

3D 打印在下颌骨异常 OSA 患者中的临床应用

邱雁君, 王亚平*

(内蒙古医科大学附属医院 耳鼻咽喉科, 内蒙古 呼和浩特 010050)

摘要:目的:通过3D打印研究OSA患者的下颌骨异常表现,为术前诊断、手术设计提供理论依据。方法:采用3D打印技术制作24例已行上气道软组织手术的OSA患者下颌骨模型及24例正常人的下颌骨模型,测量下颌骨相关数据,统计分析两组测量指标的差异,并与AHI、LSaO₂做Pearson线性相关分析。结果:OSA组与正常对照组数据比较下颌体夹角角度、下颌体长度、b线、a线/b线比值差异有统计学意义(P<0.05),其中,a线/b线比值与AHI、LS-aO₂相关性有统计学意义(P<0.05)。结论:3D打印对OSA患者上颌骨结构异常评估具有重要参考价值。

关键词:3D打印;OSA;下颌骨

中图分类号:R766

文献标识码:A

文章编号:2095-512X(2020)03-0234-05

CLINICAL APPLICATION OF 3D PRINTING IN PATIENTS WITH OSA OF MANDIBLE ABNORMALITIES

QIU Yan-jun ,WANG Ya-ping

(Department of Otolaryngology , The Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University,Hohhot 010050 China)

Abstract: Objective: 3D Printing was used to study the abnormal manifestations of the mandible of OSA patients, it will provide theoretical basis for preoperative diagnosis and surgical design. **Methods:** Mandibular models of 24 patients with OSA who had undergone the surgery of upper airway's soft tissue and 24 normal mandibular models were made by 3D Printing. Mandible-related data were measured, and the differences between the two groups of measurements were statistically analyzed ,then did Pearson correlation analysis with apnea hypoventilation index (AHI) ;lowest oxygen saturation (LS-aO₂). **Results:** The difference between the angle of mandibular body angle, the length of mandibular body, b-line, a- line / b-line ratio of OSA group and normal control group was statistically significant (P<0.05). The ratio of a- line /b-line with AHI, LSaO₂ have statistically significant (P<0.05). **Conclusion:** 3D Printing has important reference value for the evaluation of maxillary structural abnormalities in OSA patients.

Key words: 3D printing;obstructive sleep apnea ;mandible

阻塞性睡眠呼吸暂停 (obstructive sleep apnea, OSA)是指睡眠时上下气道阻塞引起的呼吸暂停和低通气,常伴有打鼾、血氧饱和度下降、白天嗜睡等症状。其病因复杂、个体性强,发病机制涉及结构异常、功能紊乱等诸多因素。常见的病因:遗传因素、肥胖、上气道及邻近组织结构性异常等,其中,OSA患者上气道结构异常包括:鼻腔阻塞;咽喉腔狭窄和阻塞;上、下颌骨骨性结构异常等因素^[1]。部分OSA患者虽然行鼻中隔矫正术、腭咽成形术等上气道软

组织手术,但打鼾憋气等症状无明显改善,本研究通过3D打印技术对上述术后的OSA患者制作下颌骨模型,并进行测量并纪录,分别分析下颌骨测量有意义的指标与睡眠呼吸暂停低通气指数 (apnea-hypopnea index ,AHI)、与低血氧症严重程度 (LSaO₂)的Pearson线性相关关系,研究OSA患者的下颌骨异常表现,为术前诊断、手术设计提供理论依据。

1 资料与方法

收稿日期: 2020-02-20; 修回日期: 2020-04-20

基金项目: 内蒙古医科大学青年创新基金项目(YKD2016QNCX027)

作者简介: 邱雁君(1986-),男,内蒙古医科大学附属医院耳鼻咽喉科主治医师。

通讯作者: 王亚平,副主任医师,硕士研究生导师,E-mail:wyp1688@126.com 内蒙古医科大学附属医院耳鼻咽喉科,010050

1.1 临床资料

OSA组:收集2017-01~2019-01于我院就诊患者,多导睡眠监测(PSG)检查睡眠呼吸暂停低通气指数(apnea hypoventilation index, AHI)≥5次/h,最低血氧饱和度(LSaO₂)<0.9^[2],确诊为OSA的24例成年患者(男性14例,女性10例)。纳入标准:(1)已进行过鼻部手术、腭咽层面手术、舌咽层面手术、悬雍垂腭咽成形术、软腭迁移术等其中一项或多项手术,并排除上气道软组织阻塞;(2)睡眠时打鼾伴憋气症状。排除标准:(1)伴有中枢性呼吸暂停患者;(伴有心脏病、肺疾病,不能耐受手术的患者)。

正常对照组:24例正常人(男性14例,女性10例)且行下颌骨薄层CT扫描。纳入标准:(1)经他人证实睡眠无打鼾、无憋气症状;(2)无鼻部、咽喉

部、下颌骨手术史;(3)无上气道狭窄史及上气道其他慢性疾病史;(4)Epworth嗜睡量表(epworth sleep scale, ESS)评分<8分^[3]。本研究经内蒙古医科大学附属医院医学伦理委员会批准通过。

1.2 研究方法

1.2.1 CT影像资料采集 通过西门子128层螺旋CT扫描仪(层厚0.625 mm,螺距为1.0mm)扫描,对OSA患者的下颌骨平扫。将24例OSA组患者及24例正常对照组CT扫描结果以DICOM格式输出。

1.2.2 下颌骨数字化三维重建 将DICOM格式的下颌骨扫描数据导入Mimics 16.0软件,设置不同密度组织阈值,构建形态曲面,进行三维重建,将处理的下颌骨数据转成STL格式(见图1,2)。

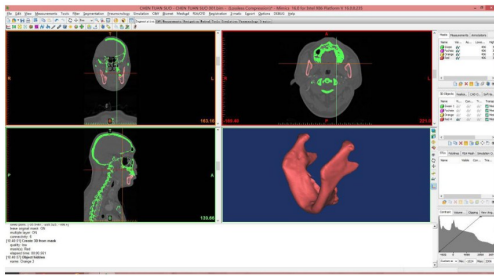


图1 三维重建数字模型
Fig.1 3D Reconstruction digital model

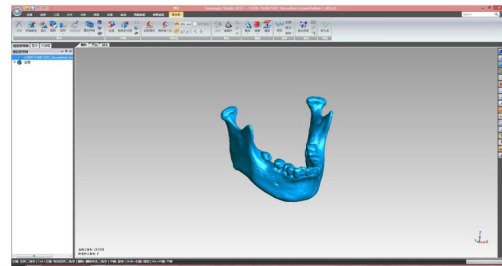


图2 三维模型修复
Fig.2 3D model repair

1.2.3 下颌骨解剖模型的制作 将转成STL格式的下颌骨数据文件传输到Dimension Elite 3D打印机(Stratasys INC),采用1:1比例打印48例下颌骨模型,打印完毕后通过0.1mol/l的氢氧化钠溶液清理支撑材料,获得下颌骨实体树脂模型。

1.2.4 数据测量 数据测量工具使用北京安智盈科技有限公司生产的下颌骨量角器(精确度为0.01°)、直角规(精确度为0.01mm),采用人体骨骼测量方法测量^[4]。每一模型由同一人连续三次测量并记录,计算结果由均数±标准差表示,左、右两侧下颌支高度、下颌体长度、下颌角角度数据分别取

平均值表示。测量每个下颌骨模型9项指标:(1)下颌颏间宽:左右两侧颏点之间距离;(2)冠突间宽:左右两侧冠突之间距离;(3)颏间孔宽:左右两侧颏孔之间距离;(4)下颌支长度:髁突顶点至下颌角直线距离(测量左右两侧取均值);(5)下颌体长度:下颌角至颏点之间直线距离(测量左右两侧取均值);(6)下颌角角度(测量左右两侧取均值);(7)下颌体夹角:两侧下颌角尖端分别连线至颏隆凸下缘中点形成的夹角;(8)a线:下颌角内侧缘之间距离;(9)b线:下颌骨颏部内侧缘至a线的垂直距离,并计算a线/b线比值(见图3,4)。

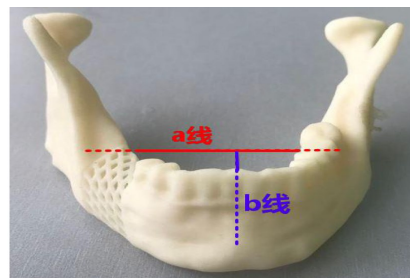
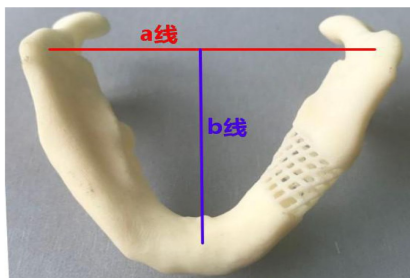


图3 (下颌骨下面观) 图4 (下颌骨正面观) 下颌角内侧缘之间距离(a线)和下颌骨颏部内侧缘至a线的垂直距离(b线)
Fig.3 (Lower mandible view) Fig.4(Frontal view of mandible)distance between inner edges of mandibular angle(line a)and vertical distance from medial edge of mandible chin to line a(line b)

1.2.5 统计学方法 通过SPSS 20.0对数据进行统计分析,计量资料均以 $\bar{x} \pm s$ 表示,经正态性和方差齐性检验后选用两独立样本的 *t* 检验或秩和检验。测量有意义的指标与 AHI、LSaO₂ 相关性采用 Pearson 直线相关分析法,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 OSA 组与正常对照组一般资料比较

OSA 组平均年龄 37.5 ± 7.5 岁与正常对照组平

均年龄 36.9 ± 9.5 岁比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)。OSA 组身体质量指数 (body mass index , BMI) 平均 $26.8 \pm 3.1\text{kg/m}^2$ 与正常对照组平均 BMI $23.1 \pm 2.8\text{kg/m}^2$ 比较差异有统计学意义 ($P<0.05$)。

2.2 OSA 组与正常对照组分别比较

OSA 组比正常对照组下颌体夹角角度大 ($P<0.05$)、下颌体长度短 ($P<0.05$)、b 线短 ($P<0.01$)、a 线/b 线比值大 ($P<0.05$)。其余指标的差异均无统计学意义 ($P>0.05$) (见表 1)。

表 1 男性、女性 OSA 组与正常对照组各项测量数据比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab.1 Comparison of measurement data between male and female OSA group and normal control group

测量项目	男性			女性		
	OSA 组	正常对照组	<i>P</i>	OSA 组	正常对照组	<i>P</i>
下颌颏间宽 (mm)	119.08 ± 5.01	119.56 ± 4.99	0.77	114.85 ± 5.00	114.55 ± 4.10	0.79
冠突间宽 (mm)	98.2 ± 5.39	97.9 ± 5.34	0.65	94.70 ± 4.98	94.00 ± 5.10	0.55
颏间孔宽 (mm)	46.00 ± 2.83	45.90 ± 2.34	0.73	46.82 ± 2.78	45.02 ± 2.65	0.35
下颌体夹角 (°)	81.96 ± 7.43	72.9 ± 8.23*	0.04*	79.3 ± 5.45	77.3 ± 2.40	0.03*
下颌支长度 (mm)	69.33 ± 4.12	70.23 ± 4.10	0.58	64.00 ± 2.51	64.10 ± 2.11	0.83
下颌体长度 (mm)	81.15 ± 4.36	84.06 ± 4.36	0.04*	75.40 ± 4.03	79.54 ± 4.30	0.03*
下颌角角度 (°)	120.01 ± 3.81	120.64 ± 3.78	0.47	118.08 ± 3.01	117.98 ± 3.99	0.60
a 线 (mm)	93.45 ± 5.38	92.55 ± 5.88	0.15	88.45 ± 5.41	87.35 ± 6.21	0.32
b 线 (mm)	46.72 ± 3.23	56.43 ± 3.64	0.00**	44.48 ± 3.11	60.85 ± 4.11	0.00**
a 线/b 线比值	2.00 ± 0.44	1.64 ± 0.30	0.04*	1.99 ± 0.69	1.60 ± 0.29	0.02*

*OSA 组与正常对照组比较 $P<0.05$ **OSA 组与正常对照组比较 $P<0.01$

*OSA group compared with normal control group $P<0.05$ **OSA group compared with normal control group $P<0.01$

2.3 OSA 组有意义指标与 AHI、LSaO₂ 相关性分析

a 线/b 线比值与 AHI 呈正相关 ($r=0.970, P<0.001$), 与 LSaO₂ 呈负相关 ($r=-0.903, P<0.001$) (见图

5, 6)。下颌体夹角角度、下颌体长度、b 线分别与 AHI、LSaO₂ 无关 ($P>0.05$)。

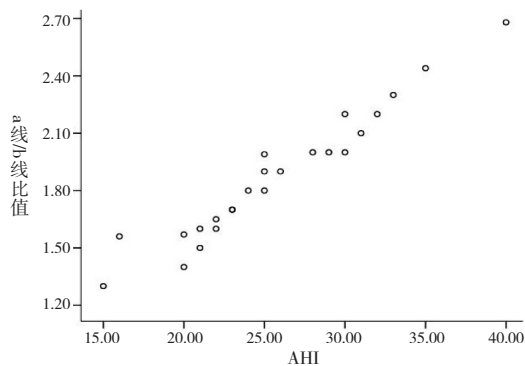


图 5 a 线/b 线比值与 AHI 散点图

Fig.5 Ratio of line a and line b to all scatter plot

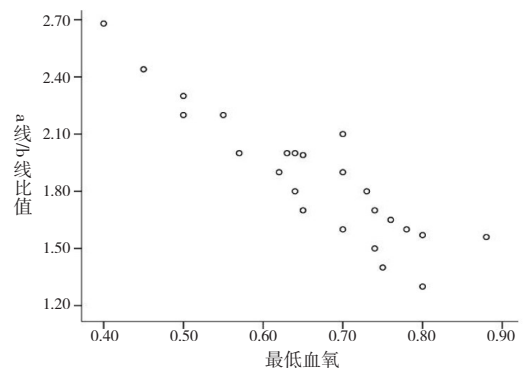


图 6 a 线/b 线比值与 LSaO₂ 散点图

Fig.6 Ratio of line a and line b to LSaO₂ scatter plot

3 讨论

OSA 患者上气道结构异常包括上气道软组织

结构异常、上下颌骨骨性结构异常,其中颌骨骨性结构异常属于口腔正畸中的骨性 II 类错合畸形^[5]。骨性 II 类错合畸形是因上下颌骨矢状向位置关系

的不协调造成,典型表现为上颌发育过度前突、下颌后缩、下颌发育不足后缩等^[6]。骨性Ⅱ类错合畸形较正常人上气道狭窄,易引起打鼾、呼吸睡眠暂停等现象^[7]。本研究数据显示OSA组比正常对照组下颌体夹角角度大、下颌体长度短、b线长,这些符合骨性Ⅱ类错合畸形下颌骨的典型表现。有研究发现部分婴幼儿OSA患者下颌骨的a线/b线比值比正常婴幼儿的大,并且随着年龄的增长,a线/b线比值相对稳定^[8,9]。下颌骨a线/b线比值越大,AHI越大、LSaO₂越低,即下颌骨骨性平面小,睡眠呼吸暂停症状越严重。通过本研究发现下颌骨异常是OSA患者上气道骨性结构异常的重要影响因素之一,这与纪雪霞等人^[10]的研究结果相一致。

OSA可以引起高血压、糖尿病、心脑血管疾病等,且易导致睡眠结构紊乱、白天嗜睡、注意力不集中,如不及时治疗严重影响生活质量、导致患者重要脏器功能受损、增加死亡的风险。因部分OSA患者单纯进行上气道软组织手术不能改善患者的病情,从而出现各种上气道骨性结构异常的矫正手术。目前常用的颌骨手术有:双颌前徙术、下颌前徙术、颏前徙术。双颌前徙术虽然治疗效果好,但手术创伤比较大,并且上颌骨的矫正手术会导致脸型的变化^[11,12]。下颌前徙术使下颌骨前移、舌后气道扩大,但会导致上下牙齿咬合关系发生改变^[13]。颏前徙术相当于间接增加b线长度,改善舌根水平的气道狭窄,并且保持下颌骨形态基本正常,但此术式仅适用于下颌后缩、小下颌的患者^[14,15]。每种手术方式都有各自的优势和局限性。从医学整形角度方面来看,上颌骨矫正手术易导致脸型明显改变,因此不能被患者接受,而下颌骨矫正手术属于微整形手术,因此易被患者接受。目前我们正在与多学科合作,运用3D打印技术进行下颌骨矫正,治疗OSA患者上气道骨性结构异常的临床研究:在3D打印实体树脂模型上进行设计改造截骨大小或修补材料的形态,通过逆向工程软件Mimics16.0,获得矫正后的下颌骨三维解剖数字模型,打印3D实体树脂模型后再进行数据测量和评估,必要时定制钛合金植入体,并通过3D实体树脂模型确定颏孔的位置及间宽,截骨时减少血管和神经的损伤。3D技术在矫正骨性Ⅱ类错合畸形的情况下改善通气,从而提高下颌骨手术的精准性,达到“改善颜面部美观”与“减轻打鼾缺氧症状”两大目标。

综上所述,下颌骨结构异常是OSA患者上气道骨性结构异常的重要影响因素之一。3D打印可以

制作个体化的患者下颌骨解剖模型,准确、清晰地还原下颌骨内侧面、外侧面的结构,为制定手术方案提供直观的演示,便于术前讨论以及更好的与患者沟通,3D打印技术为术前设计截骨大小、移位方向、植入体的形状提供实物模型,对制定个体化手术方案、降低手术风险有重要意义。

参考文献

- [1] Hou Jin, Zhao Lei, Yan Jing, et al. MicroRNA expression profile is altered in the upper airway skeletal muscle tissue of patients with obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome[J]. The Journal of international medical research, 2019; 47(9):4163-4182
- [2] Senturk H, Eryilmaz M A, Vatansav H, et al. Evaluation of knowledge level related to obstructive sleep apnea syndrome[J]. Nigerian journal of clinical practice, 2019; 22(12): 1722-1727
- [3] Senaratna Chamara V, Perret Jennifer L, Lowe Adrian, et al. Detecting sleep apnoea syndrome in primary care with screening questionnaires and the Epworth sleepiness scale[J]. The Medical journal of Australia, 2019; 211(2):65-70
- [4] 邵像清. 人体骨骼测量手册[M]. 上海: 辞书出版社, 1983: 79-83
- [5] Yongming Li. Early orthodontic treatment of skeletal Class II malocclusion may be effective to prevent the potential for OSAHS and snoring[J]. Medical Hypotheses, 2009; 73(4):594-595
- [6] Alhammadi Maged Sultan, Elfeky Hanem Younes, Fayed Mona Salah, et al. Three-dimensional skeletal and pharyngeal airway changes following therapy with functional appliances in growing skeletal Class II malocclusion patients: A controlled clinical trial[J]. Journal of orofacial orthopedics = Fortschritte der Kieferorthopädie: Organ/official journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie, 2019; 80(5):254-265
- [7] Karthickeyan S S. Dentoskeletal morphology in Class I and Class II malocclusion with increased overbite[J]. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics, 2019; 156(6):710-711
- [8] 李建明, 崔颖秋, 徐文彪, 等. 婴幼儿小下颌畸形伴阻塞性睡眠呼吸暂停综合症的CT征象[J]. 中国医学影像技术, 2017; 33(02):203-206
- [9] 廖林, 魏俊, 罗友, 等. 超声检查对胎儿小颌畸形的诊断评价[J]. 中国超声医学杂志, 2016; 32(03):278-280
- [10] 纪雪霞, 邱倩琪, 周国斌, 等. 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征患者气道及下颌骨三维解剖特点与麻醉气管插管[J]. 中国临床解剖学杂志, 2019; 37(05):498-502
- [11] Vanderbeek Christopher, Liu Yuan F, Reichert Zachary, et al. Effect of Mandible and Maxilla Osteotomies on Velar,

- Oropharyngeal, and Hypopharyngeal Diameter[J]. Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons, 2019; 77(2) : 398-404
- [12] Jae Hwa An, Soo-Byung Park, Youn-Kyung Choi, et al. Cone-Beam Computed Tomography Evaluation of Pharyngeal Airway Space Changes After Bimaxillary Orthognathic Surgery in Patients With Class III Skeletal Deformities: A 6-Year Follow-Up Study[J]. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2019; 77(12):2534-2544
- [13] 刘中寅, 蒋子超, 张兴华, 等. 下颌升支截骨下颌骨前徙治疗小下颌畸形伴 OSAS[J]. 临床口腔医学杂志, 2003; 19(01): 50-51
- [14] Avelar Rafael Linard, de Souza Maykel Sullyvan Marinho, Soares Eduardo Costa Studart, et al. Use positional screws for Le Fort I osteotomy fixation: technical note[J]. Oral and maxillofacial surgery, 2017; 21(3):347-349
- [15] Claudine Thereza-Bussolaro, Hee So Oh, Manuel Lagravère, et al. Pharyngeal dimensional changes in class II malocclusion treatment when using Forsus® or intermaxillary elastics—An exploratory study[J]. International Orthodontics, 2019; 17(4): 667-677

(上接第 228 页)

- [11] Inflammatory model in patients with primary open angle glaucoma and diabetes[J]. 国际眼科杂志: 英文版, 2019; 12(05):105-111
- [12] Lu B, Christensen I T, Ma L W, et al. miR-211 regulates the antioxidant function of lens epithelial cells affected by age-related cataracts[J]. International Journal of Ophthalmology, 2018; 11(3): 349
- [13] Hiki N, Nunobe S. Laparoscopic endoscopic cooperative surgery (LECS) for the gastrointestinal tract: Updated indications[J]. Annals of Gastroenterological Surgery, 2019
- [14] Feng Y, Zhu S, Skiadareli E, et al. PHACOEMULSIFICATION CATARACT SURGERY WITH PROPHYLACTIC INTRA VITREAL BEVACIZUMAB FOR PATIENTS WITH COEXISTING DIABETIC RETINOPATHY: A Meta-Analysis[J]. Retina, 2019
- [15] Zhang S F, Tang Q, Yan L U, et al. Detection of IGF-1, bFGF and IL-6 levels in aqueous humor of diabetic cataract patients [J]. Recent Advances in Ophthalmology, 2010
- [16] Chantelau E, Meyerschwickerath R, Klabe K. Downregulation of serum IGF-1 for treatment of early worsening of diabetic retinopathy: a long-term follow-up of two cases.[J]. Ophthalmologica, 2010; 224(4):243-246
- [17] Luo Y, Ji-Hong W U, Zhang S H, et al. Expression of transforming growth factor-β in lens epithelial cells of diabetic cataract and its relationship with advanced glycation endproducts[J]. Chinese Journal of Ophthalmology & Otorhinolaryngology, 2010
- [18] Zhi-Hong Y U, Ophthalmology D O. The level of VEGF and IL-6 in aqueous humor of diabetic patients with cataract and its correlation with postoperative macular edema[J]. Journal of Qiqihar Medical University, 2018

(上接第 233 页)

- [10] VAROL C, ZVIBEL I, SPEKTOR L, et al. Long-acting glucose-dependent insulinotropic polypeptide ameliorates obesity-induced adipose tissue inflammation [J]. Immunol, 2014; 193(8):4002-4009
- [11] 周楚芝, 王湘, 姜妮等. 急性 A 型主动脉夹层孙氏术后低氧血症危险因素分析[J]. 岭南心血管杂志, 2017; (23)2: 165-170
- [12] 生伟, 池一凡, 侯文明等. 急性主动脉夹层动脉瘤术后低氧血症发生的危险因素分析[J]. 中国心血管外科临床杂志, 2013; (20)3:298-303
- [13] 许卫江, 陈祖军, 肖红艳等. 体外循环冠状动脉旁路移植术后低氧血症的危险因素分析. 中国综合临床, 2011; 27(3):249-252
- [14] Sangani RG, Ghio AJ. Lung injury after cigarette smoking is particle related. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis, 2011; 6: 191-198
- [15] Kimura N, Tanaka M, Kawahito K, et al. Risk factors for prolonged mechanical ventilation following surgery for acute type A aortic dissection[J]. Circ J, 2008; 72(11) :1751-1757
- [16] Kurabayashi M, Okishige K, Azegami K, et al. Reduction of the PaO₂/FiO₂ Ratio Acute Aortic Dissection[J]. Circulation Journal, 2010; 74(3):2066-73