

介入封堵术有效改善阻塞性睡眠呼吸暂停综合征合并卵圆孔未闭患者近期预后

田润琦¹, 段鹏², 苏峰³, 卫世强², 段玉慧², 刘会君², 朱改针²

(1. 新乡医学院; 2. 陆军第八十三集团医院心内科; 3. 陆军第八十三集团医院干部病房, 河南 新乡 453000)

【摘要】目的: 探讨介入封堵术治疗阻塞性睡眠呼吸暂停综合征 (OSAS) 合并卵圆孔未闭 (PFO) 患者的临床指标变化。**方法:** 选取 37 例 OSAS 合并 PFO 患者作为研究对象, 根据治疗方式不同分组。其中行介入封堵术治疗为治疗组 ($n=19$); 未接受介入封堵术治疗为对照组 ($n=18$)。分别于术后 7 d、术后 3 个月统计并比较两组患者的多导睡眠监测 (PSG)、经胸超声心动图 (TTE) 等相关指标变化。**结果:** 术后 7 d, 治疗组呼吸暂停低通气指数 (AHI)、氧减指数 (ODI) 均低于对照组 ($P<0.05$); 治疗组最低血氧饱和度 (SpO_2)、平均 SpO_2 均高于对照组 ($P<0.05$)。术后 3 个月, 治疗组 AHI、呼吸暂停最大时长、低通气最大时长、ODI 均低于对照组 ($P<0.05$); 最低 SpO_2 、平均 SpO_2 均高于对照组 ($P<0.05$)。重复测量分析结果显示: 治疗组不同时期的 AHI 数值、ODI 数值相较于对照组的有下降的趋势, 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。术后 3 个月, 右房左右径 (RALRD)、肺动脉压力 (PAP) 均较术前减小 ($P<0.05$)。**结论:** 介入封堵治疗 OSAS 合并 PFO 患者可改善患者睡眠呼吸参数, 减少患者低氧血症发生风险并降低肺动脉压力。

【关键词】 阻塞性睡眠呼吸暂停综合征; 卵圆孔未闭; 介入封堵术; 多导睡眠监测; 呼吸暂停低通气指数。

【中图分类号】 R541.1 **【文献标志码】** A

Interventional occlusion effectively improves the recent prognosis of patients with obstructive sleep apnea syndrome combined with patent foramen ovale unclosed

TIAN Run-qi¹, DUAN Peng², SU Feng³, WEI Shi-qiang², DUAN Yu-hui², LIU Hui-jun², ZHU Gai-zhen²

(1. Xinxiang Medical University; 2. Department of Cardiovascular Medicine; 3. Department of Geriatrics, the 83rd Group Army Hospital of the PLA Army, Xinxiang 453000, Henan, China)

【Abstract】Objective: To explore the changes of clinical indexes in patients with obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) combined with patent foramen ovale not closed (PFO) treated by interventional occlusion. **Methods:** 37 patients with OSAS combined with PFO were selected as study subjects and grouped according to the different treatment modalities, in which the patients who underwent interventional occlusion were treated as the treatment group ($n=19$), and those who did not undergo interventional occlusion were treated as the control group ($n=18$). Changes in polysomnography (PSG), transthoracic echocardiography (TTE) and other relevant indexes were counted and compared between the two groups at 7 days and 3 months after surgery, respectively. **Results:** 7 days after surgery, the apnea hypoventilation index (AHI) and oxygen deceleration index (ODI) of the treatment group were lower than those of the control group ($P<0.05$), the minimum oxygen saturation (SpO_2) and average SpO_2 of the treatment group were higher than those of the control group ($P<0.05$). At 3 months postoperatively, the AHI, maximum duration of apnea, maximum duration of hypoventilation, and ODI of the treatment group were lower than those of the control group ($P<0.05$), the minimum SpO_2 and average SpO_2 were higher than those of the control group ($P<0.05$). Repeated-measurement analysis showed that the values of AHI and ODI in different periods of the treatment group tended to decrease compared with those in the control group, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). At 3 months postoperatively, the right atrial left and right diameter (RALRD) and pulmonary artery pressure (PAP) were reduced compared with the preoperative period ($P<0.05$). **Conclusion:** Interventional occlusion treatment of OSAS patients with PFO improves sleep breathing parameters, reduces the risk of hypoxemia and reduces pulmonary artery pressure.

【Key words】 Obstructive sleep apnea syndrome; Patent foramen ovale; Interventional sealing; Polysomnography; Apnea hypoventilation index

阻塞性睡眠呼吸暂停综合征 (obstructive sleep apnea syndrome, OSAS) 是常见的睡眠呼吸障碍疾病,主要表现为出现反复低通气和(或)呼吸暂停事件及间歇性低氧血症^[1]。卵圆孔未闭(patent foramen ovale, PFO)是成年后房间隔未闭合时常见的先天性心脏结构异常的疾病^[2]。目前发现这两种疾病存在密切的联系,OSAS患者中PFO的患病率高达27%~72%^[3-4]。合并有PFO患者OSAS的临床症状会更加明显,更容易导致低通气事件、间歇性低氧血症、肺动脉压力升高等事件的发生,增加反常栓塞的发生风险,进而提高心脑血管系统疾病的发生率^[5-6]。介入封堵治疗OSAS合并PFO能有改善睡眠呼吸暂停的症状,但有关临床报道较少。因此,本研究对介入封堵治疗OSAS合并PFO患者的睡眠呼吸参数及超声心动图相关指标变化进行研究,评估其改善情况。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2021年1月至2023年1月陆军第八十三集团军医院收治的44例OSAS合并PFO患者为研究对象。按照治疗方式不同分为两组,接受介入封堵治疗的患者作为治疗组;不接受介入封堵治疗的患者作为对照组。收集住院期间的所有资料及术后3个月门诊部复查随访的资料,如患者基本信息特征、多导睡眠监测参数及超声心动图相关指标等。

纳入标准:(1)符合OSAS的诊断标准。(2)年龄18岁~75岁。(3)符合PFO的超声检查或右心声学造影(agitated saline contrast echocardiography, ASCE)。(4)临床资料完善。排除标准:(1)存在急性心肌梗死、肾衰竭、肝衰竭的病人;(2)存在严重的心内分流心脏病病人、心脏瓣膜疾病、肺动脉高压的患者;(3)严重的低氧血症患者,随访期间接受呼吸机治疗的患者。最终纳入37例患者,其中治疗组19例;对照组18例。两组患者一般资料无统计学差异($P < 0.05$)。本研究经医院伦理委员会审批,并对所有患者及家属进行沟通,签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 多导睡眠监测(polysomnography, PSG) PSG采用德国SOMNomedics系统对患者进行整夜的睡眠监测。PSG是监测OSAS的“金标准”:夜间7h睡眠过程中呼吸暂停与低通气总次数反复发生 > 30 次,或每小时发生 ≥ 5 次^[7-8]。PSG内容主要包括:睡眠情况(脑电图、眼电图、肌电图);呼吸情况(鼻气流、胸部及腹部运动、 SpO_2 测定);心脏情况(HR、心电图);动态血压监测等^[9]。

1.2.2 观察PFO相关检查 采用彩色多普勒超声诊断仪(飞利浦 Philips CX50, 荷兰)对所有患者进行ASCE。在患者右侧肘正中静脉留置静脉通路接三通固定装置,患者做Valsalva动作将超声探头置于心尖四腔的位置,注射激活生理盐水,在右心显影即刻呼气,同时记录左心腔是否出现气泡,明确是否存在PFO或由右向左分流(right to left shunt, RLS)^[10]。经胸超声心动图(transthoracic echocardiogram, TTE)应用心脏彩色超声诊断仪(飞利浦 Philips CX50, 荷兰),对不同时间点采集静息状态下心脏彩超结果。在封堵PFO后3个月复查随访中,TTE检查封堵器位置和形态,重复检查是否存在RLS,定期复查超声心动图。

1.2.3 介入封堵术 治疗组严格按照PFO封堵的专家共识^[11]完成,(1)PFO的临床评估。(2)符合PFO封堵治疗的适应症:①不明原因脑卒中(CS)/短暂性脑缺血发作(TIA)合并PFO,PFO的解剖学高危因素有1个或多个、合并临床高危因素有1个或多个、有中至大量RLS;②PFO相关脑梗死/TIA,不易抗凝或应用抗血小板/抗凝复发的患者;③PFO合并CS/外周栓塞,出现植入器械表明血栓的患者;④年龄 > 16 岁。(3)PFO封堵治疗围术期管理。手术由具有多年心血管介入治疗经验的医师操作。术中监测患者心电监护、 SpO_2 ,常规消毒、铺巾、局部麻醉,穿刺股静脉,置入血管鞘管,配合导丝送入导管于右房,将导丝通过未闭卵圆孔送至左房,保留导丝撤出导管换介入封堵器的鞘管,沿导丝送至左房,撤出导丝,将国产PFO封堵器(徐州亚太科技有限公司,亚创18/24 mm PFO封堵器)送至卵圆孔处进行放置,并用床旁超声确认封堵器位置。治疗组患者术前48h口服阿司匹林100 mg,1次/d;氯吡格雷75 mg/次,1次/d;术前应用抗生素。术后常规应用低分子肝素 $10 U \cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}$;阿司匹林肠溶片100 mg/d,应用6个月;硫酸氢氯吡格雷片75 mg/d,应用3个月^[12]。

1.3 观察指标

于术前、术后7d、术后3个月不同时期对两组进行PSG、TTE监测。PSG观察指标:呼吸暂停低通气指数(apnea-hypopnea index, AHI)、呼吸暂停最大时长、低通气最大时长、氧减指数(oxygen desaturation index, ODI)、最低血氧饱和度(oxyhemoglobin saturation, SpO_2)、平均 SpO_2 等相关指标。TEE观察指标:左房前后径(Left Atrial Anterior and Posterior Diameter, LAAPD)、右房左右径(Right Atrium Left and Right Diameter, RALRD)、左心室舒张末期内径(Left Ventricular End-Diastolic Diameter, LVEDD)、

右心室前后径 (Right Ventricular Anteroposterior Diameter, RVAD)、肺动脉压力 (Pulmonary Artery Pressure, PAP) 等观察指标。等观察指标。

1.4 随访

封堵后 3 个月,对两组进行门诊临床随访和 TTE 检查,采用电话、微信等方式取得联系。查看睡眠呼吸监测指标有无好转、有无封堵器移位、脱落、有无发生脑卒中、心肌梗死、心房颤动等并发症。

1.5 统计学分析

所有数据采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。计数资料以 $[n(\%)]$ 描述,组间比较采用 Fisher 确切概率法检验。计量资料采用 ShaPiro-Wilk 检验进行正态性检验。对于符合正态分布的用 $(\bar{x} \pm s)$ 描述,不符合正态分布的用 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示,两组之间符合正态分布的进行独立样本 t 检验,不符合正态分布应用非参数秩和检验,对于符合正态性且方差齐性的重复测量资料采用重复测量的方差分析,满足 Mauchly's 球形度假设检验,采用主体内效应检验,不满足 Mauchly's 球形度假设检验,采用多变量检验;当交互作用有差异时进行简单效应分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较

最初本研究共纳入 44 例 OSAS 合并 PFO 患者,接受介入封堵治疗的 19 例作为治疗组,其余不接受介入封堵治疗 OSAS 合并 PFO 患者作为对照组,7 例患者因以下原因被排除:患有急性心肌梗死 ($n = 1$);PSG 数据缺失 ($n = 1$);接受呼吸机治疗 ($n = 1$);术后 3 个月失访 ($n = 4$)。最终治疗组有 19 例,对照组有 18 例。本研究介入术后均无发生并发症,无不良反应,封堵器无脱落。对两组患者的年龄、性别、BMI 分类、吸烟史、饮酒史、患病情况等方面进行比较,差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 1。

2.2 两组患者住院期间术前、术后呼吸暂停睡眠相关参数的比较

术前,两组患者睡眠呼吸监测、 SpO_2 监测等数据无统计学差异 ($P > 0.05$);术后,治疗组的 AHI、

ODI 数值低于对照组,差异有统计学意义 ($P < 0.05$);治疗组的最低 SpO_2 、平均 SpO_2 高于对照组的,差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 2。

2.3 两组患者第 3 个月随访时睡眠呼吸相关参数的比较

术后 3 个月,治疗组 AHI、呼吸暂停最大时长、低通气最大时长、ODI 低于对照组 ($P < 0.05$);最低 SpO_2 、平均 SpO_2 高于对照组 ($P < 0.05$);重度低氧血症患者及重度 AHI 患者占比均低于对照组。见表 3。

2.4 两组患者不同时间点 AHI 和 ODI 比较

术后 7 d 及 3 个月,治疗组 AHI 及 ODI 逐渐下降 ($P < 0.05$),且术后 7 d 及 3 个月治疗组均低于对照组。见表 4。

2.5 治疗组第 3 个月随访时心脏超声相关结构指标比较

治疗组术后 3 个月行 TTE 检查随访结果如下,术前 RALRD 为数值 42 (34 ~ 46) mm、PAP 值为 (46.84 ± 6.83) mmHg,术后 3 个月 RALRD 为数值 31 (30 ~ 35) mm、PAP 值为 (34.74 ± 6.23) mmHg,经配对样本 t 检验、相关样本非参数检验,RALRD、PAP 有降低的趋势,术前与术后 3 个月差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。LAAPD、LVEDD、RVAD 术前与术后 3 个月差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 5。

表 1 两组患者一般资料比较 $[\bar{x} \pm s, n(\%)]$

资料	治疗组 ($n = 19$)	对照组 ($n = 18$)	t 值	P 值
年龄 (岁)	37.79 ± 12.73	41.94 ± 12.71	-0.993	0.327
BMI	28.70 ± 4.47	28.97 ± 3.74	-0.198	0.844
男性	17(89.5)	14(77.8)	-	0.405
BMI 分类				
正常	4(21.1)	-	-	0.097
超重	5(26.3)	8(44.4)		
肥胖	10(52.6)	10(55.6)		
吸烟史	12(63.2)	11(61.1)	-	1.000
饮酒史	10(52.6)	5(27.8)	-	0.184
冠心病病史	11(57.9)	10(55.6)	-	1.000
脑梗死病史	3(15.8)	1(5.6)	-	0.604
高血压病史	9(47.4)	9(50.0)	-	1.000
糖尿病病史	3(15.8)	4(22.2)	-	0.693

“-”为 Fisher 确切概率法。

表 2 两组患者住院期间术前、术后睡眠呼吸相关参数的比较 $[\bar{x} \pm s, M(P_{25}, P_{75})]$

参数	术前		t/Z 值	P 值	术后 7 d		t/Z 值	P 值
	治疗组 ($n = 19$)	对照组 ($n = 18$)			治疗组 ($n = 19$)	对照组 ($n = 18$)		
AHI (次/h)	40.01 ± 11.90	42.01 ± 19.24	-0.382	0.704	26.54 ± 12.71	40.73 ± 17.22	-2.863	0.007
呼吸暂停最大时长 (s)	102(83.3 ~ 112)	92.5(55.75 ~ 116)	-0.850	0.395	85.26 ± 14.43	82.93 ± 28.65	0.310	0.759
低通气最大时长 (s)	81.37 ± 25.49	76.83 ± 21.32	0.585	0.457	65.11 ± 25.14	77.4 ± 16.27	-1.782	0.085
ODI (次/h)	40.1 ± 23.02	33.72 ± 18.40	0.928	0.360	19.27 ± 11.99	33.56 ± 17.47	-2.913	0.006
最低 SpO_2 (%)	60.63 ± 14.93	66.33 ± 14.04	-1.195	0.240	81(77,85)	69.5(58.75,76.5)	-3.239	0.001
平均 SpO_2 (%)	86.42 ± 7.17	87.97 ± 7.83	-0.867	0.533	94.4(92.8,95.2)	90(83.75,93.025)	-3.757	<0.001

表3 术后3个月两组睡眠呼吸相关参数的比较 $[\bar{x} \pm s, M(P_{25}, P_{75}), n(\%)]$

组别	AHI(次/h)	呼吸暂停最大时长(s)	低通气最大时长(s)	ODI(次/h)	最低 SpO ₂ (%)	平均 SpO ₂ (%)	重度低氧血症	重度 AHI 患者
治疗组(n=19)	16.07 ± 11.76	65.00 ± 24.55	60.79 ± 22.42	12.3 ± 12.35	86.00(82.00~91.00)	95.20(93.00~96.30)	3(15.79)	3(15.79)
对照组(n=18)	40.53 ± 16.60	83.64 ± 28.22	76.00 ± 18.44	33.2 ± 16.87	68.50(52.00~74.75)	91.00(83.75~93.13)	14(77.78)	12(66.67)
t/Z 值	-4.346	-2.146	-2.247	-3.601	-3.878	-3.558	-	-
P 值	<0.001	0.039	0.031	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

“-”为 Fisher 确切概率法。

表4 两组患者不同时间点 AHI、ODI 比较 $(\bar{x} \pm s)$

组别	AHI(次/h)			F 值	P 值	ODI(/h)			F 值	P 值
	术前	术后7d	术后3个月			术前	术后7d	术后3个月		
治疗组(n=19)	40.01 ± 11.90	26.54 ± 12.71*	16.07 ± 11.76*#	61.020	<0.001	40.10 ± 23.02	19.27 ± 11.99*	12.3 ± 12.35*#	28.740	<0.001
对照组(n=18)	42.01 ± 19.24	40.73 ± 17.22	40.53 ± 16.60	0.318	0.730	33.72 ± 18.40	33.56 ± 17.47	33.2 ± 16.87	0.020	0.981

*P < 0.05, 与同组术前比较; #P < 0.05, 与同组术后即刻比较。

表5 治疗组术前、术后3个月心脏超声相关参数之间的比较 $[\bar{x} \pm s, M(P_{25}, P_{75})]$

指标	术前	术后3个月	t/Z 值	P 值
LAAPD(mm)	35(34,37)	33(31,36)	-1.622	0.105
RALRD(mm)	42(34,46)	31(30,35)	-3.363	<0.001
LVEDD(mm)	48(46,52)	49(46,52)	-7.450	0.456
RVDD(mm)	22(19,25)	20(19,25)	-1.706	0.088
PAP(mmHg)	46.84 ± 6.83	34.74 ± 6.23	9.141	<0.001

3 讨论

OSAS 在普通人群发病率为 9% ~ 38%, 其与多种疾病相关, 包括高血压、糖尿病、冠心病、心房颤动、心律失常、心力衰竭和脑梗死等^[13-14]。同样 PFO 在普通人群中也有较高的发病率, 约有 1/4, 其易引起缺血性脑血管病、急性冠脉综合征、偏头痛、周围血管栓塞、减压综合征等症状发生。此两种疾病共存时将增加心脑血管事件的发生, 因此对于早诊断的 OSAS 合并 PFO 患者应及时干预。目前 OSAS 合并 PFO 主要选择抗血栓药物治疗、持续呼吸道正压通气和 PFO 介入封堵治疗。国内外研究^[2,15]也报道, 介入封堵治疗 OSAS 合并 PFO 的患者有效性。本研究提示, 介入封堵治疗能有效改善 OSAHS 合并 PFO 的临床症状。

本研究中, 术后治疗组 AHI、ODI 低于对照组, 最低 SpO₂、平均 SpO₂ 水平高于对照组; 且在术后 3 个月, AHI、呼吸暂停最大时长、低通气最大时长、ODI 治疗组均低于对照组, 最低 SpO₂、平均 SpO₂ 均高于对照组。通过重复测量资料发现, 治疗组中 AHI、ODI 改善明显。也进一步证实 OSAS 合并 PFO 患者能从介入封堵术中获益。这种变化与封堵未闭的卵圆孔相关的 RLS 减少有关。研究^[16]表明, RLS 减少使 OSAS 的缺氧程度也会改善。OSAS 和 PFO

病理生理机制相互影响, 导致彼此病情发生变化^[17]。OSAS 患者上气道阻力增加, 吸气和呼气之间的胸腔压力发生巨大变化, 引起容量负荷的变化, 导致左、右心产生压力差, 促使 RLS 发生。分流越多导致左心室系统的血氧量较低的静脉血量越多。同时 OSAS 患者由于呼吸暂停及低通气事件的发生导致反复低氧血症, 引起反射性肺血管收缩, 会形成肺动脉高压, 加重 RLS, 导致 OSAS 患者的夜间低氧血症发生率和严重程度增高^[18-20]。同时本研究还发现, 治疗组术后 3 个月与术前比较, TEE 监测 RALRD、PAP 也明显变化, 可能是 PFO 封堵后, 右心房压力变小, 进而肺动脉压力变小, 这与前者讲述机制也相互吻合。因此介入封堵治疗 OSAS 合并 PFO 的患者能改善睡眠呼吸暂停症状、提高机体的血氧饱和度、改善患者的肺动脉压力。

本研究中, 对治疗组进行介入封堵术后, 相较于对照组, 患者 AHI 较前降低, 睡眠呼吸暂停及低通气事件发生率减少。介入封堵术治疗 OSAS 合并 PFO 患者临床效果显著, 在诸多病例研究中有相关报道。Silver 等^[21]报告了一例患有严重 OSAS 的 51 岁男性患者, 接受了 PFO 闭合术后。PSG 显示呼吸暂停发作次数明显减少, 患者 OSAS 症状改善。这种改善没有通过体重减轻、药物治疗或睡眠时间的变化, 而是由于 PFO 闭合后患者症状得到改善。Agnoletti 等^[22]报道, 一名 42 岁的男性患者在 PFO 封堵后, 日间嗜睡、疲劳和运动得到改善。Rimoldi 等^[15]研究中, 对 14 例 OSA 合并 PFO 患者行介入治疗, 发现能够改善此类患者夜间氧合情况和睡眠呼吸障碍。与本文的研究结果一致。因此 OSAS 合并 PFO 患者行介入封堵治疗可改善睡眠呼吸暂停及低通气事件。

综上, 介入封堵术可以改善 OSAS 合并 PFO 患者的睡眠呼吸参数, 减少患者低氧血症发生风险并降低 PAP, 效果显著, 值得临床推广。

参考文献

- [1] Lee JJ, Sundar KM. Evaluation and management of adults with obstructive sleep apnea syndrome [J]. *Lung*, 2021, 199 (2): 87 - 101.
- [2] 孙永飞, 周彤, 罗勇, 等. 卵圆孔未闭与阻塞性睡眠呼吸暂停综合征共病增加反常性栓塞风险的研究进展 [J]. *中国脑血管病杂志*, 2022, 19 (3): 205 - 210.
- [3] Guchlerner M, Kardos P, Liss-Koch E, et al. PFO and right-to-left shunting in patients with obstructive sleep apnea [J]. *Journal of Clinical Sleep Medicine: JCSM: Official Publication of the American Academy of Sleep Medicine*, 2012, 8 (4): 375 - 380.
- [4] Li X, Liu C, Wu J, et al. Analysis of the characteristics of sleep in patients with patent foramen ovale complicated with obstructive sleep apnea [J]. *Schlaf & Atmung*, 2021, 25 (4): 1831 - 1836.
- [5] Shi F, Sha L, Li H, et al. Recent progress in patent foramen ovale and related neurological diseases: a narrative review [J]. *Frontiers in Neurology*, 2023, 14: 1129062.
- [6] 郭淑媛, 刘俐, 魏立亚, 等. 成人阻塞性睡眠呼吸暂停合并卵圆孔未闭的临床研究进展 [J]. *中国实用内科杂志*, 2020, 40 (9): 782 - 785.
- [7] Querejeta Roca G, Shah AM. Sleep disordered breathing; hypertension and cardiac structure and function [J]. *Current Hypertension Reports*, 2015, 17 (12): 91.
- [8] McNicholas WT, Pevernagie D. Obstructive sleep apnea; transition from pathophysiology to an integrative disease model [J]. *Journal of Sleep Research*, 2022, 31 (4): e13616.
- [9] 中国医师协会神经内科医师分会睡眠障碍专业委员会, 中国睡眠研究会睡眠障碍专业委员会, 中华医学会神经病学分会睡眠障碍学组. 中国成人多导睡眠监测技术操作规范及临床应用专家共识 [J]. *中华医学杂志*, 2018, 98 (47): 3825 - 3831.
- [10] 经食道超声心动图临床应用的专家共识专家组, 王浩, 吴伟春, 等. 卵圆孔未闭右心声学造影中国专家共识 [J]. *中国循环杂志*, 2022, 8 (5): 449 - 458.
- [11] 张玉顺, 朱鲜阳, 蒋世良, 等. 卵圆孔未闭处理策略中国专家建议 [J]. *心脏杂志*, 2015, 27 (4): 373 - 379.
- [12] 中华医学会心血管内科分会, 中国医师协会心血管内科分会. 卵圆孔未闭预防性封堵术中国专家共识 [J]. *中国循环杂志*, 2017, 32 (3): 209 - 214.
- [13] 中华医学会呼吸分会睡眠呼吸障碍学组, 中国医学装备协会呼吸病学装备技术专业委员会睡眠呼吸设备学组. 成人阻塞性睡眠呼吸暂停高危人群筛查与管理专家共识 [J]. *中华健康管理学杂志*, 2022, 16 (8): 520 - 528.
- [14] Yeghiazarians Y, Jneid H, Tietjens JR, et al. Obstructive sleep apnea and cardiovascular disease; a scientific statement from the American heart association [J]. *Circulation*, 2021, 144 (3): e56 - e67.
- [15] Rimoldi SF, Ott S, Rexhaj E, et al. Patent foramen ovale closure in obstructive sleep apnea improves blood pressure and cardiovascular function [J]. *Hypertension*, 2015, 66 (5): 1050 - 1057.
- [16] Tobis JM, Narasimha D, Abudayeh I. Patent foramen ovale closure for hypoxemia [J]. *Interventional Cardiology Clinics*, 2017, 6 (4): 547 - 554.
- [17] Pellaton C, Heinzer R, Michel P, et al. Patent foramen ovale and obstructive sleep apnoea: from pathophysiology to diagnosis of a potentially dangerous association [J]. *Archives of Cardiovascular Diseases*, 2011, 104 (4): 242 - 251.
- [18] Lau EM, Jaijee SK, Melehan KL, et al. Prevalence of patent foramen ovale and its impact on oxygen desaturation in obstructive sleep apnea [J]. *International Journal of Cardiology*, 2013, 165 (1): 35 - 40.
- [19] Mojaddidi MK, Ruiz JC, Chertoff J, et al. Patent foramen ovale and hypoxemia [J]. *Cardiology in Review*, 2019, 27 (1): 34 - 40.
- [20] 何权瀛. 卵圆孔未闭在阻塞性睡眠呼吸暂停引发的多种脑血管疾病中的作用 [J]. *中华医学杂志*, 2020, 100 (36): 2808 - 2812.
- [21] Silver B, Greenbaum A, McCarthy S. Improvement in sleep apnea associated with closure of a patent foramen ovale [J]. *Journal of Clinical Sleep Medicine: JCSM: Official Publication of the American Academy of Sleep Medicine*, 2007, 3 (3): 295 - 296.
- [22] Agnoletti G, Iserin L, Lafont A, et al. Obstructive sleep apnoea and patent foramen ovale: successful treatment of symptoms by percutaneous foramen ovale closure [J]. *Journal of Interventional Cardiology*, 2005, 18 (5): 393 - 395.

(收稿日期: 2023 - 11 - 29

修回日期: 2024 - 03 - 01)