

2.6% (right brachial artery), in group B (1.2%, 2.9% and 1.7%, 3.5%), in group C (2.4%, 4.2% and 3.3%, 2.8%), respectively. ③ Correlation coefficients between invasive and non-invasive SBP of three groups were accordingly 0.105–0.108 (group A), 0.417–0.444 (group B) and 0.144–0.166 (group C). As to DBP, they were 0.409–0.427 (group A), 0.598–0.617 (group B) and 0.546–0.596 (group C). **Conclusions:** During hypotension and hypertension in critically ill patients, consistency between IBP and NIBP is obviously decreased. NIBP monitoring tends to overestimate or underestimate patient's real blood pressure.

【Key words】non-invasive blood pressure; invasive blood pressure; systolic blood pressure; diastolic blood pressure; critically ill patients

血压是危重症患者床旁重要的监测指标, 不准确的测量值将导致临床错误的诊断及治疗。无创血压 (non-invasive blood pressure, NIBP) 是目前临床常用的血压测量手段, 但监护室内患者由于存在血流动力学不稳定、外周组织灌注不足等复杂的病理生理改变, 致使床旁干扰血压监测的影响因素复杂、多变。因此, 探讨危重症患者不同病理状态下有创血压 (invasive blood pressure, IBP) 与 NIBP 间的一致性及相关性, 成为亟待研究的问题。

1 对象与方法

1.1 研究对象

采用前瞻性对照研究方法, 选取 2010 年 3 月至 2012 年 3 月宁夏医科大学总医院重症医学科收治的危重症患者。入选标准: ①年龄 ≥ 18 岁; ②ICU 内监护时间 ≥ 24 h; ③存在血流动力学不稳定状态, 如低血压、高血压或血压迅速波动等; ④排除多发性大动脉炎、血栓闭塞性脉管炎、闭塞性动脉硬化等周围血管疾病。最终共 500 例患者进入研究, 其中男 275 例, 女 225 例; 年龄 33~69 岁, 平均 (51 ± 16) 岁。病种构成: 外科术后 137 例, 急性创伤 94 例, 严重感染 68 例, 脑血管病 67 例, 呼吸衰竭 56 例, 心血管病 34 例, 消化道出血 27 例, 其他 17 例。本研究符合医学伦理学标准, 经医院伦理委员会批准, 并获得患者本人或家属的知情同意。

1.2 试验方法

1.2.1 NIBP 监测 选择双侧肱动脉, 检测前测量双侧上臂周径, 根据上臂周径选择监护仪自带标准成人袖带 (GE Solar8000i 型监护仪, 27~35 cm), 使患者肘部位于心脏水平, 袖带宽度为上臂周径的 1/2, 松紧度以能置入一指为标准, 袖带下缘与肘前间隙间距为 2~3 cm。

1.2.2 IBP 监测 选择右侧桡动脉, 穿刺操作前进行 Allen's 试验, 将套管针按无菌操作规程送入动脉内, 拔出针芯, 迅速通过硬质无菌冲洗管路连接传感器 (爱德华 PX260 型压力传感器) 和监护仪 (GE Solar8000i 型监护仪)。采用肝素盐水 (生理盐水 500 ml+肝素 1 500 U) 冲洗管道, 并排除管道及传感器内气泡。调整传感器位于腋中线水平, 规范校零, 观察监护仪上的压力波形满意后开始取值。

1.2.3 穿刺操作前进行 Allen's 试验 入选患者于不同时间点床旁同步、连续测量 IBP 和 NIBP 3 次 (取值顺序为先

IBP 各项值, 后 NIBP 各项值), 取 3 次平均值为检测值。记录患者实时生命体征及病情危重程度。

1.3 试验分组

根据试验中 IBP 检测收缩压 (systolic blood pressure, SBP) 水平分为 3 组: A 组, SBP < 90 mmHg, 116 例; B 组, SBP 90~140 mmHg, 172 例; C 组, SBP ≥ 140 mmHg, 212 例。

1.4 统计学处理

数据分析采用 SPSS 15.0 及 MedCalc 11.5 统计软件。计量资料进行正态性检验, 符合正态分布的数据以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 计数资料以率表示。计量资料比较采用单因素方差分析, 组间两两比较采用 LSD-*t* 检验; 计数资料比较采用卡方检验; 一致性分析采用 Bland-Altman 分析法, 相关性分析采用 Spearman 相关分析。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 不同 SBP 水平组患者临床资料比较

见表 1。3 组患者在年龄、性别比例上差异均无统计学意义。组间急性生理学及慢性健康状况评分系统 II (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II) 评分比较存在统计学差异。

表 1 不同 SBP 水平组危重症患者临床资料比较

Tab.1 Baseline characteristics of different SBP groups

组别	例数 (n)	性别		年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	APACHE II 评分 ($\bar{x} \pm s$, 分)
		男	女		
A 组	116	63	53	50 ± 9	29 ± 5^a
B 组	172	96	76	51 ± 13	22 ± 9
C 组	212	116	96	53 ± 12	24 ± 4^c
F 值/ χ^2 值		0.075		2.668	44.882
P 值		0.963		0.070	0.000

注: 与 B 组比较, a, $P=0.000$; 与 C 组比较, b, $P=0.000$; 与 B 组比较, c, $P=0.001$

2.2 不同 SBP 水平组患者无创 SBP 值与有创 SBP 值一致性分析

见表 2、3, 图 1~6。以有创 SBP 与无创 SBP 检测值的均值做横坐标, 以有创 SBP 与无创 SBP 检测值的差值 (D) 做纵坐标, 患者的血压检测值在坐标系中以点的形式表示, 做直线 $Y=D \pm 1.96 \cdot S$ 划定一致性上限和下限, 分别绘制不同 SBP 水平组患者 Bland-Altman 分析图。结果显示, A 组患者有创 SBP 值与无创 SBP 值间差值平均水平为 -2.9 mmHg (左肱动

脉)及-5.6 mmHg(右肱动脉),B 组为 4.5 mmHg 及 1.9 mmHg, C 组达 20.0 mmHg 及 17.3 mmHg。数据显示,伴随 SBP 水平的升高,两者间差值平均水平逐渐上升至 0 位点以上。此外, A 组患者超一致性上限、下限范围发生率为 0.0%、3.4%(左肱动脉)及 0.0%、4.3%(右肱动脉),B 组为 1.7%、3.5%(左肱动脉)及 1.7%、2.3%(右肱动脉),C 组达 2.0%、0.0%(左肱动脉)及 2.0%、0.0%(右肱动脉)。

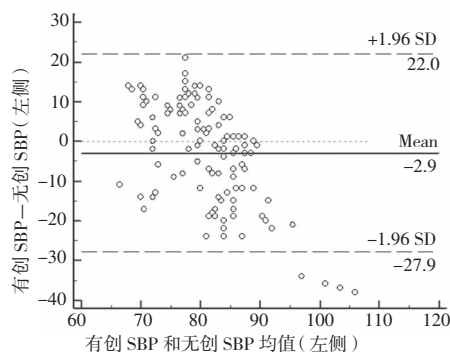


图 1 无创 SBP 值与有创 SBP 值 Bland-Altman 分析图
(A 组,左肱动脉)

Fig.1 Bland-Altman analysis between non-invasive and invasive SBP (group A, left brachial artery)

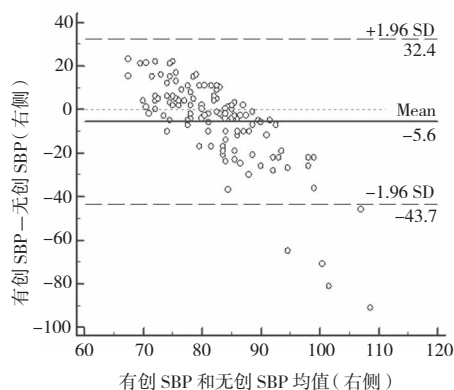


图 2 无创 SBP 值与有创 SBP 值 Bland-Altman 分析图
(A 组,右肱动脉)

Fig.2 Bland-Altman analysis between non-invasive and invasive SBP (group A, right brachial artery)

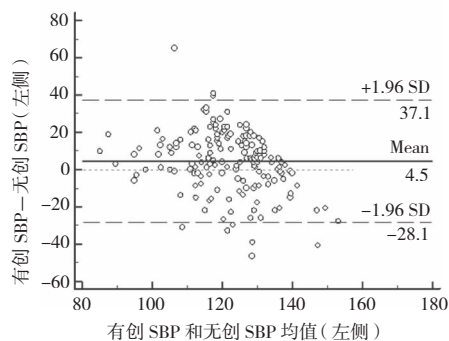


图 3 无创 SBP 值与有创 SBP 值 Bland-Altman 分析图
(B 组,左肱动脉)

Fig.3 Bland-Altman analysis between non-invasive and invasive SBP (group B, left brachial artery)

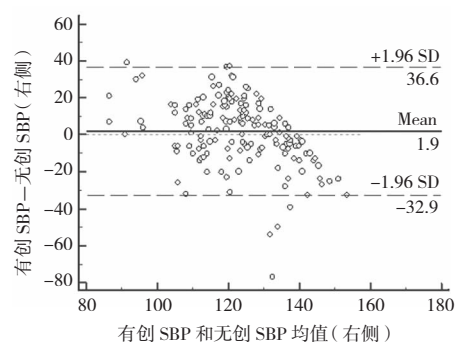


图 4 无创 SBP 值与有创 SBP 值 Bland-Altman 分析图
(B 组,右肱动脉)

Fig.4 Bland-Altman analysis between non-invasive and invasive SBP (group B, right brachial artery)

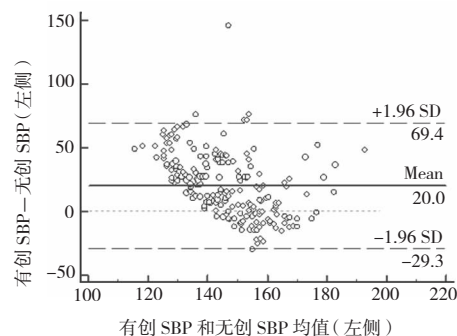


图 5 无创 SBP 值与有创 SBP 值 Bland-Altman 分析图
(C 组,左肱动脉)

Fig.5 Bland-Altman analysis between non-invasive and invasive SBP (group C, left brachial artery)

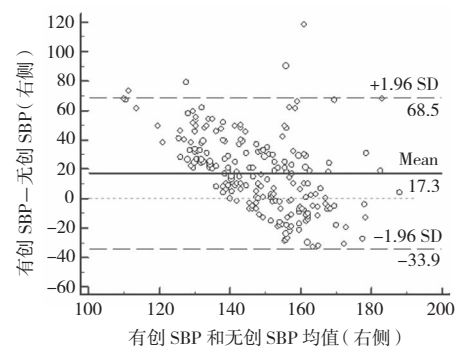


图 6 无创 SBP 值与有创 SBP 值 Bland-Altman 分析图
(C 组,右肱动脉)

Fig.6 Bland-Altman analysis between non-invasive and invasive SBP (group C, right brachial artery)

2.3 不同 SBP 水平组患者无创舒张压(diastolic blood pressure, DBP)值与有创 DBP 值一致性分析

见表 4、5,图 7~12。以有创 DBP 与无创 DBP 检测值的均值做横坐标,以有创 DBP 与无创 DBP 检测值的差值(D)做纵坐标,绘制不同 SBP 水平组患者 Bland-Altman 分析图。结果显示,A 组患者有创 DBP 值与无创 DBP 值间差值平均水

平为-3.5 mmHg(左肱动脉)及-5.8 mmHg(右肱动脉),B 组为-3.2 mmHg 及-3.5 mmHg,C 组达 0.3 mmHg 及 1.2 mmHg。数据显示,伴随 SBP 水平的升高,两者间差值平均水平逐渐上升至 0 位点以上。此外,A 组患者超一致性上限、下限范围发生率为 6.0%、1.7%(左肱动脉)及 3.4%、2.6%(右肱动脉),B 组为 1.2%、2.9%(左肱动脉)及 1.7%、3.5%(右肱动脉),C 组达 2.4%、4.2%(左肱动脉)及 3.3%、2.8%(右肱动脉)。

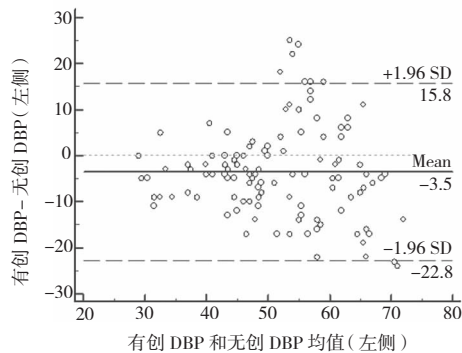


图 7 无创 DBP 值与有创 DBP 值 Bland-Altman 分析图
(A 组,左肱动脉)

Fig.7 Bland-Altman analysis between non-invasive and invasive DBP (group A, left brachial artery)

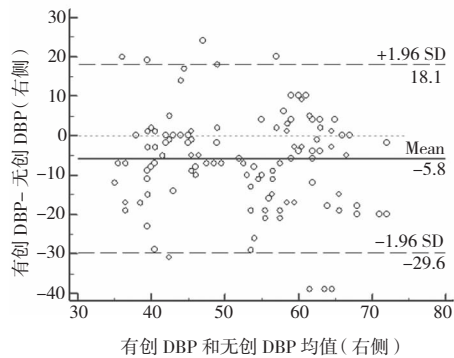


图 8 无创 DBP 值与有创 DBP 值 Bland-Altman 分析图
(A 组,右肱动脉)

Fig.8 Bland-Altman analysis between non-invasive and invasive DBP (group A, right brachial artery)

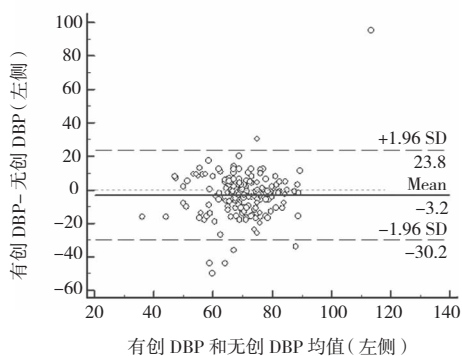


图 9 无创 DBP 值与有创 DBP 值 Bland-Altman 分析图
(B 组,左肱动脉)

Fig.9 Bland-Altman analysis between non-invasive and invasive DBP (group B, left brachial artery)

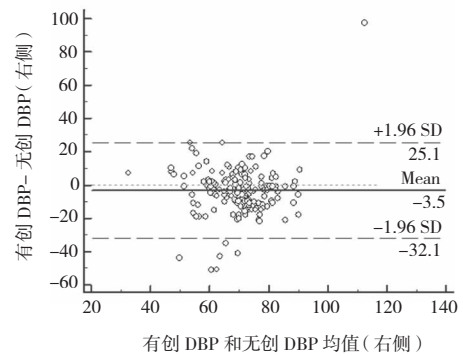


图 10 无创 DBP 值与有创 DBP 值 Bland-Altman 分析图
(B 组,右肱动脉)

Fig.10 Bland-Altman analysis between non-invasive and invasive DBP (group B, right brachial artery)

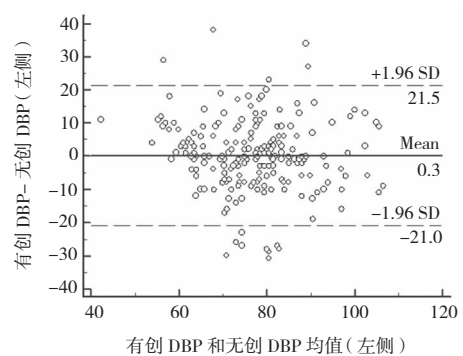


图 11 无创 DBP 值与有创 DBP 值 Bland-Altman 分析图
(C 组,左肱动脉)

Fig.11 Bland-Altman analysis between non-invasive and invasive DBP (group C, left brachial artery)

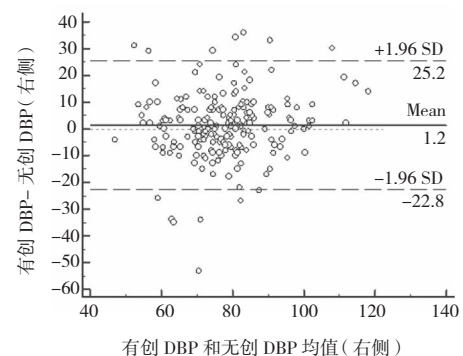


图 12 无创 DBP 值与有创 DBP 值 Bland-Altman 分析图
(C 组,右肱动脉)

Fig.12 Bland-Altman analysis between non-invasive and invasive DBP (group C, right brachial artery)

2.4 不同 SBP 水平组患者 IBP 值与 NIBP 值的相关分析

见表 6。A 组患者无创 SBP 与有创 SBP 间 r_s 为 0.105~0.108, B 组达 0.417~0.444, 而 C 组降至 0.144~0.166。DBP 间比较, A 组为 0.409~0.427, B 组 0.598~0.617, C 组 0.546~0.596。数据显示, SBP<90 mmHg 组或 ≥ 140 mmHg 组患者无创 SBP 与有创 SBP 间 r_s 呈降低趋势。

表 2 不同 SBP 水平组危重症患者无创 SBP 值 (左肱动脉) 与有创 SBP 值的 Bland-Altman 分析

Tab.2 Bland-Altman analysis between non-invasive SBP (left brachial artery) and invasive SBP of different SBP groups

组别	例数 (<i>n</i>)	有创 SBP-无创 SBP 值差值 (mmHg)	一致性下限 (D-1.96S, mmHg)	一致性上限 (D+1.96S, mmHg)	超上限范围数 (%, <i>n</i>)	超下限范围数 (%, <i>n</i>)
A组	116	-5.6	-43.7	32.4	0.0 (0)	4.3 (5)
B组	172	1.9	-32.9	36.6	1.7 (3)	2.3 (4)
C组	212	17.3	-33.9	68.5	2.0 (4)	0.0 (0)

表 3 不同 SBP 水平组危重症患者无创 SBP 值 (右肱动脉) 与有创 SBP 值的 Bland-Altman 分析

Tab.3 Bland-Altman analysis between non-invasive SBP (right brachial artery) and invasive SBP of different SBP groups

组别	例数 (<i>n</i>)	有创 SBP-无创 SBP 值差值 (mmHg)	一致性下限 (D-1.96S, mmHg)	一致性上限 (D+1.96S, mmHg)	超上限范围数 (%, <i>n</i>)	超下限范围数 (%, <i>n</i>)
A组	116	-2.9	-27.9	22.0	0.0 (0)	3.4 (4)
B组	172	4.5	-28.1	37.1	1.7 (3)	3.5 (6)
C组	212	20.0	-29.3	69.4	2.0 (4)	0.0 (0)

表 4 不同 SBP 水平组危重症患者无创 DBP 值 (左肱动脉) 与有创 DBP 值的 Bland-Altman 分析

Tab.4 Bland-Altman analysis between non-invasive DBP (left brachial artery) and invasive DBP of different SBP groups

组别	例数 (<i>n</i>)	有创 SBP-无创 SBP 值差值 (mmHg)	一致性下限 (D-1.96S, mmHg)	一致性上限 (D+1.96S, mmHg)	超上限范围数 (%, <i>n</i>)	超下限范围数 (%, <i>n</i>)
A组	116	-3.5	-22.8	15.8	6.0 (7)	1.7 (2)
B组	172	-3.2	-30.2	23.8	1.2 (2)	2.9 (5)
C组	212	0.3	-21.0	21.5	2.4 (5)	4.2 (9)

表 5 不同 SBP 水平组危重症患者无创 DBP 值 (右肱动脉) 与有创 DBP 值的 Bland-Altman 分析

Tab.5 Bland-Altman analysis between non-invasive DBP (right brachial artery) and invasive DBP of different SBP groups

组别	例数 (<i>n</i>)	有创 SBP-无创 SBP 值差值 (mmHg)	一致性下限 (D-1.96S, mmHg)	一致性上限 (D+1.96S, mmHg)	超上限范围数 (%, <i>n</i>)	超下限范围数 (%, <i>n</i>)
A组	116	-5.8	-29.6	18.1	3.4 (4)	2.6 (3)
B组	172	-3.5	-32.1	25.1	1.7 (3)	3.5 (6)
C组	212	1.2	-22.8	25.2	3.3 (7)	2.8 (6)

表 6 不同 SBP 水平组危重症患者 IBP 与 NIBP 值的相关性

Tab.6 Correlation analysis between IBP and NIBP of different SBP groups

组别	左肱动脉 NIBP 与 IBP 的 r_s 值 ^a		右肱动脉 NIBP 与 IBP 的 r_s 值 ^a	
	SBP	DBP	SBP	DBP
A 组	0.105 (<i>P</i> =0.044)	0.427 (<i>P</i> =0.038)	0.108 (<i>P</i> =0.044)	0.409 (<i>P</i> =0.029)
B 组	0.444 (<i>P</i> =0.022)	0.617 (<i>P</i> =0.027)	0.417 (<i>P</i> =0.013)	0.598 (<i>P</i> =0.017)
C 组	0.166 (<i>P</i> =0.042)	0.596 (<i>P</i> =0.034)	0.144 (<i>P</i> =0.041)	0.546 (<i>P</i> =0.033)

注: a, *P*<0.05

3 讨 论

血压是患者床旁主要的监测指标之一。NIBP 作为传统的血压测量手段,具有便捷、安全等优点,但易受临床多种因素干扰而影响检测的准确性^[1]。IBP 通过经动脉穿刺置管后直接测量动脉腔内压力变化,直接、持续、动态地反映患者的真实血压情况,是临床公认的血压测量“金标准”^[2],但随着对有创性、致外周动脉闭塞、穿刺部位血肿等缺点的日益重视,其应用受到限制。重症患者由于存在血流

动力学不稳定、外周组织灌注不足等病理生理变化,临床多需接受机械通气及血管活性药物等治疗,故了解该群体不同病理状态下 IBP 与 NIBP 间的一致性及相关性,具有实际的临床意义。

已有研究表明,重症患者群体 IBP 与 NIBP 间的差异仍有争议。Manios 等^[3]对 51 例脑血管意外患者按 SBP 水平分为重度 (≥ 180 mmHg)、中度 (160~180 mmHg) 及轻度 (<160 mmHg) 3 组,结果显示与有创 SBP 相比,3 组患者无创 SBP 分别降低 19.8、8.5、5.9 mmHg,平均血压水平越高,无创 SBP 与有

创 SBP 间差异越显著。而李宙等^[4]对 63 例老年重症患者按 SBP 水平分组研究却发现,休克状态下(SBP<90 mmHg),患者有创 SBP 显著低于无创 SBP,有创 DBP 亦明显低于无创 DBP,与其他研究结论不同。分析认为,上述研究人群多局限于休克、高血压等人群,缺乏对监护室内不同病理状态下重症患者的全面、综合研究;研究方法也多采用配对 t 检验等,即只是通过检验 2 组数据的集中位置是否相同而得出结论,统计存在缺陷及不足^[5-6]。本研究采用 Bland-Altman 分析法对监护室内不同病理状态下重症患者 IBP 与 NIBP 间的一致性分析发现:SBP<90 mmHg 组患者,其有创 SBP 与无创 SBP 间差值平均水平均在 0 位点以下,伴随 SBP 的升高,两者间差值平均水平逐渐上升至 0 位点以上,至 SBP $\geq$ 140 mmHg 组高达 17.3~20.0 mmHg,超一致性上限、下限范围发生率也由 0.0%、3.4%~4.3%转变为 2.0%、0.0%。对 DBP 分析也发现,伴随 SBP 水平的升高,有创 DBP 与无创 DBP 间差值平均水平由 -3.5~-5.8 mmHg 逐渐上升至 0.3~1.2 mmHg。由于 Bland-Altman 分析是定量分析与定性分析的有机结合,评价一致性时同时考虑随机误差和系统误差的双重影响,故此认为低血压状态下 NIBP 监测值易高估患者实际血压水平,伴随血压的增高,至高血压状态下,逐渐转变为低估患者实际血压水平,与 Brenner 等^[7]的研究结果一致。发生机制目前考虑为:SBP<90 mmHg 组患者多处于休克状态,有效循环血容量不足,外周血管阻力增加,NIBP 测量时由于袖带充气加压,肌肉组织将血管压闭,此时压闭血管的近心端容量逐渐增多,放气时外周压强逐渐降低,积聚的血液在心脏收缩时冲过压闭的血管,引起血管外部压强增大,从而产生较高的 NIBP 值^[8]。而 SBP $\geq$ 140 mmHg 组患者,检测结果差异可能与血液流动时由于血液流速本身含有动能,当侧压的穿刺针开口对向血流时,部分转化成压强能,造成端压大于血管壁侧压,从而产生较高的 IBP 值^[9]。此外,相关性分析也发现,SBP 在 90~140 mmHg 组患者无创 SBP 与有创 SBP 间的 r_s 可达 0.417~0.444,而<90 mmHg 组或 $\geq$ 140 mmHg 组 r_s 明显降低,仅为 0.105~0.166。提示重症患者低血压及高血压状态下 IBP 与 NIBP 间相关性呈现显著下降。发生原因考虑可能与危重状态下患者动脉血管收缩或心率增快、血流速度增加,从而影响动脉压力波的反响、共振有关^[10]。

总之,对于危重症患者,尤其是血流动力学不稳定者,在条件允许情况下应进行 IBP 监测以利于及时准确地了解血压和组织灌注。规范血压监测在监护室内安全、合理、有效地使用,应引起临床医护人员的高度重视。

参 考 文 献

- [1] Bailey H, Bauer J H. A review of common errors in the indirect measurement of blood pressure[J]. Arch Intern Med, 1993, 153(24): 2741-2748.
- [2] Bur A, Herkner H, Vlcek M, et al. Factors influencing the accuracy of oscillometric blood pressure measurement in critically ill patients[J]. Crit Care Med, 2003, 31(3): 793-799.
- [3] Manios E, Vemmos K, Tsvigoulis G, et al. Comparison of noninvasive oscillometric and intra-arterial blood pressure measurements in hyperacute stroke [J]. Blood Press Monit, 2007, 12(3): 149-156.
- [4] 李宙,王首红,郭伟新,等.老年重症患者无创与有创血压测量的比较[J].中国老年学杂志,2009,29(7):1738-1739.
- Li Z, Wang S H, Guo W X, et al. The comparison between invasive and non-invasive blood pressure measurements in elderly critically ill patients[J]. Chinese Journal of Gerontology, 2009, 29(7): 1738-1739.
- [5] 李鑑冲,李晓松.两种测量方法定量测量结果的一致性评价[J].现代预防医学,2007,34(17):3263-3266.
- Li Y C, Li X S. Evaluation on different assessment methods of consistency of quantitative measurements[J]. Modern Preventive Medicine, 2007, 34(17): 3263-3266.
- [6] 萨建,刘桂芬.定量测量结果的一致性评价及 Bland-Altman 法的应用[J].中国卫生统计,2011,28(4):409-413.
- Sa J, Liu G F. Assessing the agreement of quantitative measurement data and the application of Bland-Altman method[J]. Chinese Journal of Health Statistics, 2011, 28(4): 409-413.
- [7] Brenner M, Stein D M, Hu P F, et al. Traditional systolic blood pressure targets underestimate hypotension-induced secondary brain injury [J]. J Trauma Acute Care Surg, 2012, 2(5): 1135-1139.
- [8] 宋林萍,张星火,顾秀丽,等.97 例休克病人有创血压与无创血压监测的相关性研究[J].中华护理杂志,2000,35(5):3021.
- Song L P, Zhang X H, Gu X L, et al. The correlation analysis between invasive and non-invasive blood pressure in 97 shock patients[J]. Chinese Journal of Nursing, 2000, 35(5): 3021.
- [9] 姚泰.生理学[M].5 版.北京:人民卫生出版社,2001:103-106.
- Yao T. Physiology[M]. 5th ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2001: 103-106.
- [10] 陈业群,谭学瑞.无创与有创血压的差异及无创血压准确性的影响因素[J].中华高血压杂志,2009,17(3):208-210.
- Chen Y Q, Tan X R. The differences between invasive and non-invasive blood pressure and influence factors of accuracy on non-invasive blood pressure[J]. Chinese Journal of Hypertension, 2009, 17(3): 208-210.

(责任编辑:冉明会)