

肺动脉血管造影评价急性肺栓塞右心功能情况的meta分析

洪琴 朱建英 姚剑英

[摘要] **目的** 探讨肺动脉血管造影(CTPA)在评估急性肺栓塞(APE)患者右心功能变化的临床应用价值。**方法** 检索Pubmed、Embase、Web of Science、Cochrane、万方、维普和中国知网等数据库中关于CTPA分析APE患者右心功能的临床对照研究,时限为2000年1月至2023年2月。文献筛选后,以纽卡斯尔-渥太华量表(NOS)评估文献质量,Review Manager 5.4软件进行meta分析。**结果** 与无APE患者相比,APE患者右心室与左心室最大直径比(RVd/LVd)($SMD=1.25, 95\% CI: 0.94 \sim 1.56, P < 0.05$)、右心室与左心室最大截面积比($SMD=0.80, 95\% CI: 0.71 \sim 0.89, P < 0.05$)、右心室与左心室容积比($SMD=1.42, 95\% CI: 0.44 \sim 2.40, P < 0.05$)和右心室与左心室之间的最大距离比($SMD=0.91, 95\% CI: 0.57 \sim 1.25, P < 0.05$)均明显增大。中央型APE患者RVd/LVd明显高于周围型APE患者($SMD=1.73, 95\% CI: 0.95 \sim 2.51, P < 0.05$)。**结论** CTPA对APE右心功能情况具有良好的评估价值。

[关键词] 急性肺栓塞; 右心功能; 肺动脉血管造影; meta分析

Evaluation of right ventricular function in patients with acute pulmonary embolism by computed tomographic pulmonary angiography (CTPA): A meta analysis HONG Qin, ZHU Jianying, YAO Jianying. Department of Radiology, The Third People's Hospital of Huzhou, Huzhou 313000, China.

[Abstract] **Objective** To investigate the clinical application value of computed tomographic pulmonary angiography (CTPA) in the assessment of the changes of right ventricular function in patients with acute pulmonary embolism (APE). **Methods** We systematically retrieved the clinical controlled studies that exploring the evaluation of right ventricular function in patients with APE by CTPA from January 2000 to February 2023, which were published in PubMed, Embase, Web of Science, Cochrane, WanFang, VIP, and CNKI. Literature screening and data extraction were performed independently by two investigators. Included articles were assessed for bias using the Newcastle-Ottawa scale. This meta-analysis was conducted using Review Manager version 5.4 software. **Results** Meta analysis indicated that ratio of the maximum diameter of right ventricle to left ventricle (RVd/LVd) ($SMD=1.25, 95\% CI: 0.94 \sim 1.56, P < 0.05$), ratio of the maximum cross-sectional area of right ventricle to left ventricle ($SMD=0.80, 95\% CI: 0.71 \sim 0.89, P < 0.05$), ratio of the volume of right ventricle to left ventricle ($SMD=1.42, 95\% CI: 0.44 \sim 2.40, P < 0.05$), and ratio of the maximum distance between the right ventricle and left ventricle ($SMD=0.91, 95\% CI: 0.57 \sim 1.25, P < 0.05$) of the APE group were significantly higher than those of the non-APE group. There was significant difference of RVd/LVd in central APE group compared with peripheral APE group ($SMD=1.73, 95\% CI: 0.95 \sim 2.51, P < 0.05$). **Conclusion** CTPA may be helpful for the evaluating the right ventricular function in patients with APE.

[Key words] acute pulmonary embolism; right ventricular function; computed tomographic pulmonary angiography; meta analysis

对于急性肺栓塞(acute pulmonary embolism,

DOI: 10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2024.007.004

作者单位: 313000 浙江湖州, 湖州市第三人民医院放射科

APE)患者来说,快速风险评估很重要,因为高风险患者可能受益于溶栓或更具侵入性的治疗,包括导管引导的血栓抽吸或取栓^[1]。右室功能障碍(right ventricular dysfunction, RVD)的出现是APE危险分

层最重要的影像学参数之一^[2]。超声心动图被广泛用于右心室的评估,然而,由于右心室独特的几何形状,没有单独的超声心动图参数能提供关于右心室大小或功能的可靠信息。肺动脉血管造影(computed tomography pulmonary angiography, CTPA)由于能够准确、直接地显示肺动脉内的血栓,是目前诊断APE的首选方式。心脏结构也可以在CT扫描上显示,因此CTPA也可以通过评估RVD来进行风险分层。近年来,多项研究结果显示了多排螺旋CT测量APE患者右心室大小的临床应用价值^[3,4]。但目前关于CTPA预测APE患者右心功能情况的临床研究样本量普遍较小,研究结果尚存在差异。本次研究采用meta分析的方法,对国内外相关研究进行汇总和量化分析,旨在为CTPA在APE右心功能评估的临床应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 文献检索 系统性检索 Pubmed、Embase、Web of Science、Cochrane、万方、维普和中国知网等数据库,检索采用CTPA评估APE患者右心功能的相关文献。检索时间为2000年1月至2023年2月,语种不限。英文检索关键词包括 acute pulmonary embolism, computed tomography pulmonary angiography, CTPA, multi-detectorrow spiral CT, MDCT, right ventricular dysfunction, RVD。中文检索词包括:急性肺栓塞、CTPA、CT血管造影、多排螺旋CT、右心功能、右心室。此外,手工检索符合条件的研究的参考文献列表,以进一步获得相关的参考文献。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准包括:①探讨CTPA对APE右心功能评估价值的临床对照研究;②研究对象为可疑APE而行CTPA检查的患者;③APE的诊断符合欧洲心脏学会制定的关于APE的诊断标准;④根据CTPA检查结果初步分为APE组和无APE组;⑤结局指标至少包含在横截面上测量的右心室与左心室最大直径比(RV/LV dimension ratio,

RVd/LVd)。排除标准包括:①无法获取全文或全文中原始数据的研究,包括会议论文和资讯等;②个例报道;③综述或meta分析。

1.3 文献质量评价 两名作者独立根据纽卡斯尔-渥太华量表(the Newcastle-Ottawa scale, NOS)中病例对照研究的评价标准对纳入研究的质量和偏倚风险进行评价。主要包括研究人群的选择、组间可比性和暴露因素的测量3个方面,共8个条目。除组间可比性最高可评2星外,其余条目最高可评1星,满分为9星,分值越高提示研究质量越高。

1.4 数据提取 数据提取使用预先指定的自定义数据收集表收集,由两名作者完成。提取的数据包括纳入研究的基本信息(第一作者、发表国家、入组年份及文献类型等)、患者群体信息、CTPA的具体实施方法和结局指标。若出现分歧通过协商一致得到解决。

1.5 统计学方法 采用Cochrane协作网提供的Review Manager 5.4版软件进行数据分析。采用标准均数差(standard mean difference, SMD)和95%置信区间(confidence interval, CI)统计分析所有连续性变量。各项研究间的异质性采用 I^2 统计量进行量化, $I^2 > 50\%$ 表示存在显著的异质性则选用随机效应模型,否则选用固定效应模型。此外,采用亚组分析探讨可能的异质性来源。设 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 文献检索结果 初步检索获得979篇相关文献,排除重复文献725篇后,通过阅读题目、摘要和进一步全文阅读后,排除综述、个例报道、会议和资讯,以及研究对象分组和研究终点不符合纳入标准、研究终点原始数据缺乏等,最后纳入meta分析文献共23篇^[5-27]。其中英文文献5篇、中文文献18篇。

2.2 纳入研究的特征见表1

表1 纳入文献的基本特征

文献	国家	患者入组 年份	文献 类型	单中心 或多中心	样本量/例		检测仪器	管电压 /kV	结局 指标
					APE组	无APE组			
Doğan等 ^[5] (2007)	荷兰	2005	回顾性	单中心	29*	37	64 排螺旋CT	100	①③
Nural等 ^[6] (2009)	土耳其	2005~2007	回顾性	单中心	53	32	16 排螺旋CT	120	①
王建国等 ^[7] (2009)	中国	2004~2006	回顾性	多中心	279	733	64 排螺旋CT	120	①②
Henzler等 ^[8] (2010)	德国	2007~2008	回顾性	单中心	66*	34	双源CT	130	①③
van der Bijl等 ^[9] (2011)	荷兰	2005~2008	前瞻性	单中心	113	317	64 排螺旋CT	100~120	①③
周欣等 ^[10] (2011)	中国	2009~2010	回顾性	单中心	40	78	64 排螺旋CT	120	①②

续表

表1 纳入文献的基本特征

文献	国家	患者入组 年份	文献 类型	单中心 或多中心	样本量/例		检测仪器	管电压 /kV	结局 指标
					APE组	无APE组			
周诚等 ^[11] (2012)	中国	2009~2010	回顾性	单中心	47*	47	64 排螺旋CT	120~140	①②
刘建华等 ^[12] (2014)	中国	2012~2013	回顾性	单中心	39	22	64 排螺旋CT	/	①②
张秀莉等 ^[13] (2014)	中国	2011~2013	回顾性	单中心	20	8	双源CT	80	①②
周磊等 ^[14] (2015)	中国	2011~2014	回顾性	单中心	43	25	64 排螺旋CT	/	①
赵桂娇等 ^[15] (2016)	中国	2014~2015	回顾性	单中心	60	30	256 iCT	120	①②
胡杰等 ^[16] (2016)	中国	2012~2013	回顾性	单中心	57*	50	256 iCT	120	①②④
张威等 ^[17] (2017)	中国	2016	回顾性	单中心	26	62	双源CT	120	①
黄建等 ^[18] (2017)	中国	2012~2015	回顾性	单中心	104	150	非心电门控64排螺旋CT	100	①②④
王忠明等 ^[19] (2017)	中国	2013~2015	回顾性	单中心	60*	40	64 排螺旋CT	120~140	①②
林凯 ^[20] (2018)	中国	2011~2017	回顾性	单中心	127	51	16 排螺旋CT	120	①
朱洪基等 ^[21] (2019)	中国	2016~2017	回顾性	单中心	28*	26	心电门控双源CT	80~100	①③
马青松等 ^[22] (2019)	中国	2016~2018	回顾性	单中心	100*	50	128 排螺旋CT	120	①
王青松等 ^[23] (2019)	中国	2016~2018	回顾性	单中心	95	70	320 排螺旋CT	120	①②④
吴华栋等 ^[24] (2020)	中国	2017~2019	回顾性	单中心	90	90	320 排螺旋CT	120	①②④
Hadad 等 ^[25] (2021)	以色列	2014	回顾性	单中心	142*	720	256 排螺旋CT	/	①
张艳等 ^[26] (2022)	中国	2017~2019	回顾性	单中心	78*	30	128 排螺旋CT	110	①
杨波等 ^[27] (2023)	中国	2019~2021	回顾性	单中心	80	80	256 排螺旋CT	100	①

注:①为RVd/LVd;②为右心室与左心室最大截面积比(RV/LV sectional area ratio, RVa/LVa);③为右心室与左心室容积比(RV/LV volume ratio, RV/LVvol);④为右心室与左心室之间的最大距离比(RV/LV length distance ratio, RV-LD/LV-LD)。*代表APE组患者进一步分为中央型APE和周围型APE。

2.2 偏倚风险评估 纳入的23项研究中,除外4篇文献(4/23, 17.39%)对照组为体检健康患者,非疑似APE行CTPA检查后排除APE诊断患者,其余研究NOS评分均为8星。

2.3 meta分析结果

2.3.1 APE组和无APE组右心功能RVd/LVd比较的森林图见图1

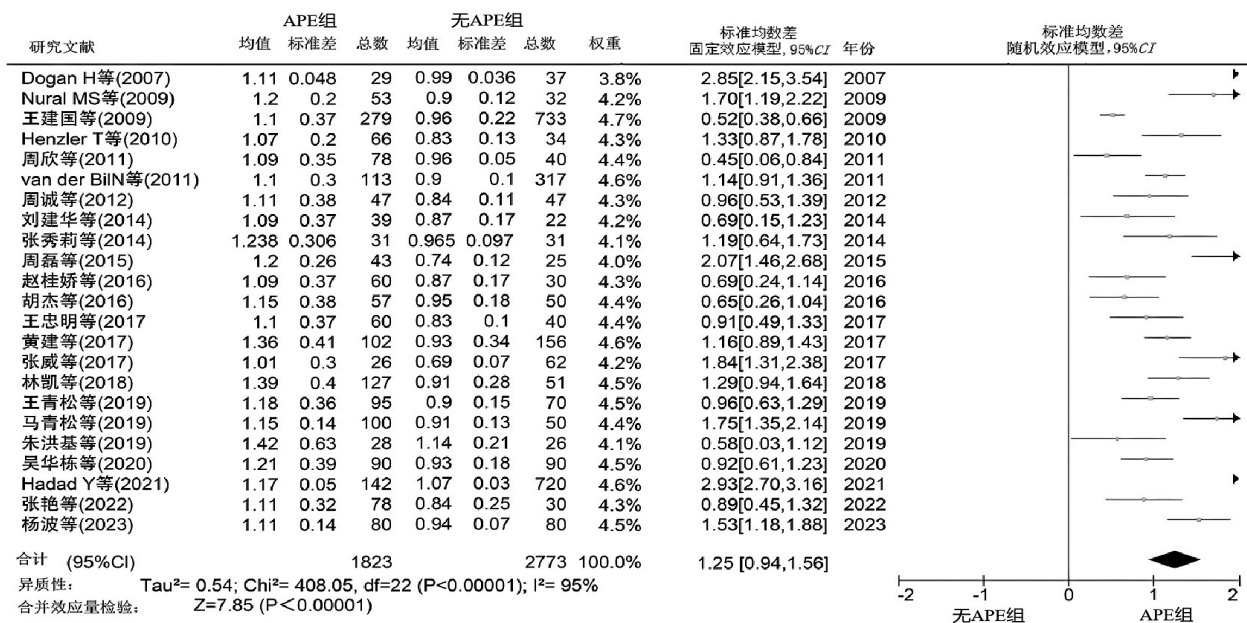


图1 APE组和无APE组患者右心功能RVd/LVd比较的森林图

由图1可见,APE患者RVd/LVd 高于无APE患者,差异有统计学意义($SMD=1.25, 95\%CI: 0.94 \sim 1.56, P<0.05$)。纳入的研究存在显著的异质性和发表偏倚,本次研究进行了亚组分析,结果见表2。

表2 使用随机效应模型对CTPA测量APE组和无APE组RVd/LVd值的meta分析的亚组分析

亚组	项目	研究数量	SMD	95%CI	P	权重/%	I ² /%
CT扫描仪排数	≤64排	11	1.19	0.87~1.52	<0.05	47.70	90
	>64排	8	1.29	0.62~1.97	<0.05	35.60	97
	双源CT	4	1.24	0.75~1.50	<0.05	16.70	72
管电压	<120 kV	7	1.28	0.94~1.62	<0.05	34.00	81
	≥120 kV	13	1.05	0.80~1.31	<0.05	66.00	85

由表2可见,低管电压技术(<120 kV)测量的RVd/LVd 高于普通管电压技术(≥120 kV)的测量值,这可能在一定程度上导致了结果的异质性。

2.3.2 APE组和无APE组患者右心功能RVa/LVa 比较的森林图见图2

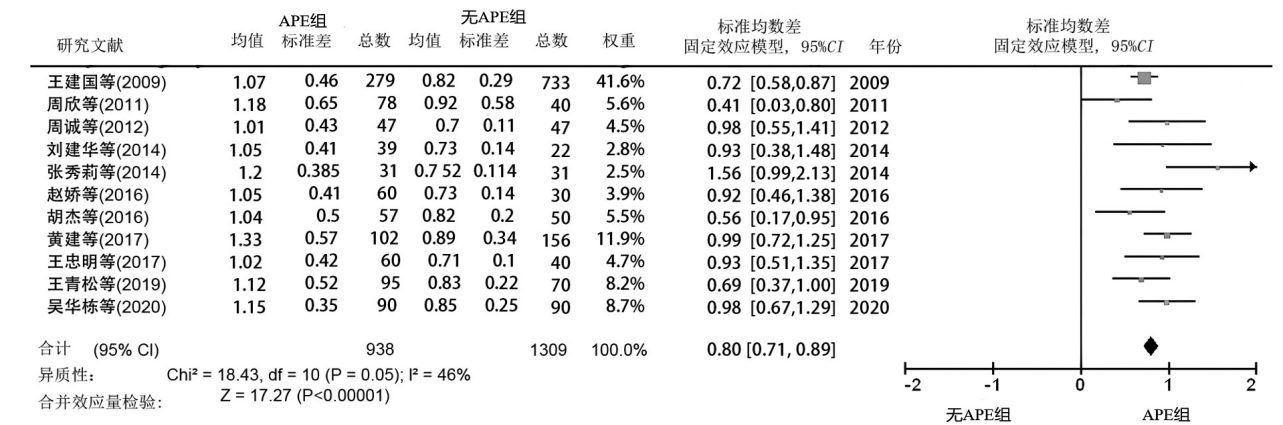


图2 APE组和无APE组患者右心功能RVa/LVa 比较的森林图

由图2可见,与无APE患者相比,APE患者RVa/LVa增大($SMD=0.80, 95\%CI: 0.71 \sim 0.89, P<0.05$)。

2.3.3 APE组和无APE组患者右心功能RV/LVvol 比较的森林图见图3

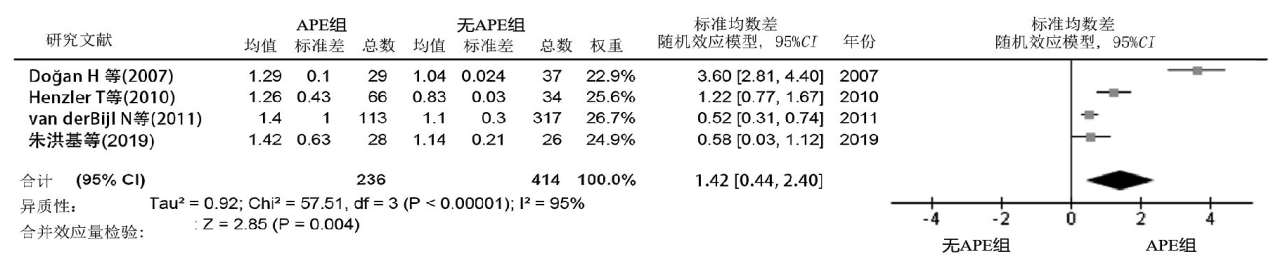


图3 APE组和无APE组患者右心功能RV/LVvol 比较的森林图

由图3可见,与无APE患者相比,APE患者RV/LVvol增大($SMD=1.42, 95\%CI: 0.44 \sim 2.40, P<0.05$)。

2.3.4 APE组和无APE组患者右心功能RV-LD/LV-LD 比较的森林图见图4

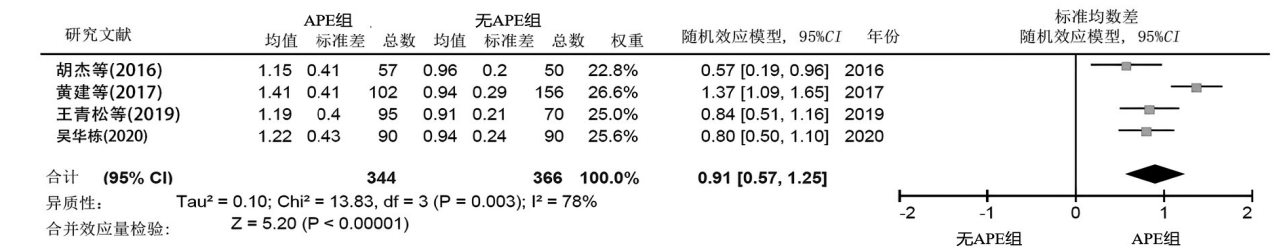


图4 APE组和无APE组患者右心功能RV-LD/LV-LD 比较的森林图

由图4可见,与无APE患者相比,APE患者RV-LD/LV-LD增大($SMD=0.91$, $95\%CI$ 0.57 ~ 1.25, $P<0.05$)。

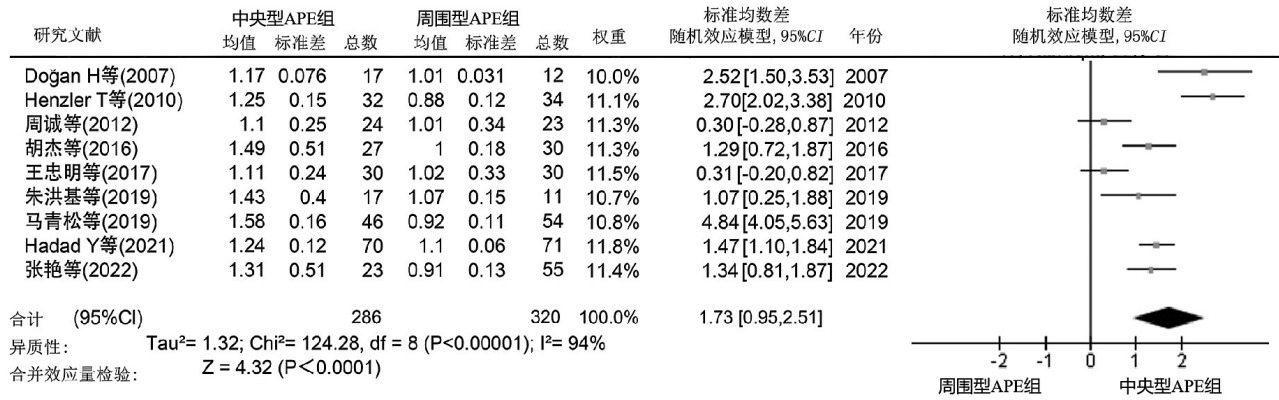


图5 中央型APE组和周围型APE组患者右心功能RVd/LVd比较的森林图

由图5可见,中央型APE患者右心功能RVd/LVd高于周围型APE患者,差异有统计学意义($SMD=1.73$, $95\%CI$: 0.95 ~ 2.51, $P < 0.05$)。

2.3.5 不同栓塞部位患者右心功能RVd/LVd比较的森林图见图5

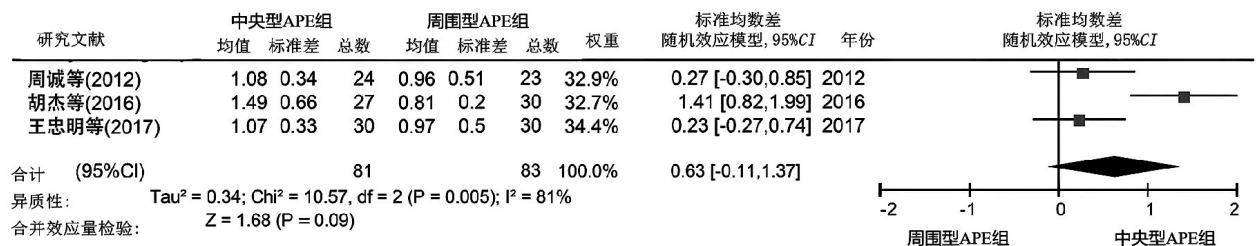


图6 中央型APE组和周围型APE组患者右心功能RVa/LVa比较的森林图

由图6可见,中央型APE患者与周围型APE患者RVa/LVa比较,差异无统计学意义($SMD=0.63$, $95\%CI$: -0.11 ~ 1.37, $P > 0.05$)。

2.3.6 不同栓塞部位患者右心功能RVa/LVa比较的森林图见图6

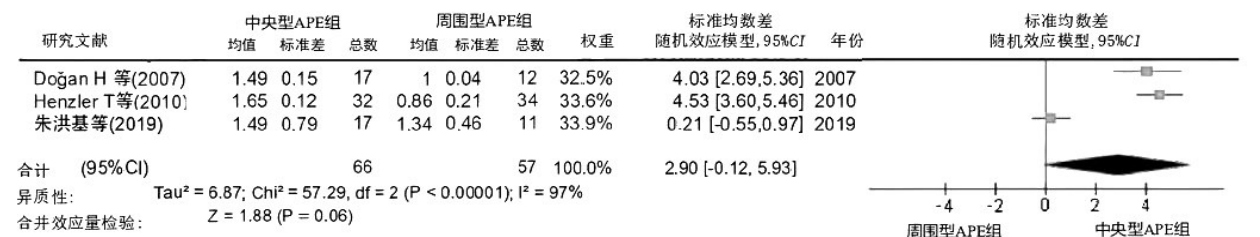


图7 中央型APE组和周围型APE组患者右心功能RV/LVvol比较的森林图

由图7可见,中央型APE患者与周围型APE患者RV/LVvol比较,差异无统计学意义($SMD=2.90$, $95\%CI$: -0.12 ~ 5.93, $P > 0.05$)。

2.3.7 不同栓塞部位患者右心功能RV/LVvol比较的森林图见图7

3 讨论

本次meta分析汇总和量化了既往较小样本研究的结点,结果发现与无APE患者对比,APE患者的心功能参数比值RVd/LVd、RVa/LVa、RV/LVvol和

RV-LD/LV-L显著性增大。而对于不同栓塞部位,CTPA结果显示中央型APE较周围型APE的RVd/LVd显著增大。

RVD是APE患者30 d死亡的独立危险因素。CT心功能参数已被作为APE严重程度和临床结果的潜在预测因素。APE合并肺静脉回流异常可导致左室充盈不良,RVd/LVd比值升高。RVd/LVd > 1被

认为是基于CTPA的诊断RVD的可靠指标,并且与APE的严重程度相关。目前指南也推荐RVd/LVd ≥ 1 作为APE患者风险分层的阈值。近期国外一项汇总了21项研究的meta分析显示,与超声心动图比较,增大的RVd/LVd预测RVD的诊断总灵敏度为82%(78%~86%),特异度为75%(66%~82%)^[28]。考虑目前研究普遍认为RVd/LVd >1 与APE患者的预后存在显著的相关性,是短期内临床不良事件发生的独立预测因子,因此本次研究仅对RVd/LVd进行了亚组分析。

RVa/LVa被认为是采用超声心动图检测RVD最准确的参数。Mansencal等^[29]报道采用CTPA心室舒张末期RVa/LVa >1 诊断显著性APE的灵敏度为88%,特异度为8%。此外,RVa/LVa >1 也是APE相关死亡率的危险因素之一。

APE发病时,栓子阻塞肺动脉(通常超过30%)可导致肺血管阻力增大,进一步导致右心室后负荷增大,肺动脉压力升高,右心室参数发生变化。然而,目前对APE右心功能参数变化的诊断尚缺乏统一标准。由于心室解剖结构较为复杂,单一的线性测量心室内径并不足以评估右心室功能。本次研究结果显示,APE患者RV-LD/LV-LD明显高于无APE患者($P<0.05$)。提示RV-LD/LV-LD可能可以作为综合评估APE右心功能的参数之一。

由于心室具有复杂的结构和形状,可以假设对心室容积进行三维评估可能是确定APE患者RVD的最准确方法之一。核磁共振检查显示RV/LVvol在正常人群的范围是0.906~1.266^[30]。尽管纳入的相关研究数量较少,相对于无APE患者,APE患者的RV/LVvol增大了1.42个标准差,为本次meta分析中APE患者4个心功能参数变异最大的指标。因此需要更多的临床研究探讨RV/LVvol变化在评估APE患者右心室功能情况的临床意义。

APE患者可根据栓塞位置分为中央型(栓塞位于叶及以上肺动脉)和周围型(栓子位于段及亚段肺动脉)栓塞。传统上一般认为中央型APE患者的预后比周围型更差。然而,Jain等^[31]的研究结果显示,尽管中央型APE在超声心动图和CTPA上更容易出现RVD,但是周围型APE的30d和90d全因死亡率较高。本次研究结果显示,相对于周围型APE,中央型APE RVd/LVd增大1.73个标准差,也更易引起急性右室功能衰竭。

本研究存在一定的局限性。首先,纳入的研究

为病例对照研究,与前瞻性随机对照研究对比,可能存在一定的选择偏倚和回忆偏倚。其次,纳入的研究存在显著的异质性和发表偏倚。采用不同的监测设备、不同的管电压技术和不同的观察者测量,可能导致异质性的发生。最后,纳入的研究绝大部分未对APE基于CTPA确诊RVD的患者进行随访,因此尚缺乏CTPA评估右心功能参数变化与患者预后相关性的分析。

综上所述,CTPA可以有效检测APE患者RVD的存在,除了升高的RVd/LVd比值外,RVa/LVa和RV/LVvol比值等多个心功能参数也有助于综合评估APE患者右心功能情况,RVd/LVd比值能较好地反映不同栓塞位置RVD的严重程度。未来尚需要进一步多中心、大样本的前瞻性临床研究验证CTPA对APE患者右心功能的评估价值。

参考文献

- 1 Kulka HC, Zeller A, Fornaro J, et al. Acute pulmonary embolism—its diagnosis and treatment from a multidisciplinary viewpoint[J]. Dtsch Arztebl Int, 2021, 118 (37): 618–628.
- 2 Konstantinides SV, Meyer G, Becattini C, et al. 2019 ESC guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European respiratory society (ERS): The task force for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism of the european society of cardiology (ESC)[J]. Eur Heart J, 2019, 54(3): 1901647.
- 3 Konstantinides SV, Torbicki A, Agnelli G, et al. 2014 ESC guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism[J]. Eur Heart J, 2014, 35(43): 3033–3069.
- 4 Wells G, Shea B, O'Connell D, et al. The Newcastle–Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses[EB/OL]. http://www.ohri.ca/Programs/clinical_epidemiology/oxford.asp. 12 December 2018.
- 5 Doğan H, Kroft LJM, Huisman MV, et al. Right ventricular function in patients with acute pulmonary embolism: Analysis with electrocardiography-synchronized multi-detector row CT[J]. Radiology, 2007, 242(1): 78–84.
- 6 Nural MS, Elmali M, Findik S, et al. Computed tomographic pulmonary angiography in the assessment of severity of acute pulmonary embolism and right ventricular dysfunction[J]. Acta Radiol, 2009, 50(6): 629–637.
- 7 王建国, 王辰, 郭佑民, 等. CT肺血管成像分析肺栓塞程度及右心功能的价值[J]. 中国医学影像学杂志, 2009, 17

- (2):81-85.
- 8 Henzler T, Krissak R, Reichert M, et al. Volumetric analysis of pulmonary CTA for the assessment of right ventricular dysfunction in patients with acute pulmonary embolism[J]. Acad Radiol, 2010, 17(3):309-315.
- 9 van der Bijl N, Klok FA, Huisman MV, et al. Measurement of right and left ventricular function by ECG-synchronized CT scanning in patients with acute pulmonary embolism: Usefulness for predicting short-term outcome[J]. Chest, 2011, 140(4):1008-1015.
- 10 周欣, 武志峰, 周旭, 等. CTPA 对急性肺动脉栓塞心血管参数及疗效的评价[J]. 山西医科大学学报, 2011, 42(3):215-219.
- 11 周诚, 刘文亚, 木合拜提, 等. CT肺动脉造影诊断急性肺栓塞伴右心功能不全[J]. 中国介入影像与治疗学, 2012, 9(2):67-70.
- 12 刘建华, 曾涛. 螺旋CT肺动脉成像在肺栓塞程度及右心功能评价中的价值[J]. 海南医学院学报, 2014, 20(5):716-718.
- 13 张秀莉, 李绍东, 李江山, 等. CT双能量成像评价急性肺栓塞严重程度及右心功能[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2014, 20(1):29-32.
- 14 周磊, 陈成水. CT肺栓塞指数联合右心功能参数对急性肺栓塞严重程度评价临床研究[J]. 新医学, 2015, 46(1):53-57.
- 15 赵桂娇, 张极峰, 于珊珊, 等. CTPA 评价肺栓塞程度及右心功能的价值研究[J]. 中国实验诊断学, 2016, 20(10):1729-1731.
- 16 胡杰, 李彩英, 赵梦鸥, 等. 采用多层螺旋CT评价急性肺动脉栓塞与右心功能的相关性[J]. 中国CT和MRI杂志, 2016, 14(11):50-53.
- 17 张威, 张闯, 田天, 等. 急性肺栓塞致右心室功能不全的CT影像学分析[J]. 中华保健医学杂志, 2017, 19(3):207-209.
- 18 黄建, 吴刚. 多层螺旋CT肺动脉成像右心室参数评估急性肺栓塞的临床研究[J]. 中国医学影像学杂志, 2017, 25(4):270-273.
- 19 王忠明, 苏爱芹, 曹琪, 等. 肺栓塞患者伴右心功能不全的CT影像学表现分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15(1):64-66, 82.
- 20 林凯. MSCT肺动脉造影对肺栓塞患者诊断及对患者右心功能评价价值分析[J]. 医学影像学杂志, 2018, 28(3):418-421.
- 21 朱洪基, 余建群, 彭礼清. 心电门控双源CTPA 评价急性肺栓塞及其右心室功能[J]. 心血管病学进展, 2019, 40(6):955-959.
- 22 马青松, 张静, 罗露露, 等. 128层螺旋CT肺动脉造影对急性肺栓塞患者栓塞程度和右心功能的评估价值研究[J]. 现代生物医学进展, 2019, 19(9):1731-1734, 1757.
- 23 王青松, 王虹, 白雪冬, 等. 多层螺旋CT与超声心动图对急性肺栓塞患者右心功能的评估价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2019, 17(10):32-34.
- 24 吴华栋, 焦利东. 多层螺旋CT与超声心动图对急性肺栓塞患者右心功能的评估价值[J]. 实用临床医药杂志, 2020, 24(19):5-8.
- 25 Hadad Y, Iluz M, Ziv-Baran T, et al. High prevalence of right ventricular/left ventricular ratio ≥ 1 among patients undergoing computed tomography pulmonary angiography[J]. J Thorac Imaging, 2021, 36(4):231-235.
- 26 张艳, 邬山, 何浩, 等. CT肺动脉成像预测不同类型急性肺栓塞的右心功能情况及早期病死率[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(5):86-88.
- 27 杨波, 施婷艳, 茅杰熙, 等. MSCTPA 右心功能参数与急性肺栓塞严重程度的相关性分析[J]. 医学影像学杂志, 2023, 33(1):141-144.
- 28 Chornenki NLJ, Poorzargar K, Shanjer M, et al. Detection of right ventricular dysfunction in acute pulmonary embolism by computed tomography or echocardiography: A systematic review and meta-analysis[J]. J Thromb Haemost, 2021, 19(10):2504-2513.
- 29 Mansencal N, Joseph T, Vieillard-Baron A, et al. Diagnosis of right ventricular dysfunction in acute pulmonary embolism using helical computed tomography[J]. Am J Cardiol, 2005, 95(10):1260-1263.
- 30 Altmayer SPL, Patel AR, Addetia K, et al. Cardiac MRI right ventricle/left ventricle (RV/LV) volume ratio improves detection of RV enlargement[J]. J Magn Reson Imaging, 2016, 43(6):1379-1385.
- 31 Jain CC, Chang YC, Kabrhel C, et al. Impact of pulmonary arterial clot location on pulmonary embolism treatment and outcomes (90 days)[J]. Am J Cardiol, 2017, 119(5):802-807.

(收稿日期 2023-08-28)

(本文编辑 葛芳君)