行 AVT<sup>[17]</sup>。试验药物首选一氧化氮(NO),其他药物包括依前列醇和伊洛前列素。患者对静脉使用腺苷的耐受性较差,已很少采用<sup>[6]</sup>。

## 5. 评估 CHD 相关性 PH 患者的手术指征

CHD 相关性 PH 是指由体-肺分流型 CHD 所引起的 PAP 升高,影响手术治疗的效果。RHC 检查是判断 CHD 患者能否手术治疗和预后的最重要检查方法。尽管目前尚缺乏关于 CHD 合并重度 PH 患者的国际统一判断标准,但通过 RHC 检查检测患者血流动力学指标如 PVR 和 PVR 与体循环阻力比值(Rp/Rs)是临床常用的判断可行性指标,这两项指标越高,术后残余 PH 的风险越高<sup>[18-19]</sup>。另外,在与 CHD 相关性 PH 相关的心力衰竭情况下,一些有经验的心脏中心使用 AVT 对心脏移植候选者进行 PH 可逆性评价,帮助判断肺血管病变严重程度和手术可行性<sup>[20]</sup>。

## 6. 肺移植和心肺联合移植前评估

对于治疗无效或 WHO 心功能分级维持在Ⅲ级或Ⅳ级的 PAH 患者建议行肺移植或心肺联合移植<sup>[6]</sup>。2014 年国际心肺移植协会更新的肺移植标准中纳入了 RHC 检查测量的心脏指数 < 2 L · min<sup>-1</sup> · (m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup> 和 RAP > 15 mmHg<sup>[21]</sup>。另外,在重度 PH 中长期扩大的右心和被压迫而趋于萎缩的左心通常需要一定时间来调整和适应移植术后发生的血流动力学改变。因此,这些患者在接受肺移植前需要进行 RHC 检查评估心脏功能,决定采用肺移植还是心肺联合移植。

然而,目前部分临床医生对 RHC 检查在 PH 诊治中的作用认识不足,只关明确 PH 的诊断、不重视 PH 的病因筛查,RHC 检查不规范,提供的测量数据不准确、不全面等。因此,规范右心导管检查方法、结合患者实际情况分析右心导管检查数据对于诊断和鉴别诊断 PH 起重要作用。

但由于 RHC 检查是一项有创操作,需要对操作者技术水平和医院设备有一定要求,其在临床上的应用受到一定限制。更重要的是,我国目前尚缺乏 RHC 检

查的统一操作规程和技术指导,造成不同中心测量结果的准确性难以评估,从而难以形成国家治疗模式和体系,给临床实践和科学研究造成极大不便。基于以上原因,有必要标准化 RHC 检查的操作流程,规范化 RHC 检查在 PH 中的临床应用。

三、总结

RHC 检查在 PH 诊断、治疗监测和决策中具有不可或缺的作用,且严重并发症的风险较低。值得注意的是,尽管对 RHC 检查的使用提出了明确的建议,但不同中心的最佳做法有所不同,因此,有必要应用标准化的方案以实现 RHC 检查的最佳应用,从而对 PH 患者的诊断和早期干预产生积极的影响。

参 考 文 献

[1] Forssmann W. Die Sondierung des Rechten Herzens [J]. Klinische Wochenschrift, 1929, 8(45):2085-2087.

[2] Swan HJ, Ganz W, Forrester J, et al. Catheterization of the Heart in Man with Use of a Flow-Directed Balloon-Tipped Catheter [J]. New Engl JMed, 1970, 283(9):447-451.

[3] Chatterjee K. The Swan-Ganz catheters: past, present, and future; a viewpoint [J]. Circulation, 2009, 119(1):147-152.

[4] Nossaman BD, Scruggs BA, Nossaman VE, et al. History of right heart catheterization; 100 years of experimentation and methodology development [J]. Cardiol Rev, 2010, 18(2):94-101.

[5] Galie N, Humbert M, Vachiery JL, et al. 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension; The Joint Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS); Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC), International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT) [J]. Eur Respir J, 2015, 46(4):903-975.

[6] 中华医学会呼吸病学分会肺栓塞与肺血管病学组, 中国医师协会呼吸医师分会肺栓塞与肺血管病工作委员会, 全国肺栓塞与肺血管病防治协作组, 等. 中国肺动脉高压诊断与治疗指南(2021 版) [J]. 中华医学杂志, 2021, 101(1):11-51.

[7] Deano RC, Glassner-Kolmin C, Rubenfire M, et al. Referral of patients with pulmonary hypertension diagnoses to tertiary pulmonary hypertension centers: the multicenter RePHerral study [J]. JAMA Intern Med, 2013, 173(10):887-893.

[8] Zuckerman WA, Turner ME, Kerstein J, et al. Safety of cardiac catheterization at a center specializing in the care of patients with pulmonary arterial hypertension [J]. Pulm Circ, 2013, 3(4):831-839.

[9] Hoeper MM, Lee SH, Voswinckel R, et al. Complications of right heart catheterization procedures in patients with pulmonary hypertension in experienced centers [J]. J Am Coll Cardiol, 2006, 48(12):2546-2552.

[10] Rosenkranz S, Preston IR. Right heart catheterisation; best practice and pitfalls in pulmonary hypertension [J]. Eur Respir Rev, 2015, 24(138):642-652.

[11] Sitbon O, McLaughlin VV, Badesch DB, et al. Survival in patients with class III idiopathic pulmonary arterial hypertension treated with first line oral bosentan compared with an historical cohort of patients started on intravenous epoprostenol [J]. Thorax, 2005, 60(12):1025-1030.

[12] McLaughlin VV, Sitbon O, Badesch DB, et al. Survival with first-line bosentan in patients with primary pulmonary hypertension [J]. Eur Respir J, 2005, 25(2):244-249.

[13] Hoeper MM, Kramer T, Pan Z, et al. Mortality in pulmonary arterial hypertension: prediction by the 2015 European pulmonary hypertension guidelines risk stratification model [J]. Eur Respir J, 2017, 50(2):1700740.

[14] Kylhammar D, Kjellström B, Hjalmarsson C, et al. A comprehensive risk stratification at early follow-up determines prognosis in pulmonary arterial hypertension [J]. Eur Heart J, 2018, 39(47):4175-4181.

[15] Sitbon O, Humbert M, Jaïs X, et al. Long-term response to calcium channel blockers in idiopathic pulmonary arterial hypertension [J]. Circulation, 2005, 111(23):3105-3111.

[16] Simonneau G, Montani D, Celermajer DS, et al. Haemodynamic definitions and updated clinical classification of pulmonary hypertension [J]. Eur Respir J, 2019, 53(1):1801913.

[17] Montani D, Savale L, Natali D, et al. Long-term response to calcium-channel blockers in non-idiopathic pulmonary arterial hypertension [J]. Eur Heart J, 2010, 31(15):1898-1907.

[18] Moller JH, Patton C, Varco RL, et al. Late results (30 to 35 years) after operative closure of isolated ventricular septal defect from 1954 to 1960 [J]. Am J Cardiol, 1991, 68(15):1491-1497.

[19] Lopes AA, O'Leary PW. Measurement, interpretation and use of haemodynamic parameters in pulmonary hypertension associated with congenital cardiac disease [J]. Cardiol Young, 2009, 19(5):431-435.

[20] 中国医师协会心脏重症专业委员会. 心脏外科手术围术期肺高血压诊疗专家共识 [J]. 中华危重病急救医学, 2020, 32(8):905-914.

[21] Weill D, Benden C, Corris PA, et al. A consensus document for the selection of lung transplant candidates: 2014-an update from the Pulmonary Transplantation Council of the International Society for Heart and Lung Transplantation [J]. J Heart Lung Transpl, 2015, 34(1):1-15.

(收稿日期:2022-02-07)  
(本文编辑:周三凤)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

《临床内科杂志》2022 年重点内容安排

第一期	非心脏外科手术围术期心血管评估和处理	第七期	肝癌的诊治进展
第二期	警惕重症患者诊疗中的“临床陷阱”	第八期	癫痫的诊治进展
第三期	肺动脉高压的诊治进展	第九期	Car-T 细胞治疗血液恶性肿瘤进展
第四期	新发和再发感染病	第十期	间质性肺病的诊治进展
第五期	糖尿病相关指南解读	第十一期	垂体疾病诊疗进展和指南解读
第六期	急性肾损伤诊治进展	第十二期	抗肿瘤药物所致肝功能损伤的诊治进展