

doi: 10.7499/j.issn.1008-8830.2018.11.004

论著·临床研究

经鼻高频通气治疗新生儿呼吸窘迫综合征效果的系统评价

杨玉兰¹ 吴本清² 苏锦珍¹ 杨琳¹ 钟桂朝¹ 刘兰¹

(1. 暨南大学第二临床医学院深圳市人民医院新生儿科, 广东 深圳 518020;
2. 中国科学院大学深圳医院新生儿科, 广东 深圳 518000)

[摘要] **目的** 对经鼻高频通气(nHFV)治疗新生儿呼吸窘迫综合征(NRDS)的治疗效果进行系统评价, 为临床提供循证证据。**方法** 计算机检索PubMed、Cochrane图书馆、EMBase(Ovid)、中国生物医学文献数据库、中国期刊全文数据库、万方数据库和中文科技期刊数据库, 收集nHFV对比经鼻持续正压通气(nCPAP)治疗NRDS的随机对照试验(RCT), 对符合纳入标准的临床研究进行资料提取, 并参考Cochrane系统评价员手册5.1.0进行质量评价, 然后采用Rev Man 5.3统计软件进行Meta分析。**结果** 共纳入4项RCT, 合计218例患儿。Meta分析结果显示, 与nCPAP组比较, nHFV组获得更有效的治疗效果($RR=1.73$, $95\%CI: 1.39-2.15$, $P<0.00001$)。两组患儿脑室内出血、脑室周围白质软化、支气管肺发育不良、坏死性小肠结肠炎、气胸、早产儿视网膜病等并发症的发生率无明显差异。**结论** 目前证据表明, 与nCPAP相比, nHFV对NRDS的治疗效果更好, 并无增加相关并发症的风险。

[中国当代儿科杂志, 2018, 20(11): 897-903]

[关键词] 经鼻高频通气; 无创高频通气; 呼吸窘迫综合征; Meta分析; 新生儿

Clinical efficacy of nasal high-frequency ventilation in treatment of neonatal respiratory distress syndrome: a Meta analysis

YANG Yu-Lan, WU Ben-Qing, SU Jin-Zhen, YANG Lin, ZHONG Gui-Chao, LIU Lan. Department of Neonatology, Second Clinical Medical College of Jinan University, Shenzhen People's Hospital, Shenzhen, Guangdong 518020, China (Wu B-Q, Email: wubenqing783@126.com)

Abstract: Objective To systematically evaluate the clinical efficacy of nasal high-frequency ventilation (nHFV) in the treatment of neonatal respiratory distress syndrome (NRDS). **Methods** A literature search was performed in PubMed, Cochrane Library, EMBase (Ovid), Chinese Biomedical Literature Database, Chinese Journal Full-text Database, Wanfang Data, and Weipu Data to collect the randomized controlled trials (RCTs) that compared the clinical efficacy of nHFV and nasal continuous positive airway pressure (nCPAP) in the treatment of NRDS. A Meta analysis was performed on the included RCTs using Rev Man 5.3 software after data extraction and quality evaluation by Cochrane 5.1.0. **Results** A total of 4 RCTs involving 218 patients were included. The Meta analysis showed that compared with the nCPAP group, the nHFV group had a significantly better treatment outcome ($RR=1.73$, $95\%CI: 1.39-2.15$, $P<0.00001$). There were no significant differences in the incidence rates of intraventricular hemorrhage, periventricular leukomalacia, bronchopulmonary dysplasia, necrotizing enterocolitis, pneumothorax and retinopathy of prematurity. **Conclusions** Compared with nCPAP, nHFV has better clinical efficacy in the treatment of NRDS, without increasing the risk of related complications.

[Chin J Contemp Pediatr, 2018, 20(11): 897-903]

Key words: Nasal high-frequency ventilation; Noninvasive high-frequency ventilation; Respiratory distress syndrome; Meta analysis; Neonate

[收稿日期] 2018-05-23; [接受日期] 2018-08-28

[作者简介] 杨玉兰, 女, 硕士研究生。

[通信作者] 吴本清, 男, 教授。

新生儿呼吸窘迫综合征(neonatal respiratory distress syndrome, NRDS)是新生儿早期最常见的呼吸系统疾病之一,也是导致新生儿早期死亡的重要原因,是因肺表面活性物质(PS)缺乏所致,以早产儿多见^[1]。近年来随着产前激素的使用、PS的应用及呼吸支持技术的不断完善, NRDS的治愈率得到了大大的提高^[2-3]。但随着围产医学的不断进展,新生儿出生胎龄及出生体重趋于小胎龄、低体重,对新生儿呼吸支持技术提出了更高的要求,同时导致支气管肺发育不良(BPD)等多种并发症的发生率升高^[4]。目前NRDS常用的呼吸支持包括有创及无创两类模式,其中无创呼吸支持模式以经鼻间歇指令通气(NIPPV)及经鼻持续正压通气(nCPAP)常见^[5],现也有将经鼻高流量氧疗(high-flow nasal cannulae, HFNC)用于治疗NRDS,结果显示与nCPAP相比,两者的有效性和并发症情况类似,但在NRDS拔管后撤机过渡的应用中HFNC更有优势^[2]。有创呼吸支持技术包括高频通气模式和常频通气模式,有学者将两者对NRDS治疗的有效性 & 安全性进行Meta分析,显示两者的有效率及并发症无明显差异^[3]。有学者将无创高频通气(noninvasive high-frequency ventilation, nHFV)应用于治疗NRDS及有创呼吸支持后的撤机过渡,研究结果显示nHFV能有效治疗NRDS并缩短有创呼吸支持后的撤机时间^[6-10]。本研究系统分析nHFV和nCPAP在NRDS治疗及有创呼吸支持后的撤机过渡中的有效性 & 安全性,为临床治疗NRDS提供更好的呼吸支持方案。

1 资料与方法

1.1 纳入标准

(1)研究类型:国内外公开发表的随机临床对照试验(RCT),不限国家及地区,限定语种为中文和英文。

(2)研究对象:①生后0~28 d的新生儿;②诊断为NRDS;③生后使用无创呼吸机支持或生后因NRDS使用有创呼吸机支持,达撤机标准后予无创呼吸机模式支持。

1.2 排除标准

(1)无明确诊断标准的文献;(2)研究对象合并先天性畸形(如先天性膈疝、先天性肺部

畸形、除卵圆孔未闭和动脉导管未闭的先天性心脏病)或感染性休克的文献;(3)预防性研究、回顾性研究及个案报道;(4)结局指标不明确、不能提供有效的可供参考的数据的文献;(5)重复发表的文献。

1.3 干预措施

(1)试验组及对照组均予常规治疗及护理,试验组使用nHFV模式予呼吸支持,对照组使用nCPAP呼吸支持。

(2)参数的调节:①nHFV组:频率6~12 Hz,振幅6~10级(以达到胸腔震动为基础),平均气道压(MAP)5~10 cm H₂O,吸入氧浓度(FiO₂)30%~60%,经皮血氧饱和度(SpO₂)0.88~0.93。根据血气分析结果及病情调整参数。②nCPAP组:呼气末正压(PEEP)5~10 cm H₂O, FiO₂同nHFV组。根据血气分析结果及病情调整参数。

(3)撤机标准:①nHFV组:频率≤8 Hz,振幅≤6级, MAP≤5 cm H₂O, FiO₂≤30%,呼吸状态稳定、胸部X线片明显好转,血气分析检测示pH 7.25~7.45, PaO₂ 60~80 mm Hg, PaCO₂ 35~55 mm Hg。②nCPAP组: PEEP≤3 cm H₂O, FiO₂≤30%,呼吸状态稳定、胸部X线片明显好转,血气分析结果同nHFV组^[6-10]。

(4)治疗成功和拔管成功判断标准:对于使用无创呼吸机初始治疗者,7 d内无需气管插管机械通气视为治疗成功;对于初始使用气管插管机械通气者,撤机拔管后予无创呼吸机模式支持,3 d后无需二次插管视为有创呼吸机拔管成功。

1.4 结局指标

(1)无创呼吸机治疗成功率或有创呼吸机拔管成功率;(2)无创呼吸机治疗时间;(3)并发症的发生率:如脑室内出血(IVH)、脑室周围白质软化(PVL)、新生儿坏死性小肠结肠炎(NEC)、气胸、早产儿视网膜病(ROP)、支气管肺发育不良(BPD)等。

1.5 文献检索

由本文的两位作者分别独立在PubMed、Cochrane图书馆、EMBase(Ovid)、中国生物医学文献数据库(CBM)、中国期刊全文数据库、万方数据库和中文科技期刊数据库进行检索,检索时限为数据库建立至2018年6月20日。中文检索词为:“无创高频通气”“鼻塞式高频通

气”“无创持续正压通气”“经鼻间歇指令通气”“经鼻高流量通气”“新生儿呼吸窘迫综合征”“新生儿”；英文检索词为：“noninvasive high-frequency ventilation”“nasal high-frequency ventilation”“noninvasive continuous positive airway pressure”“nasal intermittent”。两位作者分别独立对搜索的文献进行筛选，筛选流程及结果见图1。有争议的文献通过第三位作者进行评定是否纳入。

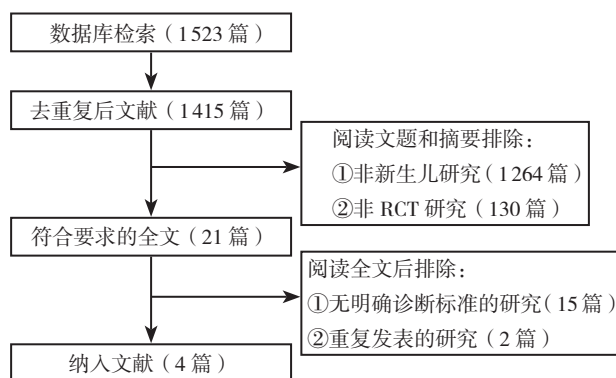


图1 文献筛选流程图

1.6 资料提取与质量评价

制定数据提取表，包括患儿的一般临床资料（胎龄、出生体重、性别、产前激素使用）、干预措施、结局指标。由本文的两位作者分别独立对纳入的研究进行资料提取，汇总时对有争议的项目请第三位作者进行评定。

采用改良 Jadad 量表对纳入的研究进行质量等级评分^[11]。改良 Jadad 量表共有 8 个评分项目对随机对照研究进行质量评分，分别为：是否为随机试验；随机方法是否合适；是否为双盲；盲法是否合适；对于失访及退出是否描述；是否有明确

的纳入及排除标准；是否描述不良反应的种类及方式；是否使用统计学方法进行描述。最低分数 0 分，最高 8 分，由本文两位作者独立完成并进行最终汇总。0~3 分为低质量文献，4~8 分为高质量文献^[11]。

1.7 统计学分析

根据 Meta 分析报告质量指南^[12-13]，采用 RevMan 5.3 软件进行异质性检验，当 $P>0.10$ 时认为异质性检验没有统计学意义，联合 I^2 对各研究间异质性大小进行评价。当 $I^2<50\%$ 时认为各研究间的效应量是同质的^[14-15]。当结果 $P\leq 0.10$ 时判定各研究间存在统计学异质性，则对各研究进行敏感性分析。同样使用 RevMan 5.3 软件进行 Meta 分析， $P<0.05$ 时认为结果具有统计学意义。如果各研究间无统计学异质性（ $P>0.10$ ， $I^2<50\%$ ），采用固定效应模型分析；反之，采用随机效应模型分析。二分类变量采用比值比（RR）及其 95% 置信区间（CI）表示；连续性变量采用标准化均数差（MD）及其 95% CI 表示。

2 结果

2.1 纳入研究基本信息

初步检索共获得文献 1523 篇。最终共筛出 4 篇文献纳入研究，合计 218 例患儿。其中 1 篇来自加拿大，3 篇来自中国。该 4 篇文献的研究时间为 2013 年 7 月至 2017 年 4 月。纳入研究的基本信息见表 1。对纳入 Meta 分析的各研究进行改良 Jadad 量表评分，结果显示所纳入的 4 项研究均为高质量研究（评分 ≥ 4 分）。

表1 纳入研究的基本信息

文献	国家	nHFV/nCPAP (例)	胎龄(周)		出生体重(g)		产前激素应用 (例)	结局指标	Jadad 评分
			nHFV	nCPAP	nHFV	nCPAP			
朱兴旺 2017 ^[6]	中国	17/21	31.7 ± 1.7	32.0 ± 1.9	1670 ± 353	1735 ± 327	6/8	①②③⑧	8
Mukerji 2017 ^[7]	加拿大	16/23	26.1 ± 1.3	26.5 ± 1.6	832 ± 150	878 ± 198	12/20	①②③④⑤⑥⑦⑧	8
Zhu 2017 ^[8]	中国	37/39	31.7 ± 1.7	32.0 ± 1.9	1670 ± 353	1735 ± 327	13/15	①③⑥⑧	5
娄五斌 2017 ^[9]	中国	34/31	32.5 ± 1.3	32.4 ± 1.4	1790 ± 35	1850 ± 41	13/12	①②③⑤⑥⑧	5

注：结局指标中，①示无创呼吸机治疗成功率或有创呼吸机撤机成功率；②示无创呼吸机治疗时间；③示脑室内出血发生率；④示脑室周围白质软化发生率；⑤示新生儿坏死性小肠结肠炎发生率；⑥示气胸发生率；⑦示早产儿视网膜病发生率；⑧示支气管肺发育不良发生率。

2.2 Meta 分析结果

2.2.1 治疗成功 / 拔管成功率 纳入的4篇研究共纳入218例患儿，其中nHFV组101例，nCPAP组117例。nHFV组101例患儿中，治疗成功 / 拔管成功者共80例（79.2%）；nCPAP组117例患儿中，治疗成功 / 拔管成功者53例（45.3%）。

Meta 分析显示各研究资料之间具有同质性（ $\chi^2=0.07$ ， $P=1.00$ ， $I^2=0\%$ ）。合并效应量采用固定效应模型进行统计分析，结果显示，与nCPAP组相比，nHFV组治疗成功 / 拔管成功率更高（ $RR=1.73$ ，95%CI: 1.39~2.15， $P<0.00001$ ），见图2。

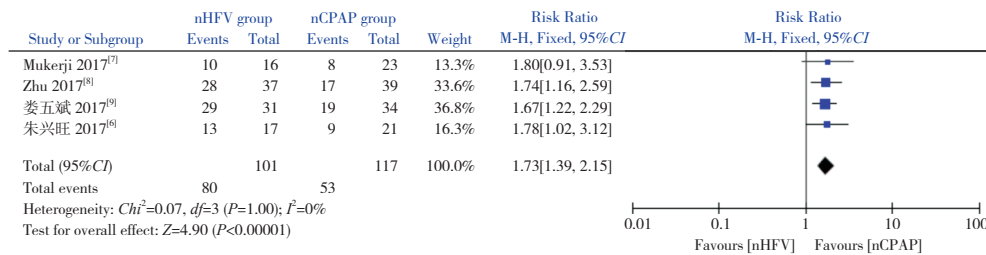


图2 nHFV组与nCPAP组治疗成功 / 拔管成功率的Meta分析森林图

2.2.2 无创呼吸机使用时间 纳入的4项研究中有3项记录了无创呼吸机使用时间，其中有1项采用中位数及四分位数间距描述法记录，在此

不纳入统计。各研究的异质性检验示各研究资料之间同质性良好，采用固定效应模型检验，显示两组无创呼吸机使用时间无明显差异，见图3。

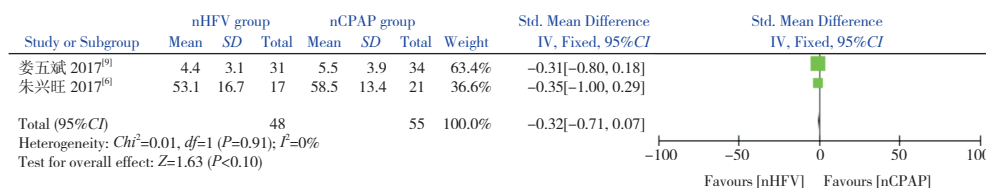


图3 nHFV组与nCPAP组无创呼吸机使用时间的Meta分析森林图

2.2.3 并发症发生情况 纳入的各研究中均有患儿发生并发症，包括IVH、PVL、NEC、气胸、ROP、BPD，其中IVH、BPD在各研究中均有报道，研究的同质性良好，使用固定效应模型检验，显

示两组的IVH、BPD发生率差异无统计学意义（图4~5）；而PVL、NEC、气胸、ROP等异质性明显，使用随机效应模型检验，显示两组其发生率差异无统计学意义，见图6。

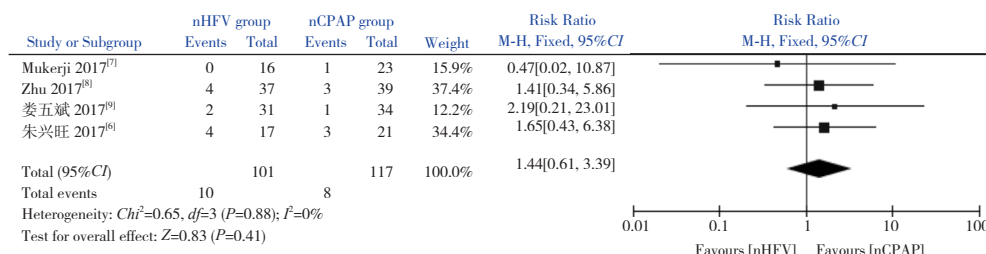


图4 nHFV组与nCPAP组IVH发生率的Meta分析森林图

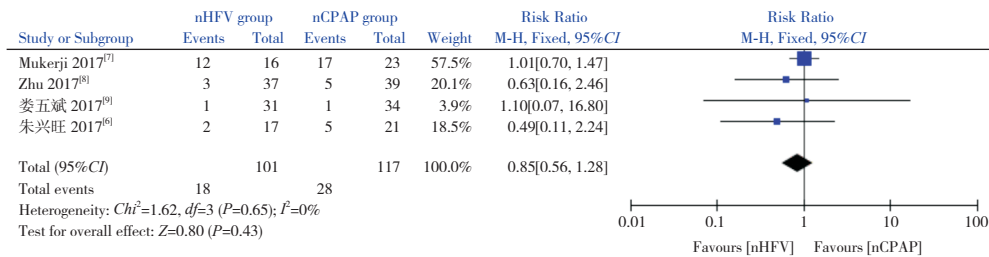


图 5 nHFV 组与 nCPAP 组 BPD 发生率的 Meta 分析森林图

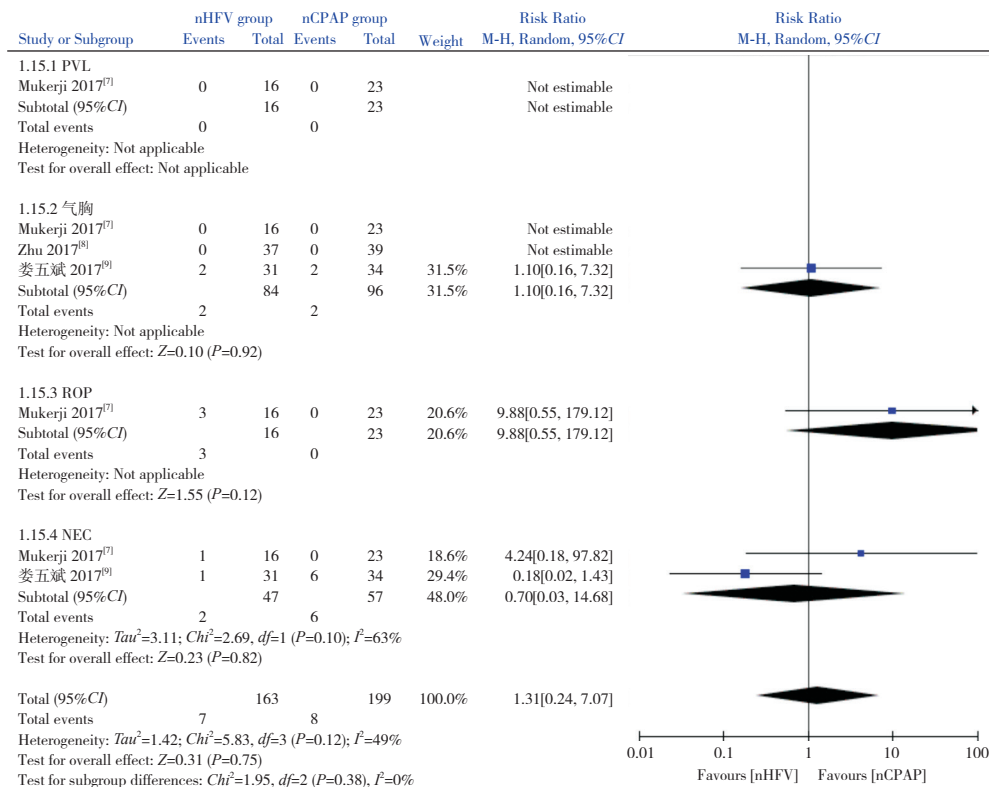


图 6 nHFV 组与 nCPAP 组 PVL、气胸、ROP、NEC 发生率的 Meta 分析森林图

2.3 敏感性分析

由于气管插管治疗对患儿治疗转归有重要影响，因此排除气管插管拔管后过渡应用 nHFV 和 nCPAP 的研究^[9]进行敏感性分析，发现除 NEC 发

生率外，其他指标的结果在文献排除前后基本一致。在 NEC 发生率中，文献排除前后 RR 值差异较大，但均 $P>0.05$ 。

表 2 敏感性分析

项目	P 值		RR/MD 及其 95%CI	
	排除前	排除后	排除前	排除后
治疗成功 / 拔管成功率	<0.00001	0.0002	1.73(1.39, 2.15)	1.76(1.31, 2.36)
无创呼吸机使用时间	0.10	0.28	-0.32(-0.71, 0.07)	-0.35(-1.00, 0.29)
并发症的发生				
IVH	0.41	0.54	1.50(0.57, 3.94)	1.39(0.48, 3.97)
BPD	0.43	0.39	0.85(0.56, 1.28)	0.83(0.55, 1.26)
气胸	0.92	-	1.10(0.16, 7.32)	-
NEC	0.82	0.37	0.70(0.03, 14.68)	4.24(0.18, 56.28)

注：[IVH] 脑室内出血；[BPD] 支气管肺发育不良；[NEC] 新生儿坏死性小肠结肠炎。

3 讨论

NRDS是新生儿最常见的呼吸系统疾病之一,目前常用的治疗方案为无创持续正压通气,欧盟NRDS防治指南中建议优先使用nCPAP,在呼吸机支持后病情改善不明显时使用表面活性物质(PS)等治疗^[5]。高频呼吸机现已在新生儿中广泛使用,以高频振荡通气模式应用最为普遍,多为气管插管下有创使用,其安全性及有效性良好。有创常频通气模式(CMV)与有创高频振荡通气模式(HFV)在NRDS治疗的Meta分析显示,HFV较CMV治疗NRDS的有效率更高,在并发症上除IVH、PVL外,其余并发症的发生无明显差异^[3]。近年来有学者试图将nHFV应用于NRDS的治疗及气管插管拔管过渡中,以探索无创的、更方便有效的NRDS呼吸支持方案^[6-10,16]。

已证实HFV在中重度NRDS治疗中有效,理论上推测nHFV与HFV相似,能有效达到二氧化碳(CO₂)交换、缓解呼吸窘迫的目的^[17]。但nHFV因使用鼻塞,可能存在气流、气压泄露,其形成的肺部MAP的确切性尚不明确。本研究综合分析nHFV在NRDS治疗中的有效性,其中包括了nHFV起始治疗和气管插管拔管后的过渡治疗。分析结果显示,nHFV组治疗成功/拔管成功率明显高于nCPAP组,能有效避免气管插管或再次插管,有效进行气体交换,提高呼吸支持成功率。二氧化碳潴留引起的高碳酸血症及呼吸性酸中毒,可导致呼吸支持失败,甚至影响呼吸中枢等,引起相应的并发症。nHFOV有利于改善肺部通气,清除CO₂,减少气管插管及再次插管率^[18-20]。本Meta分析所纳入的研究中有两项研究对nHFV及nCPAP治疗及拔管失败病例进行分析,其中nHFV组以低氧血症多见,而nCPAP组高碳酸血症/呼吸性酸中毒及低氧血症均常见,考虑原因与高频通气的CO₂高清除率有关^[8-9]。国内外学者对新生儿机械通气撤机失败的原因进行分析,结果显示生后Apgar评分低、长时间机械通气、小胎龄、呼吸机相关肺炎(VAP)、较重的原发疾病、酸碱紊乱、氧浓度过高均是导致呼吸机撤机失败的主要原因^[21-22]。长时间的呼吸支持,可使患儿VAP、气漏综合征、BPD等的发生率增加,理论上缩短呼吸支持时间可减少这些并发症的发生,从而改善

患儿预后。但本Meta分析显示,nHFV组无创呼吸机使用时间与nCPAP组无明显差异。

早产儿生后常并发多种并发症,尤其是NRDS患儿。与呼吸相关的并发症包括IVH、PVL、NEC、气胸、ROP、BPD。Cools等^[3]将HFOV与CMV治疗NRDS的结果对比显示,HFOV组患儿的IVH及PVL发生率高于CMV组,可能与高频振荡时对患儿形成刺激、高CO₂清除率使高碳酸血症的脑保护效力变小有关,以致于早产儿尤其超早产儿出现生发层出血。故在研究nHFV的安全性中,同样从早产儿脑损伤、气漏、ROP、BPD的发生率等方面进行观察。但本研究分析显示,两组的IVH及BPD发生率无明显差异。有研究显示,nHFV能有效清除CO₂,但与有创HFV相比其效能如何尚不清楚^[17-19]。本研究两组IVH及BPD发生率无差异,考虑与无创模式创伤小、CO₂清除效率较低等因素有关。而PVL、NEC、气胸、ROP等指标因在各研究间同质性较差,其发生率也较低,且各研究描述不全,尚不能认为nHFV组在这些并发症上有加重或获益。

本Meta分析纳入的4项研究中,包含了nHFV和nCPAP对NRDS起始治疗的疗效及两种通气模式在NRDS患儿气管插管拔管后撤机过渡中应用的比较。由于气管插管机械通气对患儿治疗转归有重要影响,故排除拔管后过渡应用nHFV和nCPAP的研究进行敏感性分析,结果显示文献排除前后Meta分析结果基本一致,提示nHFV起始治疗NRDS或包含拔管过渡治疗的疗效较nCPAP好。在并发症各指标的敏感性分析中,对于气胸的发生率,因排除后只有两篇研究有描述且发生数均为0,故无法分析排除后的结果。而对于NEC发生率,排除后的RR值与排除前有明显变化。回顾所纳入的两项研究发现,二者研究对象的出生胎龄、体重及通气模式有一定差异;另外,只有两篇研究描述了NEC发生率,且排除前后P值均大于0.05。因此关于两组NEC发生率的比较结果尚需要进一步大数据研究。

经数据库检索发现,目前无创高频呼吸机在NRDS中的应用正处于临床试验阶段,尚未得以广泛应用,相应的随机对照研究较少。虽然本Meta分析显示在应用nHFV起始治疗NRDS及在有创呼吸机治疗NRDS撤机后的过渡治疗中有效性良好,

但在并发症的发生上并无明显获益。且本 Meta 分析尚存在以下局限性：（1）各研究的纳入标准、常规处理、参数调节及疗效评定存在差异，如纳入患儿 NRDS 疾病严重程度、PS 的使用、撤机前后激素的使用、撤机标准、统计方法等，这些均是偏倚的重要来源。（2）部分研究未明确提供与呼吸支持密切相关的血气分析指标，已提供血气分析指标的研究其分析时间不一致，不能进行数据分析。本 Meta 分析使用的观察指标，如治疗有效率和无创呼吸支持时间，其影响因素较多，不如血气分析结果客观、准确。（3）经数据库检索发现目前 nHFV 与 nCPAP 的对比研究以中国多见，国外多数研究多处于基础及实验研究阶段，不能避免发表偏倚。（4）所纳入研究的部分临床并发症（如 PVL、NEC、气胸、ROP）的发生率较低，且部分文献描述不全，无法进行准确的数据分析。

综上所述，本 Meta 分析显示，与 nCPAP 相比，nHFV 治疗 NRDS 的效果更好，但对并发症的发生无明显加重或获益，未来需要更多高质量的随机对照试验进一步研究。

【参 考 文 献】

- [1] 邵肖梅, 叶鸿瑁, 丘小汕. 实用新生儿学 [M]. 第4版. 北京: 人民卫生出版社, 2015: 395-398.
- [2] Wilkinson D, Andersen C, O'Donnell CP, et al. High flow nasal cannula for respiratory support in preterm infants[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2016(2): CD006405.
- [3] Cools F, Offringa M, Askie LM. Elective high frequency oscillatory ventilation versus conventional ventilation for acute pulmonary dysfunction in preterm infants[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2015 (3): CD000104.
- [4] Wang J, Liu X, Zhu T, et al. Analysis of neonatal respiratory distress syndrome among different gestational segments[J]. Int J Clin Exp Med, 2015, 8(9): 16273-16279.
- [5] Sweet DG, Carnielli V, Greisen G, et al. European Consensus Guidelines on the Management of Respiratory Distress Syndrome - 2016 Update[J]. Neonatology, 2017, 111(2): 107-125.
- [6] 朱兴旺, 闫军, 冉琴, 等. 无创高频振荡通气治疗新生儿呼吸窘迫综合征的初步研究 [J]. 中华新生儿科杂志, 2017, 32(4): 291-294.
- [7] Mukerji A, Sarmiento K, Lee B, et al. Non-invasive high-frequency ventilation versus bi-phasic continuous positive airway pressure (BP-CPAP) following CPAP failure in infants <1 250 g: a pilot randomized controlled trial[J]. J Perinatol, 2017, 37(1): 49-53.
- [8] Zhu XW, Zhao JN, Tang SF, et al. Noninvasive high-frequency oscillatory ventilation versus nasal continuous positive airway pressure in preterm infants with moderate-severe respiratory distress syndrome: a preliminary report[J]. Pediatr Pulmonol, 2017, 52(8): 1038-1042.
- [9] 娄五斌, 张卫星. 经鼻无创高频振荡通气 and 持续气道正压通气在早产儿呼吸窘迫综合征撤机后的应用比较 [J]. 广东医学, 2017, 38(13): 2037-2040.
- [10] 张冰, 张卫星, 常绍鸿, 等. 鼻塞式高频振荡通气治疗早产儿呼吸窘迫综合征疗效观察 [J]. 新乡医学院学报, 2017, 34(6): 519-522.
- [11] Oremus M, Wolfson C, Perrault A, et al. Interrater reliability of the modified Jadad quality scale for systematic reviews of Alzheimer's disease drug trials[J]. Dement Geriatr Cogn Disord, 2001, 12(3): 232-236.
- [12] 袁菲菲, 赵行琪, 秦桂秀. 枸橼酸咖啡因与氨茶碱治疗早产儿呼吸暂停的 Meta 分析 [J]. 中华临床医师杂志 (电子版), 2016, 10(20): 3053-3065.
- [13] Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration[J]. BMJ, 2009, 339: b2700.
- [14] 王家良, 康德英, 许能锋, 等. 循证医学 [M]. 第3版. 北京: 人民卫生出版社, 2016: 71-90.
- [15] 蒋璐灿, 全淑燕, 李佳莲, 等. 西地那非治疗新生儿持续性肺动脉高压的系统评价 [J]. 中国药房, 2017, 28(9): 1211-1215.
- [16] 张涛, 高薇薇, 陈佳, 等. 无创高频通气在新生儿呼吸窘迫综合征撤机后的应用 [J]. 中华新生儿科杂志, 2017, 32(2): 96-99.
- [17] Klotz D, Schneider H, Schumann S, et al. Non-invasive high-frequency oscillatory ventilation in preterm infants: a randomised controlled cross-over trial[J]. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed, 2018, 103(4): F1-F5.
- [18] Mukerji A, Finelli M, Belik J. Nasal high-frequency oscillation for lung carbon dioxide clearance in the newborn[J]. Neonatology, 2013, 103(3): 161-165.
- [19] De Luca D, Carnielli VP, Conti G, et al. Noninvasive high frequency oscillatory ventilation through nasal prongs: bench evaluation of efficacy and mechanics[J]. Intensive Care Med, 2010, 36(12): 2094-2100.
- [20] Aktas S, Unal S, Aksu M, et al. Nasal HFOV with binasal cannula appears effective and feasible in ELBW newborns[J]. J Trop Pediatr, 2016, 62(2): 165-168.
- [21] 刘兆娥, 余加林. 新生儿机械通气时撤机失败的临床因素 [J]. 中国实用儿科杂志, 2006, 21(1): 69-70.
- [22] Costa AC, Schettino Rde C, Ferreira SC. Predictors of extubation failure and reintubation in newborn infants subjected to mechanical ventilation[J]. Rev Bras Ter Intensiva, 2014, 26(1): 51-56.

(本文编辑: 邓芳明)