

Ultrasound observation on inferior vena cava collapse for predicting hypotension after intraspinal anesthesia

XU Le¹, LU Changyin², LI Xiangyu^{1*}

(1. Department of Anesthesiology, Guangdong Hospital of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou 510105, China; 2. Department of Anesthesiology, Shenzhen Traditional Chinese Medicine Hospital, Shenzhen 518033, China)

[Abstract] **Objective** To observe the value of ultrasound observation on inferior vena cava collapse for predicting hypotension after intraspinal anesthesia. **Methods** A total of 299 patients scheduled for elective surgery under intraspinal anesthesia were included and divided into hypotension group ($n=41$) or non-hypotension group ($n=258$) according to whether hypotension occurred after anesthesia. The systolic blood pressure, diastolic blood pressure, the mean arterial pressure (MAP) and heart rate 5 min after entering the operating room (T1), 5 min (T2), 10 min (T3), 15 min (T4), 20 min (T5), 25 min (T6) and 30 min (T7) after anesthesia were recorded and compared between groups. Ultrasonic measurement values of inferior vena cava end expiratory maximal diameter (IVCe) and inferior vena cava end inspiration minimum diameter (IVCi) were recorded at T1, T3, T5 and T7, and the inferior vena cava collapse index (CI) was calculated. The correlation between CI and blood pressure was analyzed with Pearson correlation. Receiver operating characteristic (ROC) curves were drawn to calculate the area under the curve (AUC) and analyze the value of CI for predicting hypotension after intraspinal anesthesia. **Results** The incidence rate of hypotension after intraspinal anesthesia was 13.71% (41/299). The systolic blood pressure, diastolic blood pressure and MAP in hypotension group at T3 were all lower than those in non-hypotension group (all $P<0.05$). In hypotension group, the systolic blood pressure, diastolic blood pressure, MAP and heart rate at T3 were all lower than those at T1 (all $P<0.05$). In non-hypotension group, MAP and heart rate at T3 were all lower than those at T1 (both $P<0.05$). IVCe and IVCi at T1 and T3 in hypotension group were significantly lower but CI was significantly higher than those in non-hypotension group (all $P<0.05$), while IVCe and IVCi at T3 were smaller than those at T1 in hypotension group (both $P<0.05$). CI of T3 was negatively correlated with systolic blood pressure, diastolic blood pressure and MAP ($r=-0.437, -0.361, -0.315$; all $P<0.01$) in both groups. The AUC of CI for predicting hypotension after intraspinal anesthesia was 0.864. Taken 43.26% as the cut-off value, the sensitivity was 75.60%, and the specificity was 84.90%. **Conclusion** Ultrasound observation of inferior vena cava collapse had good efficacy on predicting hypotension after intraspinal anesthesia.

[Keywords] vena cava, inferior; anesthesia; hypotension; ultrasonography

DOI:10.13929/j.issn.1672-8475.2021.07.007

超声观察下腔静脉塌陷预测椎管内麻醉后低血压

徐 乐¹, 卢昌碁², 李向宇^{1*}

(1. 广东省中医院麻醉科, 广东 广州 510105; 2. 深圳市中医院麻醉科, 广东 深圳 518033)

[摘要] **目的** 评价超声观察下腔静脉塌陷预测椎管内麻醉后低血压的价值。 **方法** 纳入 299 例接受椎管内麻醉下

[第一作者] 徐乐(1987—), 女, 河南南阳人, 硕士, 医师。研究方向: 围手术期器官功能保护。E-mail: xu_le1987@163.com

[通信作者] 李向宇, 广东省中医院麻醉科, 510105。E-mail: xiangyu2402@139.com

[收稿日期] 2021-01-11 **[修回日期]** 2021-04-01

择期手术患者,根据麻醉后是否出现低血压分为低血压组($n=41$)与非低血压组($n=258$),比较 2 组进入手术室后 5 min(T1)和麻醉后 5 min(T2)、10 min(T3)、15 min(T4)、20 min(T5)、25 min(T6)及 30 min(T7)收缩压、舒张压、平均动脉压(MAP)和心率;记录 T1、T3、T5 及 T7 各时间点超声所测下腔静脉呼气末最大直径(IVCe)及吸气末最小直径(IVCi),计算下腔静脉塌陷指数(CI)。以 Pearson 相关性分析观察 CI 与血压的相关性;绘制受试者工作特征(ROC)曲线,计算曲线下面积(AUC),评价 CI 预测椎管内麻醉后出现低血压的价值。**结果** 椎管内麻醉后低血压发生率为 13.71%(41/299)。低血压组 T3 时收缩压、舒张压及 MAP 均明显低于非低血压组(P 均 <0.05)。低血压组内 T3 时低收缩压、舒张压、MAP、心率均明显低于 T1(P 均 <0.05);非低血压组 T3 时 MAP、心率均明显低于 T1(P 均 <0.05)。低血压组 T1、T3 时 IVCe 及 IVCI 均明显小于非低血压组(P 均 <0.05)、CI 均高于非低血压组(P 均 <0.05);T3 时 IVCe 及 IVCI 均明显低于 T1(P 均 <0.05),CI 则较 T1 明显升高($P<0.05$)。2 组 T3 时 CI 均与收缩压、舒张压及 MAP 呈负相关($r=-0.437$ 、 -0.361 、 -0.315 , P 均 <0.01)。CI 预测椎管内麻醉后低血压的 AUC 为 0.864,截断值取 43.26%时,敏感度为 75.60%,特异度为 84.90%。**结论** 超声测量下腔静脉 CI 预测椎管内麻醉后低血压的效能较好。

[关键词] 腔静脉,下;麻醉;低血压;超声检查

[中图分类号] R544.2; R445.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8475(2021)07-0411-05

椎管内麻醉常用于泌尿外科及骨科等外科手术,但麻醉后循环系统外周阻力降低、心排出量减少^[1],可能引起低血压,导致恶心、呕吐、头晕或意识模糊等,甚至引发心脏骤停或器官衰竭^[2-3]。椎管内麻醉后低血压发生率约为 8%~33%^[4]。超声因其无创性、动态性及可重复性等优点,在麻醉监测中发挥重要作用。下腔静脉直径及下腔静脉塌陷指数(collapsible index, CI)可预测麻醉后低血压^[5]。本研究评价超声观察下腔静脉塌陷预测椎管内麻醉后低血压的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 纳入 2018 年 1 月—10 月 299 例于广东省中医院接受椎管内麻醉下择期手术的泌尿外科和骨科患者,男 173 例,女 126 例,年龄 20~65 岁,平均(47.6±12.4)岁。纳入标准:①美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologist, ASA)分级为 I~II 级;②肝、肾功能正常;③精神及认知功能正常。排除标准:①下腔静脉解剖变异或下腔静脉阻塞综合征;②严重外周血管疾病;③呼吸窘迫或肺脏疾病;④急诊手术;⑤术前低血压;⑥无法配合接受超声检查。本研究通过院伦理委员会批准(伦理编号:Y2016-047-01)。检查前所有患者均签署知情同意书。

1.2 仪器与方法 分别于入手术室后 5 min(T1)和麻醉后 5 min(T2)、10 min(T3)、15 min(T4)、20 min(T5)、25 min(T6)及 30 min(T7)测量收缩压、舒张压、平均动脉压(mean arterial pressure, MAP)和心率。嘱患者侧卧,于 L₂₋₃ 或 L₃₋₄ 行硬膜外穿刺,以 25 号细针穿刺蛛网膜下隙,见脑脊液流出后,将 1 ml 脑脊液与 1.5 ml 1%罗哌卡因混合,于 10~15 s 内注入蛛网膜下腔;之后头向置入硬膜外导管 3 cm,嘱患者改为仰卧,每 5 min 测试麻醉阻滞平面。由 1 名具有 5

年以上经验的超声科医师采用 GE LOGIQ e 便携式超声诊断仪, S5-1 相控阵探头,频率 5 MHz,于 T1、T3、T5 及 T7 各时间点于剑突下偏右侧纵向探测下腔静脉肝后段,以 M 超模式选择距右心房 2~3 cm 处测量下腔静脉呼气末最大直径(inferior vena cava end expiratory maximal diameter, IVCe)和吸气末最小直径(inferior vena cava end inspiration minimum diameter, IVCI),测量 3 次,取平均值作为结果,CI=(IVCe-IVCI)/IVCe×100%。见图 1。

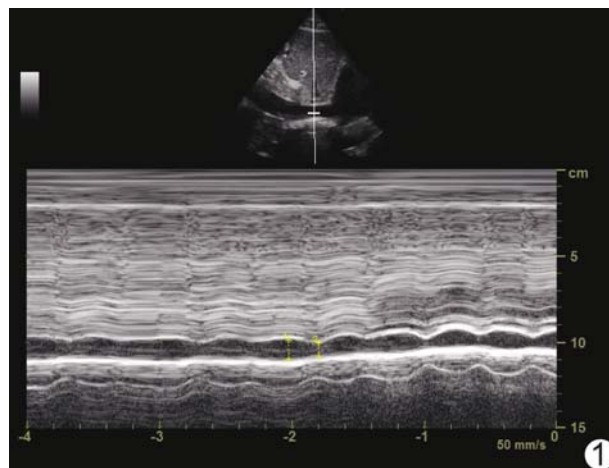


图 1 患者男,54 岁,前列腺良性增生,接受椎管内麻醉下经尿道前列腺电切术(低血压组) 超声测量下腔静脉 IVCe(虚线 1)及 IVCI(虚线 2)

1.3 诊断标准及处理 以椎管内麻醉后 30 min 内收缩压 <90 mmHg 或下降幅度超过 30%基础值(T1)为椎管内麻醉后低血压。如收缩压 <90 mmHg,予静脉注射 0.05 mg 去氧肾上腺素;若 2 min 后收缩压仍 <90 mmHg,则再次注射 0.05 mg 去氧肾上腺素,直至恢复正常。心率 <50 次/分时,静脉注射 0.5 mg 阿托

品,必要时重复给药。根据椎管内麻醉后是否低血压将患者分为低血压组($n=41$)及非低血压组($n=258$)。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 20.0 统计分析软件。以 $\bar{x} \pm s$ 表示计量资料,采用成组 t 检验比较组间年龄、体质指数(body mass index, BMI)、血压、心率及超声参数差异;以频数和百分率表示计数资料,采用 χ^2 检验比较性别、ASA 分级、高血压病史及手术类型差异。采用 Pearson 相关性分析观察 CI 与血压的相关性;绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,计算曲线下面积(area under the curve, AUC),评价 CI 预测椎管内麻醉后出现低血压的效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

299 例接受椎管内麻醉患者中,低血压发生率 13.71%(41/299)。低血压组与非低血压组性别、年龄、BMI、ASA 分级、高血压病史及手术类型间差异均无统计学意义(P 均 > 0.05),见表 1。

2.1 血压与心率 低血压组 T3 时收缩压、舒张压及 MAP 均明显低于非低血压组(P 均 < 0.05)。低血压

组内,T3 时收缩压、舒张压、MAP 及心率均明显低于 T1(P 均 < 0.05);非低血压组内 T3 时 MAP 及心率均明显低于 T1(P 均 < 0.05)。2 组 T4、T5 时收缩压及 MAP 均低于 T1(P 均 < 0.05)。见表 2。

2.2 超声参数 低血压组 T1、T3 时 IVCe 及 IVCi 均小于非低血压组(P 均 < 0.05),CI 高于非低血压组(P 均 < 0.05)。低血压组 T3 时 IVCe 及 IVCi 明显小于 T1 时(P 均 < 0.05),CI 明显高于 T1 时(P 均 < 0.05)。见表 3。

2.3 相关性分析 2 组 T3 时 CI 均与收缩压、舒张压及 MAP 呈负相关($r = -0.437$ 、 -0.361 、 -0.315 , P 均 < 0.01),见图 2。

2.4 预测效能 CI 预测椎管内麻醉后低血压的 AUC 为 0.864[95%CI(0.790,0.937)],截断值取 43.26%时,敏感度为 75.60%,特异度为 84.90%,见图 3。

3 讨论

既往研究^[6-7]关于椎管内麻醉患者低血压发生率的结果不一。贺诗元等^[6]报道,腰硬联合麻醉下经尿道前列腺电切术患者术后低血压发生率为 9.5%;OOFUVONG 等^[7]报道的椎管内麻醉下剖宫产术后低

表 1 299 例接受椎管内麻醉患者一般资料比较

组别	性别(例)		年龄(岁)	BMI(kg/m ²)	ASA 分级(例)		高血压病史(例)		手术类型(例)	
	男	女			I	II	有	无	泌尿外科	骨科
低血压组($n=41$)	22	19	49.0 $\pm$ 12.3	23.82 $\pm$ 3.31	15	26	11	30	22	19
非低血压组($n=258$)	151	107	47.4 $\pm$ 12.4	23.62 $\pm$ 2.52	113	145	46	212	136	122
t/χ^2 值	0.344		0.750	0.452	0.752		1.857		0.013	
P 值	0.558		0.454	0.652	0.386		0.173		0.910	

表 2 299 例患者椎管内麻醉前后血压及心率比较($\bar{x} \pm s$)

组别	收缩压(mmHg)	舒张压(mmHg)	MAP(mmHg)	心率(次/分)
低血压组($n=41$)				
T1	118.27 $\pm$ 7.69	72.02 $\pm$ 4.99	107.12 $\pm$ 6.50	79.63 $\pm$ 7.68
T2	119.22 $\pm$ 6.82	73.63 $\pm$ 3.88	109.32 $\pm$ 6.74	70.71 $\pm$ 6.27
T3	82.44 $\pm$ 3.38* [#]	47.71 $\pm$ 4.84* [#]	71.34 $\pm$ 7.07* [#]	60.49 $\pm$ 5.66 [#]
T4	95.15 $\pm$ 5.69 [#]	61.49 $\pm$ 5.20 [#]	84.95 $\pm$ 6.18 [#]	69.49 $\pm$ 6.03
T5	100.71 $\pm$ 5.47 [#]	68.15 $\pm$ 5.41	90.36 $\pm$ 7.32 [#]	72.88 $\pm$ 5.14
T6	106.44 $\pm$ 6.63	70.68 $\pm$ 4.66	98.17 $\pm$ 6.12	74.12 $\pm$ 6.65
T7	110.51 $\pm$ 7.07	71.02 $\pm$ 6.00	110.27 $\pm$ 7.17	77.59 $\pm$ 5.16
非低血压组($n=258$)				
T1	118.84 $\pm$ 7.86	73.46 $\pm$ 7.15	108.03 $\pm$ 9.37	77.61 $\pm$ 8.00
T2	120.57 $\pm$ 7.01	75.37 $\pm$ 8.00	112.07 $\pm$ 10.65	67.86 $\pm$ 7.00
T3	109.97 $\pm$ 9.73	69.62 $\pm$ 7.29	89.81 $\pm$ 7.48 [#]	58.95 $\pm$ 5.06 [#]
T4	97.36 $\pm$ 7.69 [#]	67.86 $\pm$ 5.84	90.42 $\pm$ 9.11 [#]	68.74 $\pm$ 6.72
T5	104.51 $\pm$ 9.20 [#]	70.41 $\pm$ 7.29	93.66 $\pm$ 8.55 [#]	70.49 $\pm$ 6.36
T6	108.43 $\pm$ 8.37	71.12 $\pm$ 6.27	97.78 $\pm$ 9.67	72.59 $\pm$ 6.62
T7	114.65 $\pm$ 6.72	72.35 $\pm$ 6.15	112.44 $\pm$ 10.24	78.94 $\pm$ 7.04

注:* :同一时间点,与非低血压组比较 $P < 0.05$;# :与同组 T1 比较, $P < 0.05$

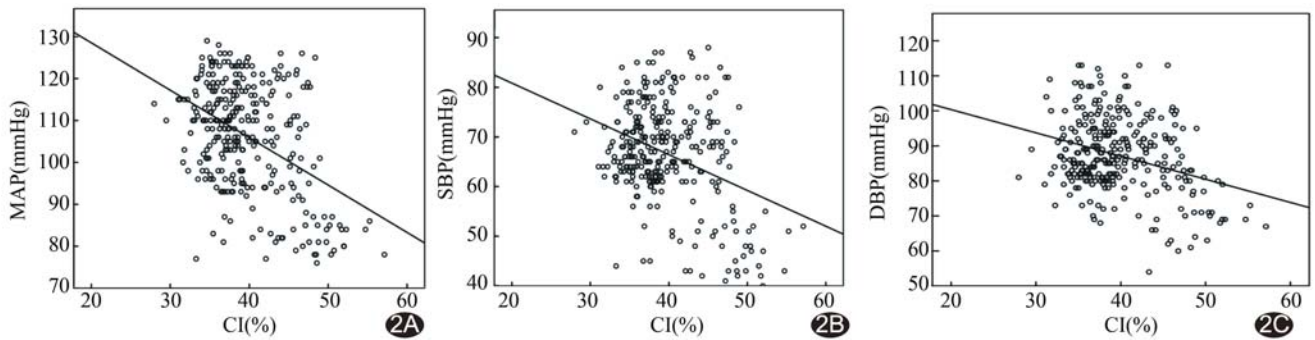


图 2 CI 与血压的相关性散点图 A. CI 与收缩压; B. CI 与舒张压; C. CI 与 MAP

表 3 299 例患者接受椎管内麻醉前后超声参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	IVCe(cm)	IVCi(cm)	CI(%)
低血压组(n=41)			
T1	1.54±0.16*	0.91±0.19*	46.60±5.59*
T3	1.36±0.10*#	0.74±0.15*#	52.38±4.14*#
T5	1.61±0.15	0.95±0.14	40.81±3.99
T7	1.68±0.15	1.06±0.12	39.23±4.58
非低血压组(n=258)			
T1	1.79±0.24	1.28±0.19	38.65±4.06
T3	1.72±0.27	1.15±0.13	40.59±3.76
T5	1.74±0.30	1.18±0.16	38.56±3.70
T7	1.81±0.34	1.33±0.18	36.96±4.17

注: *, 同一时间点, 与非低血压组比较 $P < 0.05$; #, 与同组 T1 比较, $P < 0.05$

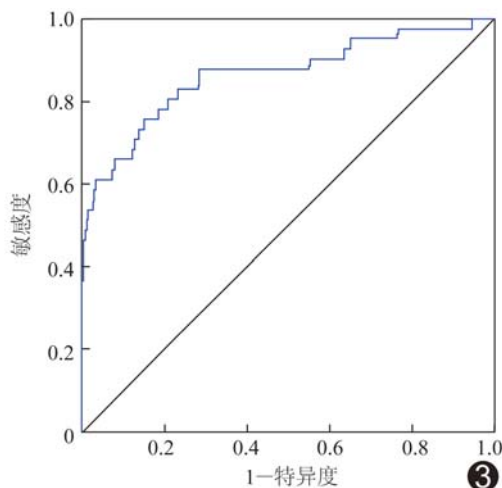


图 3 CI 预测椎管内麻醉后低血压的 ROC 曲线

血压发生率高达 80%。本组研究对象为 299 例泌尿外科和骨科患者, 接受椎管内麻醉后低血压发生率为 13.71%。分析各研究中低血压发生率差异较大的原因, 首先可能在于纳入样本不同, 如产妇产后子宫增大压迫下腔静脉, 回心血量减少, 更易出现低血压^[8]; 其次, 相比硬膜外麻醉, 椎管内麻醉具有更强的肾素-血管紧张

素-醛固酮系统抑制作用, 有助于维持血流动力学稳定, 减少低血压发生。

局麻药物注入蛛网膜下腔后阻滞交感神经, 扩张支配节段动、静脉, 减少回心血量, 可引起下腔静脉管径塌陷, 增加管径随呼吸运动变化的幅度。本研究中, 低血压组 IVCe 及 IVCi 较麻醉前减小、CI 较麻醉前升高, 提示超声测量下腔静脉直径和 CI 可反映椎管内麻醉前后机体血管容量状态变化^[9]。梁小女等^[10]采用超声观察全身麻醉联合硬膜外麻醉后下腔静脉直径, 发现麻醉前及插管 3、5 min 后 IVCe 明显减小。本研究中, 低血压组麻醉 10 min 后收缩压、舒张压及 MAP 明显低于非低血压组; 低血压组麻醉前 IVCe 及 IVCi 较小、CI 较高, 且相关性分析显示 CI 与收缩压、舒张压、MAP 均呈明显负相关, 提示 CI 与血压相关性较好, 可能成为预测椎管内麻醉后低血压的超声参数之一。

程珊珊等^[11]研究表明, 全身麻醉前, 超声测量 IVCe 和 CI 预测麻醉后低血压的 AUC 为 0.91, CI 截断值为 42% 时, 敏感度为 82.8%, 特异度为 87.1%。本研究结果与其略有差异, CI 预测椎管内麻醉后出现低血压的 AUC 为 0.864, 截断值取 43.26% 时, 敏感度为 75.60%, 特异度为 84.90%, 可能因本组纳入对象为接受椎管内麻醉患者, 麻醉方式不同, 其后血容量变化亦有所不同。

综上所述, 超声测量下腔静脉塌陷 CI 预测椎管内麻醉后低血压具有一定价值, 有利于优化容量治疗方案, 及早采取措施有效预防低血压, 保障围术期血流动力学稳定。本研究的主要局限性在于未考虑血容量、心功能及胸腔压力等对下腔静脉内径的影响, 有待完善。

[参考文献]

[1] 贺端端, 张华, 张江超, 等. 不同麻醉方案椎管内麻醉用于剖宫产

- 手术的比较研究[J]. 中国微创外科杂志, 2020, 20(1):4-9.
- [2] YIN R, ZHU Y, SU Z. Catastrophic thoracolumbar spinal massive hematoma triggered by intraspinal anesthesia puncture[J]. Medicine (Baltimore), 2019, 98(41):e17553.
- [3] KARABULUT I, KOC E, YILMAZ A H, et al. Could spinal anesthesia be a choice for retrograde intrarenal surgery [J]. Urologia, 2018, 85(4):169-173.
- [4] 杨广宇, 郑重, 祁富伟, 等. 超声检测下腔静脉参数在评估椎管内麻醉围术期容量状态中的临床意义[J]. 中国医师杂志, 2018, 20(11):1704-1707.
- [5] ZHANG J, CRITCHLEY L A. Inferior vena cava ultrasonography before general anesthesia can predict hypotension after induction[J]. Anesthesiology, 2016, 124(3):580-589.
- [6] 贺诗元, 吴秀英. 腰硬联合麻醉下经尿道前列腺电切术患者术后低血压的危险因素分析[J]. 中国医科大学学报, 2019, 48(11):995-998.
- [7] OOFUVONG M, KUNAPASAL T, KARNJANAWANICHKUL O, et al. Minimal effective weight-based dosing of ondansetron to reduce hypotension in cesarean section under spinal anesthesia: A randomized controlled superiority trial[J]. BMC Anesthesiol, 2018, 18(1):105-111.
- [8] 封英, 陈新忠. 血管升压药防治剖宫产蛛网膜下腔麻醉后低血压的研究进展[J]. 中华麻醉学杂志, 2019, 39(4):397-400.
- [9] 刘少中, 刘晓真, 叶木奇, 等. 右心声学造影在静脉-静脉体外膜肺氧合插管中的应用[J]. 中国医学影像技术, 2020, 36(5):754-757.
- [10] 梁小女, 张建友, 孙建宏, 等. 下腔静脉内径在全麻联合硬膜外麻醉诱导期容量评估中的价值[J]. 中国医师杂志, 2019, 21(7):1056-1059.
- [11] 程珊珊, 杨阳, 梁小女, 等. 超声测量下腔静脉对全麻诱导所致低血压的预测效果[J]. 宁夏医科大学学报, 2020, 42(1):39-42.

《中国介入影像与治疗学》投稿要求(二)

11 摘要 研究论著和综述性论文均须附中、英文摘要, 英文在前, 中文在后; 经验交流和短篇报道不设摘要。摘要应以第三人称撰写, 不宜超过 350 个汉字, 不宜使用“我们”、“作者”等词作为主语。研究论著类论文的摘要应按结构式摘要的特征撰写, 包括目的 (Objective)、方法 (Methods)、结果 (Results)、结论 (Conclusion) 四项。综述性论文的摘要应按指示性摘要的特征撰写, 简要叙述文章内容, 无须按“四项式”编写。摘要应具有独立性和自明性, 并且拥有与文献同等量的主要信息, 在有限的字数内向读者提供尽可能多的定性或定量的信息, 充分反映该研究的创新之处。英文摘要在 300 个实词左右, 内容和形式要求与中文摘要基本对应。

12 关键词 中文关键词应以《医学主题词注释字顺表(2002 年版)》为准, 以标引能表达全文主题概念的叙词 2~5 个, 尽量少用自由词。英文关键词应与中文对应, 以《医学主题词注释字顺表(2002 年版)》及《Mesh》内所列的主题词为准, 每个英文关键词第一个词的首字母大写, 各关键词之间用分号隔开。

13 正文标题层次 如: 1 资料与方法(或材料与方法), 1.1 资料(或材料), 1.2 方法, 2 结果, 3 讨论, 一般不超过三级标题, 文内连序号为圈码, 如①、②、③……表示。

14 医学名词 应注意规范、标准、前后统一, 尽量少用缩略语, 原词过长且在文中多次出现(2 次以上)者, 可于括号内写出全称并加注简称, 以后用简称。医学名词术语, 以全国科学技术名词审定委员会审定公布的医学名词为准。

15 计量单位 采用国际单位制并严格执行国家标准 GB 3100~3201《量和单位》的规定, 使用法定计量单位, 不再使用 N(当量浓度)、M(克分子浓度)、百分比浓度[% (V/V)、%(m/m)]等已废除的非标准计量单位和符号。

16 统计学符号 以国家标准 GB/T 3358.1-1993《统计学名词及符号》为准, 样本算术平均数用英文小写斜体 $\bar{x}$; 标准差用英文小写斜体 s ; t 检验用英文小写 t ; F 检验用英文大写 F ; 卡方检验用希腊斜体 χ^2 ; 相关系数用英文小写斜体 r ; 自由度用希腊斜体 γ ; 概率用英文大写斜体 P ; 样本数用英文小写斜体 n 。

17 统计学方法 需注明使用的统计学软件名称和版本, 以及所使用的统计学方法。率的计算保留小数点后两位, 年龄需要提供 $\bar{x}$ 或者中位年龄, 保留小数点后一位。

18 图片 研究论著类论文和短篇报道均需附有相应患者的影像学资料, 图片分辨率应在 300 dpi 以上, JPG/JPEG 格式, 有良好的清晰度和对比度, 最好是医院图像工作站中直接提取的图像。每图下面应标有图序号、图题、图说(解释图片内容的文字), 文中应有图位。图中箭示或文字应有说明, 病理图应注明染色方法及放大倍数。