

· 诊治分析 ·

颈动脉狭窄患者颈动脉支架植入术后脑动脉血流动力学变化及 CT 灌注成像的应用价值

龚李艳¹, 闫如意¹, 费军¹, 董中兴¹, 沈慧君¹, 郑冬¹, 刘军华¹, 夏志强²

【摘要】 目的 分析颈动脉狭窄患者颈动脉支架植入 (CAS) 术后脑动脉血流动力学变化及 CT 灌注成像的应用价值。方法 选取 2013 年 9 月—2017 年 8 月在中国人民解放军第三零六医院行 CAS 的颈动脉狭窄患者 108 例, 分别于术前及术后 14 d 采用 CT 灌注成像检测患者大脑前动脉、大脑中动脉、大脑后动脉相对脑血流量 (rCBF)、相对脑血容量 (rCBV)、相对开始时间 (rTS)、相对达峰时间 (rTTP); 比较患者术前与随访 6 个月美国国立卫生研究院卒中量表 (NIHSS) 评分、改良 Rankin 量表 (mRS) 评分及 Barthel 指数 (BI) 评分; 脑血流动力学指标与颈动脉狭窄患者 CAS 术后预后的相关性分析采用 Pearson 相关分析。结果 患者术前及术后 14 d 大脑前动脉、大脑中动脉、大脑后动脉 rCBF、rCBV、rTS 及大脑前动脉、大脑后动脉 rTTP 比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$); 患者术后 14 d 大脑中动脉 rTTP 短于术前 ($P<0.05$)。随访 6 个月患者 NIHSS 评分、mRS 评分低于术前, BI 评分高于术前 ($P<0.05$)。Pearson 相关分析结果显示, 术前与术后 14 d 大脑中动脉 rTTP 差值与颈动脉狭窄患者随访 6 个月 NIHSS 评分 ($r=0.644$)、mRS 评分 ($r=0.578$) 呈正相关 ($P<0.001$), 与 BI 评分呈负相关 ($r=-0.499$, $P=0.001$)。结论 颈动脉狭窄患者 CAS 术后大脑中动脉 rTTP 缩短, 且与患者预后有关; CT 灌注成像能客观反映颈动脉狭窄患者 CAS 手术前后脑动脉血流动力学变化, 有助于评估患者预后。

【关键词】 颈动脉狭窄; CT 灌注成像; 颈动脉支架植入; 血流动力学; 预后

【中图分类号】 R 543.4 **【文献标识码】** B DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2018.07.023

龚李艳, 闫如意, 费军, 等. 颈动脉狭窄患者颈动脉支架植入术后脑动脉血流动力学变化及 CT 灌注成像的应用价值 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2018, 26 (7): 102-105. [www.syxnf.net]

GONG L Y, YAN R Y, FEI J, et al. Change of cerebral haemodynamics in postoperative carotid artery stenosis patients treated by carotid artery stenting and the application value of CT perfusion imaging [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2018, 26 (7): 102-105.

基金项目: 306 医院医药卫生科研课题 (14QN27)

1.100101 北京市, 中国人民解放军第三零六医院医学影像科 2.102206 北京市, 中国疾病预防控制中心病毒病预防控制所病毒资源中心

通信作者: 闫如意, E-mail: yanrui52@163.com

[14] Diabetes Control and Complications Trial Research Group, NATHAN D M, GENUITH S, et al. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus [J]. N Engl J Med, 1993, 329 (14): 977-986. DOI: 10.1056/NEJM199309303291401.

[15] ZOUNGAS S, PATEL A, CHALMERS J, et al. Severe hypoglycemia and risks of vascular events and death [J]. N Engl J Med, 2010, 363 (15): 1410-1418. DOI: 10.1056/NEJMoa1003795.

[16] GOTO A, ARAH O A, GOTO M, et al. Severe hypoglycaemia and cardiovascular disease: systematic review and meta-analysis with bias analysis [J]. BMJ, 2013, 347: f4533. DOI: 10.1136/bmj.f4533.

[17] MILLER M E, WILLIAMSON J D, GERSTEIN H C, et al. Effects of randomization to intensive glucose control on adverse events, cardiovascular disease, and mortality in older versus younger adults in the ACCORD Trial [J]. Diabetes Care, 2014, 37 (3): 634-643. DOI: 10.2337/dc13-1545.

[18] YU S, FU A Z, ENGEL S S, et al. Association between hypoglycemia risk and hemoglobin A1C in patients with type 2 diabetes mellitus [J]. Curr Med Res Opin, 2016, 32 (8): 1409-1416. DOI: 10.1080/03007995.2016.1176017.

[19] MATYKA K, EVANS M, LOMAS J, et al. Altered hierarchy of protective responses against severe hypoglycemia in normal aging in healthy men [J]. Diabetes Care, 1997, 20 (2): 135-141.

(收稿日期: 2018-02-11; 修回日期: 2018-07-16)
(本文编辑: 刘新蒙)

Change of Cerebral Haemodynamics in Postoperative Carotid Artery Stenosis Patients Treated by Carotid Artery Stenting and the Application Value of CT Perfusion Imaging GONG Li-yan¹, YAN Ru-yi¹, FEI Jun¹, DONG Zhong-xing¹, SHEN Hui-jun¹, ZHENG Dong¹, LIU Jun-hua¹, XIA Zhi-qiang²

1. Department of Medical Imaging, the 306th Hospital of Chinese People's Liberation Army, Beijing 100101, China

2. Virus Resource Center, Institute of Virus Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 102206, China

Corresponding author: YAN Ru-yi, E-mail: yanrui52@163.com

【Abstract】 Objective To analyze the change of cerebral haemodynamics in postoperative carotid artery stenosis patients treated by carotid artery stenting (CAS) and the application value of CT perfusion imaging. **Methods** A total of 108 carotid artery stenosis patients undergoing CAS were selected in the 306th Hospital of Chinese People's Liberation Army from September 2013 to August 2017, all of them received CT perfusion imaging to detect the relative cerebral blood flow (rCBF), relative cerebral blood volume (rCBV), relative start time (rTS), relative time to peak (rTTP) of anterior cerebral artery (ACA), middle cerebral artery (MCA) and posterior cerebral artery (PCA) before operation and 14 days after operation, respectively; National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) score, modified Rankin Scale (mRS) score and Barthel index score before operation and 6 months after follow-up were compared; Pearson correlation analysis was used to analyze the correlation between cerebral hemodynamic index and prognosis in postoperative carotid artery stenosis patients treated by CAS. **Results** After 14 days of operation, rCBF, rCBV and rTS of ACA, MCA and PCA, rTTP of ACA and PCA was not statistically significantly different compared with that before operation, respectively ($P>0.05$), while rTTP of MCA was statistically significantly shorter than that before operation ($P<0.05$). After 6 months of follow-up, NIHSS score and mRS were statistically significantly lower than those before operation, while Barthel index score was statistically significantly higher than that before operation ($P<0.05$). Pearson correlation analysis results showed that, difference value of rTTP of MCA before and after operation was positively correlated with NIHSS score ($r=0.644$) and mRS score ($r=0.578$) 6 months after follow-up ($P<0.001$), respectively, was negatively correlated with Barthel index score ($r=-0.499$, $P=0.001$). **Conclusion** The rTTP of MCA is shortened in postoperative carotid artery stenosis patients treated by CAS, and it is closely correlated with the prognosis; CT perfusion imaging can objectively reflect the change of cerebral haemodynamics in carotid artery stenosis patients treated by CAS before and after operation, is helpful to evaluate the prognosis.

【Key words】 Carotid stenosis; CT perfusion imaging; Carotid artery stenting; Hemodynamics; Prognosis

颈动脉狭窄是导致脑梗死的重要原因之一^[1-3]。颈动脉支架植入(carotid artery stenting, CAS)是临床治疗颈动脉狭窄的主要手段,具有创伤小、术后恢复快、并发症少等优点^[4-6]。既往研究表明,脑组织缺血是影响颈动脉狭窄患者CAS效果的重要原因^[7],而超声与常规CT检查对颈动脉狭窄患者脑血流动力学的检测效果不佳,磁共振成像(MRI)不能定量分析颈动脉狭窄患者脑血流动力学变化^[8]。CT灌注成像操作简单,能快速、定量反映颈动脉狭窄患者脑血流动力学变化^[9],显示缺血组织和闭塞血管,具有分辨率高、精确度高等优势^[10-11]。本研究旨在分析颈动脉狭窄患者CAS术后脑动脉血流动力学变化及CT灌注成像的应用价值,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2013年9月—2017年8月在中国人民解放军第三零六医院行CAS的颈动脉狭窄患者108例,均符合颈动脉狭窄的诊断标准^[3-4],并经颅脑数字减影血管造影(DSA)确诊。所有患者中男58例,女50例;年龄28~76岁,平均年龄(56.2±4.2)岁;平均体质指数(24.9±3.5) kg/m²;颈动脉狭窄程度:轻度狭窄(狭窄率<50%)58例,中度狭窄(狭窄率为50%~69%)40例,重度狭窄(狭窄率≥70%)10例。本研究经中国人民解放军第三零六医院医学伦理委员会审核批准。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准:(1)临床资料及随访资料完整;(2)年龄20~80岁;(3)具备CAS指征。排除标准:(1)妊娠期或哺乳期妇女;(2)合并精神疾病者;(3)合并严重心、肝、肾功能异常者。

1.3 CAS 局部麻醉满意后经右侧股动脉穿刺置入6F动脉鞘,将保护伞穿过狭窄部位并置于颈动脉狭窄远端,释放保护伞;运送扩张球囊至狭窄段并进行扩张,撤出球囊后置入支架;注意保护神经组织并严格执行无菌操作,所有患者手术由同一组医师完成。

1.4 CT灌注成像 术前及术后14d分别采用GE Light speed 64层螺旋CT扫描仪检测患者脑血流动力学指标:(1)CT平扫,扫描参数:管电压108 kV,管电流150 mAs,层厚2.5 mm。(2)确定基底核至放射冠的4个层面,扫描角度平行于眼眶,扫描参数:管电压80 kV,管电流180 mAs,准直:32.0 mm×1.2 mm,覆盖范围4 cm,扫描延迟时间9 s,连续扫描40.5 s,层厚2.5 mm,3层。(3)采用高压注射器经肘静脉团注碘海醇注射液〔通用电气药业(上海)有限公司生产,规格:350 mg I/ml〕30~40 ml,注射速率为3.0 ml/s,延时20~23 s后进行扫描。(4)将图像及数据传送至ADW 4.2工作站,由1名高年资神经放射诊断医师对图像进行自动阈值定义,去除骨及空气的影响后由软件自动计算脑血流

量 (cerebral blood flow, CBF)、脑血容量 (cerebral blood volume, CBV)、开始时间 (time to start, TS)、达峰时间 (time to peak, TTP) 等。(5) 感兴趣区域 (ROI) 层面取大脑前动脉、大脑中动脉、大脑后动脉分布区, 以脑中线为镜像, 在对侧半球等距离处做出对侧 ROI, 计算相对脑血流量 (rCBF)、相对脑血容量 (rCBV)、相对开始时间 (rTS)、相对达峰时间 (rTTP)。

1.5 观察指标 比较患者术前与术后 14 d 大脑前动脉、大脑中动脉、大脑后动脉 rCBF、rCBV、rTS、rTTP; 随访 6 个月, 比较患者术前与随访 6 个月美国国立卫生研究院卒中量表 (National Institute of Health Stroke Scale, NIHSS) 评分、改良 Rankin 量表 (modified Rankin Scale, mRS) 评分及 Barthel 指数 (Barthel Index, BI) 评分, 其中 NIHSS 评分越高表明神经功能缺损程度越重, mRS 评分越高表明残障程度越重, BI 评分越高表明日常生活活动能力越好。

1.6 统计学方法 应用 SPSS 20.0 统计软件进行数据处理, 计量资料以 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 采用配对 *t* 检验; 脑血流动力学指标与颈动脉狭窄患者 CAS 术后预后的相关性分析采用 Pearson 相关分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 脑血流动力学指标 患者术前与术后 14 d 大脑前动脉、大脑中动脉、大脑后动脉 rCBF、rCBV、rTS 及大脑前动脉、大脑后动脉 rTTP 比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 患者术后 14 d 大脑中动脉 rTTP 短于术前, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$, 见表 1)。

2.2 NIHSS 评分、mRS 评分及 BI 评分 随访 6 个月患者 NIHSS 评分、mRS 评分低于术前, BI 评分高于术前, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$, 见表 2)。

表 2 颈动脉狭窄患者术前和随访 6 个月 NIHSS 评分、mRS 评分、BI 评分比较 ($\bar{x} \pm s$, 分, $n=108$)

Table 2 Comparison of NIHSS score, mRS score and Barthel index score in patients with carotid artery stenosis before operation and 6 months after follow-up

时间	NIHSS 评分	mRS 评分	BI 评分
术前	4.1 ± 0.8	1.4 ± 0.6	83.3 ± 10.1
随访 6 个月	1.7 ± 0.9	0.4 ± 0.1	93.3 ± 5.8
<i>t</i> 值	8.284	6.772	7.913
<i>P</i> 值	<0.05	<0.05	<0.05

注: NIHSS= 美国国立卫生研究院卒中量表, mRS= 改良 Rankin 量表, BI=Barthel 指数

表 1 颈动脉狭窄患者手术前后脑动脉血流动力学指标比较 ($\bar{x} \pm s$, $n=108$)
Table 1 Comparison cerebral hemodynamic index in carotid artery stenosis patients before and after operation

时间	大脑前动脉				大脑中动脉				大脑后动脉			
	rCBF	rCBV	rTS	rTTP	rCBF	rCBV	rTS	rTTP	rCBF	rCBV	rTS	rTTP
术前	0.95 ± 0.26	0.97 ± 0.21	1.87 ± 0.87	1.05 ± 0.19	1.01 ± 0.29	1.03 ± 0.24	1.81 ± 0.98	1.12 ± 0.18	0.97 ± 0.23	0.99 ± 0.16	1.08 ± 0.47	1.01 ± 0.78
术后 14 d	0.88 ± 0.26	0.91 ± 0.26	1.86 ± 0.78	1.03 ± 0.22	1.00 ± 0.28	0.98 ± 0.29	1.88 ± 0.66	1.02 ± 0.18	1.04 ± 0.27	1.02 ± 0.18	1.00 ± 0.38	0.98 ± 0.07
<i>t</i> 值	1.482	0.566	0.078	0.065	0.006	0.165	0.221	6.398	0.187	0.144	0.199	0.078
<i>P</i> 值	0.176	0.433	0.898	0.911	0.973	0.678	0.611	<0.05	0.667	0.643	0.633	0.844

注: rCBF= 相对脑血流量, rCBV= 相对脑血容量, rTS= 相对开始时间, rTTP= 相对达峰时间

2.3 相关性分析 Pearson 相关分析结果显示, 术前与术后 14 d 大脑中动脉 rTTP 差值与颈动脉狭窄患者随访 6 个月 NIHSS 评分 ($r=0.644$, $P < 0.001$)、mRS 评分 ($r=0.578$, $P < 0.001$) 呈正相关, 与 BI 评分呈负相关 ($r=-0.499$, $P=0.001$)。

3 讨论

CT 灌注成像通过静脉注射造影剂对选定层面进行连续多次扫描以获得时间-密度曲线, 进而计算颈动脉狭窄患者脑动脉 CBF、CBV、TS、TTP 等指标以评估脑组织血流灌注情况^[12-13]。既往研究表明, CT 灌注成像能准确显示动脉狭窄或闭塞部位、程度、长度等, 具有定量、成像快速、无创、无磁敏感伪影等优点^[14-15]。

CAS 是临床治疗颈动脉狭窄的重要手段, 可避免闭塞颈动脉时间过长所致脑缺血的发生^[16-17]。有研究表明, 缺血性脑血管事件的发生主要与血管局部扩张后导致平滑肌细胞及内皮细胞增殖、斑块下血管平滑肌损伤所致^[18]。也有研究表明, 重度颈动脉狭窄患者经 CAS 治疗后脑动脉、颈动脉供血区血流动力学变化较中度颈动脉狭窄患者明显^[19]。耿海洋等^[20]研究结果显示, 颈动脉狭窄可引起脑血流动力学改变, 主要表现为颈动脉层流消失及血流紊乱。

CBF 可反映单位时间内流经特定区域的血液量, CBV 可反映存在于特定区域的血液量, TS 可反映造影剂经毛细血管内皮进入细胞间隙的单向传输速率, TTP 可反映 CT 密度开始出现增强至强化达到峰值的时间, 上述指标从不同侧面反映脑组织血流灌注状况^[21]。蔡国恩等^[8]研究表明, TTP 异常提示脑组织不可逆性损伤, 是缺血性脑卒中或短暂性脑缺血发作的主要危险因素之一。

本研究结果显示, 术后 14 d 患者大脑中动脉 rTTP 短于术前; 随访 6 个月患者 NIHSS 评分和 mRS 评分低于术前, BI 评分高于术前; 且术前与术后 14 d 大脑中动脉 rTTP 差值与颈动脉狭窄患者随访 6 个月 NIHSS 评分、mRS 评分呈正相关, 与 BI 评分呈负相关, 表明颈动脉狭窄患者 CAS 术后大脑中动脉 rTTP 缩短, 并与患者预后有关, 而 CT 灌注成像能客观反映颈动脉狭窄患者 CAS 手术前后脑动脉血流动力学变化, 有助于评估患者预后; 但本研究样本量较小且缺乏反映患者远期预后的客观量化指标, 因此 CT 灌注成像在颈动脉狭窄患者 CAS 中的应用价值仍有待进一步研究证实。

参考文献

[1] NIIMI J, ISHIHARA S, TSUKAGOSHI E, et al. Usefulness of Bilateral rSO2 Monitoring for Predicting Cerebral Hyperperfusion

- Syndrome after Carotid Artery Stenting [J]. *No Shinkei Geka*, 2017, 45 (10): 859-867.
- [2] 苏景艳. 颈部动脉超声诊断短暂性脑缺血发作的临床价值 [J]. *临床医学*, 2016, 36 (2): 111-112.
- [3] CHEN K, HOU X, ZHOU Z, et al. The efficacy and safety of endovascular recanalization of occluded large cerebral arteries during the subacute phase of cerebral infarction: a case series report [J]. *Stroke Vasc Neurol*, 2017, 2 (3): 124-131. DOI: 10.1136/svn-2017-000086.
- [4] MO D, LUO G, WANG B, et al. Staged carotid artery angioplasty and stenting for patients with high-grade carotid stenosis with high risk of developing hyperperfusion injury: a retrospective analysis of 44 cases [J]. *Stroke Vasc Neurol*, 2016, 1 (4): 147-153. DOI: 10.1136/svn-2016-000024.
- [5] 陈军法, 袁建华, 钱华, 等. 320排 CT全脑动态容积成像联合颈部 CTA 在评估慢性缺血性脑血管病中的应用 [J]. *医学影像学杂志*, 2015, 25 (10): 1717-1722.
- [6] MASHHOOD A, KIM P, ALMAGUEL F, et al. Cerebral Misery Perfusion on Susceptibility Weighted Imaging in Acute Carotid Dissection [J]. *J Radiol Case Rep*, 2016, 10 (10): 1-6. DOI: 10.3941/jrcr.v10i10.2653.
- [7] HUANG L, CAO W, GE L, et al. Intracranial Blood Flow Changes in Patients with High-Grade Severe Carotid Artery Stenosis After Stenting [J]. *World Neurosurg*, 2017, 104: 863-868. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.04.144.
- [8] 蔡国恩, 叶钦勇, 熊文婷, 等. 缺血性脑卒中患者颈部动脉血流动力学特点分析 [J]. *中国老年学杂志*, 2015, 35 (2): 474-475. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2015.02.086.
- [9] PROTTO S, PIENIMÄKI J P, SEPPÄNEN J, et al. Low Cerebral Blood Volume Identifies Poor Outcome in Stent Retriever Thrombectomy [J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2017, 40 (4): 502-509. DOI: 10.1007/s00270-016-1532-x.
- [10] 卢曼, 周赞, 汲晓沛, 等. CT灌注成像联合 CT血管成像对发病 12 h 内的急性缺血性脑卒中临床应用价值的研究 [J]. *中国血液流变学杂志*, 2016, 26 (3): 293-297. DOI: 10.3969/j.issn.1009-881X.2016.03.007.
- [11] HA J H, KIM H, PARK I S, et al. Trans-radial Carotid Artery Stenting in a Patient with Abdominal Aortic Occlusion [J]. *J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg*, 2016, 18 (2): 129-134.
- [12] BIGLIARDI G, DELL'ACQUA M L, VALLONE S, et al. "Opening the Unopenable": Endovascular Treatment in a Patient with Three Months' Internal Carotid Artery Occlusion and Hemispheric Symptomatic Hypoperfusion [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2016, 25 (8): 2016-2018. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2016.04.019.
- [13] 孔敏刚, 周一波, 陈傅华, 等. 血管超声评估颈动脉夹层的血流动力学变化 [J]. *现代实用医学*, 2017, 29 (8): 1023-1025. DOI: 10.3969/j.issn.1671-0800.2017.08.025.
- [14] LIN C J, GUO W Y, CHANG F C, et al. Using Flat-Panel Perfusion Imaging to Measure Cerebral Hemodynamics: A Pilot Feasibility Study in Patients With Carotid Stenosis [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2016, 95 (20): e3529. DOI: 10.1097/MD.0000000000003529.
- [15] THIERFELDER K M, SOMMER W H, ERTL-WAGNER B, et al. Prediction of Stent-Retriever Thrombectomy Outcomes by Dynamic Multidetector CT Angiography in Patients with Acute Carotid T or MCA Occlusions [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2016, 37 (7): 1296-1302. DOI: 10.3174/ajnr.A4694.
- [16] HUANG C, LIU Z, HUANG D, et al. Application of unibody single-branch endografts in Stanford type B dissections with primary entry tear adjacent to the left subclavian artery: a computed tomography-based planning study [J]. *Ann Vasc Surg*, 2015, 29 (6): 1174-1180. DOI: 10.1016/j.avsg.2015.02.016.
- [17] 戚悠悠, 肖占祥, 曾昭凡, 等. 症状性颈内动脉闭塞的术前评估及手术治疗 [J]. *中国普通外科杂志*, 2016, 25 (12): 1707-1712. DOI: 10.3978/j.issn.1005-6947.2016.12.007.
- [18] JIAO L, SONG G, HUA Y, et al. Recanalization of extracranial internal carotid artery occlusion: A 12-year retrospective study [J]. *Neural Regen Res*, 2013, 8 (23): 2204-2206. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5374.2013.23.011.
- [19] COHEN J E, GOMORI J M, RAJZ G, et al. Extracranial carotid artery stenting followed by intracranial stent-based thrombectomy for acute tandem occlusive disease [J]. *J Neurointerv Surg*, 2015, 7 (6): 412-417. DOI: 10.1136/neurintsurg-2014-011175.
- [20] 耿海洋, 李松柏, 关丽明, 等. 一站式 CT灌注成像评估单侧颈内动脉重度狭窄或闭塞患者颅内血流动力学改变及 Willis 环侧支循环情况 [J]. *放射学实践*, 2015, 30 (8): 811-816. DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2015.08.003.
- [21] YOSHIE T, UEDA T, TAKADA T, et al. Prediction of cerebral hyperperfusion syndrome after carotid artery stenting by CT perfusion imaging with acetazolamide challenge [J]. *Neuroradiology*, 2016, 58 (3): 253-259. DOI: 10.1007/s00234-015-1623-4.

(收稿日期: 2018-03-16; 修回日期: 2018-07-12)

(本文编辑: 谢武英)