

[文章编号] 1674-8115(2011)08-1159-05

· 论著 ·

两种仪器检测反射波增强指数和中心动脉收缩压的比较研究

樊旺祥, 李燕, 李发红, 魏方菲, 单晓莉, 王继光

(上海交通大学医学院附属瑞金医院 上海市高血压研究所, 上海 200025)

[摘要] 目的 比较澳大利亚 SphygmoCor 系统及日本 Omron HEM-9000AI 脉波检测仪检测反射波增强指数(AI)及中心动脉收缩压(CSBP)的相关性和一致性。方法 对 224 名未进行降压治疗的受检者在同一天先后接受 SphygmoCor 和 Omron HEM-9000AI 检测仪检测,采用简单相关和 Bland-Altman 分析两种仪器检测的 AI 和 CSBP 的相关性和一致性;并采用多元逐步回归分析两种仪器检测 AI 和 CSBP 的影响因素。结果 Omron 检测的 AI 及 CSBP 均高于 SphygmoCor [(81.5 ± 14.4)% 和 (77.6 ± 16.2)% , (132.3 ± 16.7) mmHg 和 (121.4 ± 14.4) mmHg], 差异均有统计学意义 ($P < 0.001$), 两者的绝对差异分别为 (3.9 ± 11.0)% 和 (10.9 ± 11.0) mmHg。两种仪器检测的 CSBP 和 AI 具有良好的相关性 ($r = 0.75, P < 0.001$; $r = 0.76, P < 0.001$)。两种仪器检测的 AI 值均受年龄、性别、心率和平均动脉压影响 ($P < 0.001$), SphygmoCor 的 AI 还受体质量指数的影响 ($P < 0.05$)。Omron 检测的 CSBP 受性别和体质量指数的影响 ($P < 0.05$), 与年龄无相关性 ($P > 0.05$);而 SphygmoCor 检测的 CSBP 只受年龄因素影响 ($P < 0.01$)。结论 Omron HEM-9000AI 和 SphygmoCor 系统在测量外周桡动脉 AI 上一致性较好,都较适合大规模的临床及流行病学研究;但两种仪器估算的 CSBP 绝对差别较大,不能相互替代使用。

[关键词] 血压; 中心动脉; 反射波增强指数

[DOI] 10.3969/j.issn.1674-8115.2011.08.025

[中图分类号] R541.3; R443.5

[文献标志码] A

Comparison of augmentation index and central systolic blood pressure measured by two devices

FAN Wang-xiang, LI Yan, LI Fa-hong, WEI Fang-fei, SHAN Xiao-li, WANG Ji-guang

(Shanghai Institute of Hypertension, Ruijin Hospital, Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 200025, China)

[Abstract] **Objective** To explore the correlation and agreement of augmentation index (AI) and central systolic blood pressure (CSBP) measured by two devices (Australia SphygmoCor System and Japan Omron HEM-9000AI). **Methods** Two hundred and twenty-four subjects without antihypertensive medications had AI and CSBP measurements by both devices of SphygmoCor and Omron HEM-9000AI at the same day. The correlation and agreement of AI and CSBP between two devices were explored with simple correlation analysis and Bland-Altman plots. The influencing factors for measurements of AI and CSBP by both devices were investigated by multivariate stepwise regression analysis. **Results** AI and CSBP measured by Omron device were significantly higher than those measured by SphygmoCor [(81.5 ± 14.4)% vs (77.6 ± 16.2)% , $P < 0.001$; (132.3 ± 16.7) mmHg vs (121.4 ± 14.4) mmHg, $P < 0.001$], and absolute differences in AI and CSBP amounted to (3.9 ± 11.0)% and (10.9 ± 11.0) mmHg respectively. AI and CSBP measured by two devices were closely correlated ($r = 0.75, P < 0.001$; $r = 0.76, P < 0.001$). AI detected by both devices were influenced by age, gender, heart rate and mean arterial pressure ($P < 0.001$), and AI detected by SphygmoCor was also influenced by body mass index ($P < 0.05$). CSBP detected by Omron device was influenced by gender and body mass index ($P < 0.05$), and was not influenced by age ($P > 0.05$). CSBP detected by SphygmoCor was only influenced by age ($P < 0.01$). **Conclusion** Omron HEM-9000AI and SphygmoCor System have good agreement in AI measurements. Both devices can be used in large scale clinical and epidemiological studies. However, there is a large disparity in CSBP estimations between two devices, and one CSBP measurement can not be used to replace the other.

[Key words] blood pressure; central artery; augmentation index

[基金项目] 上海市教委曙光学者计划(08SG20) (Shanghai Education Committee Foundation, 08SG20)。

[作者简介] 樊旺祥(1983—), 男, 硕士生; 电子信箱: wangxiangfan@yahoo.com.cn。

[通信作者] 李燕, 电子信箱: liyanshen@yahoo.com.cn。

血液从中心动脉流向外周的过程中,脉搏波沿着动脉壁向外周前向传导,在组织结构不同的血管处(如血管分叉)产生反射。在血管弹性较好的年轻人中,反射波与前向波通常在舒张期相重叠。如果反射点提前或脉搏波传导速度增快,则重叠可发生在收缩晚期,引起收缩压增加,舒张压下降。反射波增强指数(augmentation indexes, AI)^[1]通常采用脉搏波分析,以反射波引起的第二峰值压力(pressure 2, P2)与前向波引起第一峰值收缩压(pressure 1, P1)的比值表示,可较敏感地定量反映压力波反射状况。有前瞻性研究^[2]显示, AI能独立预测高血压患者的全因死亡。由于AI检测方便,对降压药物的作用反应敏感,适合比较观察药物的疗效。

临床实践中,普遍采用肱动脉血压作为高血压诊断、治疗的评价标准。但是,研究者越来越认识到,由于存在反射波现象,中心动脉血压即主动脉根部血压,可能比肱动脉血压更能真实地反映左心室的后负荷压力。近期研究显示,中心动脉血压比外周动脉压能更好地预测心血管事件和靶器官损害^[3,4];不同的降压药物虽然降低肱动脉血压的疗效相同,但对中心动脉血压的作用可能不同,从而对患者的预后影响也不同^[5]。这些研究引起了人们对中心动脉血压的关注。

目前,能同时进行AI和中心动脉收缩压(central systolic blood pressure, CSBP)测量的仪器主要有两种,一种是澳大利亚AtCor公司生产的SphygmoCor脉搏波分析系统,另一种是日本欧姆龙公司的Omron HEM-9000AI脉波检测仪。鉴于这两种仪器是目前无创评估AI和检测CSBP最为广泛使用的仪器,本研究对这两种仪器进行了比较,为临床应用及研究提供参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象

2008年12月—2010年7月,共选择到上海市高血压研究所动态血压室进行动态血压监测的228名受检者。入选条件:从未服用降压药物或已停服降压药物时间≥2周且年龄≥30岁者。高血压诊断标准;24 h 动态血压平均收缩压≥130 mmHg(1 mmHg = 0.133 kPa)或者舒张压≥80 mmHg^[6]。共剔除4名受检者的资料,其中2人在血管功能检测时进行了降压治疗,2人没有进行桡动脉脉搏波分析检测。本研究实际分析了224名受检者的资料。

1.2 两种仪器检测AI和CSBP

由经过技术培训和质量考核合格的同一操作者完成检测。受检者在同一天先后接受SphygmoCor和Omron HEM-9000AI检测。所有受检者检测时为空腹或餐后2 h以上,检测前2 h内不允许饮酒、抽烟、饮浓茶、咖啡和含咖啡因的饮料以及剧烈运动。受检者在安静状态下休息时间≥15 min。先用电子血压计(Omron HEM-7051,日本)连续测量右臂肱动脉血压3次,取3次读数的平均值作为该患者的诊室肱动脉血压,输入SphygmoCor脉搏波分析系统软件(AtCor Medical,澳大利亚)。

1.2.1 SphygmoCor系统检测AI 采用高品质压力传感器的笔形探头,在很小的压力敏感区域范围内,从体表桡动脉处获得连续的高保真动脉压力波形。通过记录桡动脉脉搏压力波形,SphygmoCor系统使用转换方程可以将桡动脉压力波形转换成中心动脉压力波形,采用外周肱动脉收缩压和舒张压来标准化中心动脉脉搏波,计算得到相应的CSBP。桡动脉AI = P2/P1 × 100%。

1.2.2 Omron HEM-9000AI检测AI 患者在卧位完成SphygmoCor桡动脉脉搏波分析检测后,立即取坐位。5 min后开始使用Omron HEM-9000AI脉波测量仪(欧姆龙公司,日本)进行桡动脉脉搏波分析。在脉搏波分析前,Omron HEM-9000AI自动以压力震荡法进行右臂血压测量1次。然后,将压力传感探头固定在手腕桡动脉处,探头会自动寻找最强的动脉搏动点,随之采集压力波信号,记录桡动脉波形。以臂部肱动脉血压标准化桡动脉波形,由电脑软件计算出反射波引起的P2占前向波引起的P1的比例,即AI = P2/P1 × 100%。然后利用桡动脉脉搏波的第二个波峰处形成的血压即第二收缩压,通过函数转换推算出CSBP。

1.3 统计学处理

采用SAS 9.1.3版软件,进行统计学分析,计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示。采用简单相关分析计算两种仪器的测量值之间的Pearson相关系数,Bland-Altman分析两种仪器的一致性;用多元逐步回归分析两种仪器检测AI和CSBP的影响因素。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 受检者的基本特征

共224名受检者同时进行了SphygmoCor和

Omron HEM-9000AI 测量,其中女性 115 名(51.3%),男性 109 名(48.7%)。按照 24 h 动态血压诊断标准^[6],53.6% 的女性和 71.7% 的男性患有高血压。女性组的平均年龄、总胆固醇浓度均高于男性组($P < 0.01$);男性组的身高、体质量、吸烟饮酒率、卧位和坐位肱动脉舒张压均高于女性组($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$);两组的体质量指数、空腹血糖、糖尿病患病率、卧位和坐位的肱动脉收缩压和心率比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)(表 1)。

表 1 受检者的基本特征($\bar{x} \pm s$)
Tab 1 Characteristics of participants ($\bar{x} \pm s$)

指标	女性组($n=115$)	男性组($n=109$)
年龄/岁	55 ± 7.8	50 ± 12.4 ^②
身高/cm	160 ± 4.6	171 ± 5.3 ^②
体质量/kg	61 ± 8.7	72 ± 9.0 ^②
体质量指数/(kg/m ²)	23.9 ± 3.2	24.4 ± 2.5
总胆固醇/(mmol/L)	5.2 ± 0.9	4.7 ± 0.8 ^②
空腹血糖/(mmol/L)	5.1 ± 0.9	5.2 ± 0.7
高血压($n, \%$)	59(53.6)	76(71.7) ^②
糖尿病($n, \%$)	3(1.3)	2(0.9)
吸烟($n, \%$)	1(0.5)	25(11.6) ^②
饮酒($n, \%$)	4(1.9)	31(14.4) ^②
卧位		
肱动脉收缩压/mmHg	132 ± 14.5	135 ± 14.8
肱动脉舒张压/mmHg	77 ± 7.6	80 ± 9.8 ^②
心率/(次/min)	72 ± 9.2	71 ± 9.5
坐位		
肱动脉收缩压/mmHg	127 ± 15.5	130 ± 14.6
肱动脉舒张压/mmHg	73 ± 9.5	75 ± 10.8 ^①
心率/(次/min)	76 ± 10.2	76 ± 10.6

^① $P < 0.05$, ^② $P < 0.01$ 与女性组比较。

2.2 两种仪器的相关性和一致性

Omron HEM-9000AI 检测的 AI 和 CSBP 均高于 SphygmoCor,差异均有统计学意义($P < 0.001$);两者

绝对值的差值分别达到(3.9 ± 11.0)% 和(10.9 ± 11.0)mmHg(表 2)。两种仪器检测的 AI 和 CSBP 具有良好的相关性($r = 0.75, P < 0.001; r = 0.76, P < 0.001$)(图 1)。Bland-Altman 作图分析显示两种仪器检测的 AI 一致性良好,两种仪器检测的 AI 和 CSBP 的差值与检测值的平均水平之间有显著相关性($r = -0.17, P < 0.05; r = 0.24, P < 0.001$)(图 2),提示两种仪器差值比较大发生在 AI 值较低或 CSBP 较高的患者中。

表 2 Omron HEM-9000AI 和 SphygmoCor 检测外周动脉 AI 和 CSBP 的均值和差值($\bar{x} \pm s$)

Tab 2 Mean and mean difference of peripheral AI and CSBP measurements between Omron HEM-9000AI and SphygmoCor devices ($\bar{x} \pm s$)

检测仪器	AI/%	CSBP/mmHg
Omron HEM-9000AI	81.5 ± 14.4	132.3 ± 16.7
SphygmoCor	77.6 ± 16.2 ^①	121.4 ± 14.4 ^①
两种仪器检测的差值	3.9 ± 11.0	10.9 ± 11.0

^① $P < 0.001$ 与 Omron 检测方法比较。

2.3 两种仪器检测值及差异的影响因素

采用多元逐步回归分析两种仪器检测 AI 和 CSBP 的影响因素。回归方程中包括了年龄、性别、体质量指数、心率和平均动脉压。SphygmoCor 和 Omron 检测的 AI 值影响因素相似,均受年龄、性别、心率和平均动脉压显著影响($P < 0.001$),其效应大小差异均无统计学意义($P > 0.05$)(表 3)。SphygmoCor 的 AI 还受体质量指数的影响($P < 0.05$);Omron 检测的 CSBP 受性别和体质量指数的影响($P < 0.05$),与年龄无相关性($P > 0.05$),而 SphygmoCor 检测的 CSBP 只受年龄因素影响($P < 0.01$)(表 3)。多元回归分析显示,两种仪器的 AI 差值和测量时心率的差值($P < 0.001$)及舒张压的差值($P = 0.033$)显著相关,但这两种因素只解释了两者差值的 10%。

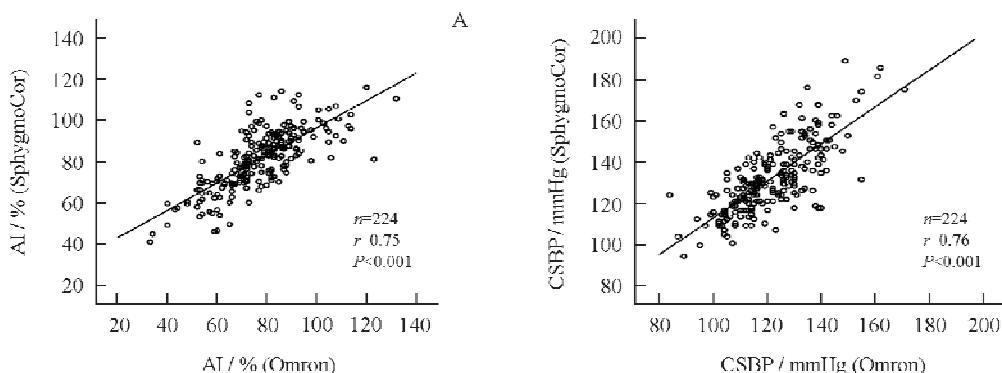


图 1 Omron HEM-9000AI 和 SphygmoCor 检测的 AI(A)和 CSBP(B)的相关性

Fig 1 Correlation of AI (A) and CSBP (B) measured by Omron HEM-9000AI and SphygmoCor devices

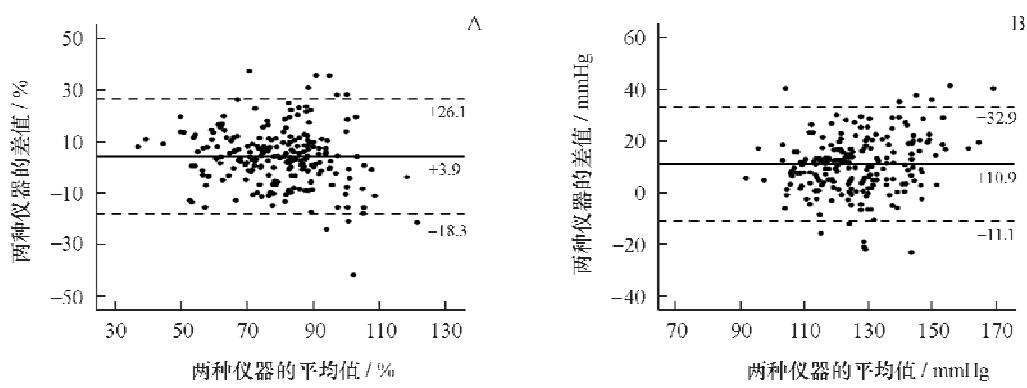


图 2 Bland-Altman 分析 Omron HEM-9000AI 和 SphygmoCor 检测 AI 和 CSBP 的一致性

Fig 2 Agreement of AI and CSBP measured by Omron HEM-9000AI and SphygmoCor devices analysed by Bland-Altman plots

表 3 Omron HEM-9000AI 和 SphygmoCor 检测 AI 和 CSBP 的影响因素 ($\beta \pm SE$)Tab 3 Influencing factors of AI and CSBP measured by Omron HEM-9000AI and SphygmoCor devices ($\beta \pm SE$)

指标	Omron	SphygmoCor	P_d
AI/%			
决定系数	0.49	0.40	
年龄/岁	$0.28 \pm 0.07^{\oplus}$	$0.40 \pm 0.08^{\oplus}$	0.08
性别/(1 男性, 2 女性)	$14.51 \pm 1.41^{\oplus}$	$11.98 \pm 1.73^{\oplus}$	0.11
体质量指数/(kg/m ²)	-	$-0.68 \pm 0.30^{\oplus}$	-
心率/(次/min)	$-0.55 \pm 0.07^{\oplus}$	$-0.53 \pm 0.08^{\oplus}$	0.81
平均动脉压/mmHg	$0.27 \pm 0.07^{\oplus}$	$0.37 \pm 0.08^{\oplus}$	0.25
CSBP/mmHg			
决定系数	0.05	0.03	
年龄/岁	0.17 ± 0.11	$0.24 \pm 0.09^{\oplus}$	0.30
性别/(1 男性, 2 女性)	$4.90 \pm 2.23^{\oplus}$	-	-
体质量指数/(kg/m ²)	$0.82 \pm 0.38^{\oplus}$	-	-

^① $P < 0.05$, ^② $P < 0.01$, ^③ $P < 0.001$ 。

3 讨 论

本研究显示: Omron HEM-9000AI 和 SphygmoCor 测量 AI 和 CSBP 具有较好的相关性, 相关系数为 0.75 和 0.76, 测量的绝对值差异分别为 $(3.9 \pm 11.0)\%$ 和 $(10.9 \pm 11.0)\text{ mmHg}$ 。两种仪器测量的 AI 具有相似的影响因素。由此看来, 两者测得的外周桡动脉的 AI 非常一致, 但在 CSBP 估算方面, Omron HEM-9000AI 的检测值明显高于 SphygmoCor 的测量值。

既往 Richardson 等^[7]在 33 名健康人中进行了和本研究相似的比较研究, 结果与本研究非常相似。Richardson 等观察到 Omron HEM-9000AI 和 SphygmoCor 测量 AI 和 CSBP 具有较好的相关性 ($r = 0.85$,

$P < 0.001$; $r = 0.95$, $P < 0.001$), AI 的绝对差值仅为 $(1.0 \pm 9.2)\%$; 但 Omron HEM-9000AI 估算的 CSBP 值明显高于 SphygmoCor ($P < 0.001$), 差值达 $(12.26 \pm 4.6)\text{ mmHg}$ 。Richardson 等进行的研究虽然样本量小, 但是专门针对两种仪器比较而设计的研究, 所以在研究方法上对两种仪器检测的顺序进行随机, 而且两种检测在同一体位 5 min 内先后进行。本研究虽然不是专门针对仪器比较而设计的研究, 没有随机仪器检测顺序, 但我们观察到的结果与 Richardson 等的结果非常相似, 进一步说明了两种仪器在检测 AI 上是一致的, 呈高度相关性, 但 CSBP 绝对值的估算上, 差异显著, 在实践中无法互相替代使用。

在本研究中, Omron HEM-9000AI 和 SphygmoCor 系统所估算的 CSBP 的影响因素不同。Omron HEM-9000AI 检测的 CSBP 受性别和体质量指数的影响, 与年龄相关性不显著, 而 SphygmoCor 检测的 CSBP 只受年龄因素的影响, 进一步说明两种系统估算的 CSBP 不同。当然, 因为我们的研究对象是到高血压科门诊就诊的患者, 可能存在一定的选择偏倚, 研究结果有一定的局限性, 如没有观察到肱动脉血压及 Omron 估算的 CSBP 随着年龄增长而增高, 因此需要在更大样本, 最好是自然人群中进一步研究比较两种系统检测 CSBP 的影响因素。

究竟是 Omron HEM-9000AI 仪器还是 SphygmoCor 仪器更准确或者说更接近真实的 CSBP, 还有待进一步用有创的导管法进行直接验证。根据既往 SphygmoCor 仪器的验证研究结果来看, 与有创导管法直接测量比较, SphygmoCor 仪器低估了 CSBP 约 $1.5 \sim 13.3\text{ mmHg}$ ^[8]。因此, 可以初步推断 Omron HEM-9000AI 仪器估算的 CSBP 可能更接近于真实。

但是,从既往研究中我们知道,SphygmoCor 的低估错误主要是用袖带测量外周肱动脉血压而引起^[8]。有研究^[9]表明,传统袖带法测量的外周肱动脉血压和导管法直接测得的动脉内压相比,收缩压较低,舒张压较高。如何将相对准确的 Omron 中心动脉血压测量用于临床实践中,值得我们深入探讨。

AI 的测量不同于 CSBP,不依赖于肱动脉血压来标定血压值。Omron HEM-9000AI 测量的 AI 变异系数较 SphygmoCor 大,这可能是由于在利用 SphygmoCor 系统中,操作者可通过选择最佳的波形使得检测的质量控制较好,减小了误差,提高了质量;而 Omron HEM-9000AI 由于是自动测量,会产生相对较大的随机误差。在本研究中,两种仪器测得的 AI 差值受到测量时心率和舒张压差值的影响。如果可能,应进一步分析比较两种仪器标准化到 75 次/min 心率的 AI 检测值。

总之,本研究表明,Omron HEM-9000AI 和 SphygmoCor 系统在测量外周桡动脉 AI 上是一致的,都比较适合大规模的临床和流行病学研究;但两种仪器估算的 CSBP 差值较大,不能相互替代使用。

[参考文献]

- [1] Laurent S, Cockcroft J, Van BL, et al. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications [J]. Eur Heart J, 2006, 27(21): 2588–2605.
- [2] Weber T, Auer J, O'rourke MF, et al. Increased arterial wave reflections predict severe cardiovascular events in patients undergoing percutaneous coronary interventions [J]. Eur Heart J, 2005, 26(24): 2657–2663.
- [3] Roman MJ, Devereux RB, Kizer JR, et al. Central pressure more strongly relates to vascular disease and outcome than does brachial pressure: the strong heart study [J]. Hypertension, 2007, 50(1): 197–203.
- [4] Wang KL, Cheng HM, Sung SH, et al. Wave reflection and arterial stiffness in the prediction of 15-year all-cause and cardiovascular mortalities: a community-based study [J]. Hypertension, 2010, 55(3): 799–805.
- [5] Dahlöf B, Sever PS, Poulter NR, et al. Prevention of cardiovascular events with an amlodipine/perindopril strategy compared with an atenolol/thiazide strategy [J]. Lancet, 2005, 366(9489): 895–906.
- [6] Mancia G, De Backer, Dominiczak A, et al. 2007 ESH-ESC Practice Guidelines for the Management of Arterial Hypertension; ESH-ESC Task Force on the Management of Arterial Hypertension [J]. J Hypertens, 2007, 25(9): 1751–1762.
- [7] Richardson CJ, Maki-petaja KM, McDonnell BJ, et al. Comparison of estimates of central systolic blood pressure and peripheral augmentation index obtained from the omron hem-9000AI and sphygmcocor systems [J]. Artery Res, 2009, 3(1): 24–31.
- [8] Zuo JL, Li Y, Yan ZJ, et al. Validation of the central blood pressure estimation by the sphygmcocor system in chinese [J]. Blood Press Monit, 2010, 15(5): 268–274.
- [9] Ochiai H, Miyazaki N, Miyata T, et al. Assessment of the accuracy of indirect bloodpressure measurements [J]. Jpn Heart J, 1997, 38(3): 393–407.

[收稿日期] 2011-04-18

[本文编辑] 周珠凤