

CO₂ 气腹对老年腹腔镜手术患者血气及心肌损伤标志物水平的影响

王倩¹ 杜津² 杜煜迪³ 谢克亮⁴

天津医科大学总医院¹ 检验中心,² 麻醉科,⁴ 重症医学科,天津 300052;³ 承德医学院中医学院,河北承德 067000

通信作者: 谢克亮, Email: mzk2011@126.com

【摘要】 目的 探讨 CO₂ 气腹对老年患者血气及心肌功能的影响,评价腹腔镜手术在老年患者中应用的安全性。**方法** 选取在天津医科大学总医院行腹部外科手术的 106 例年龄≥60 岁的老年患者作为研究对象,55 例择期行腹腔镜手术者为观察组,51 例择期行非腹腔镜手术者为对照组。于手术前和手术开始后 3 h 采血,分别检测动脉血气和静脉血肌酸激酶(CK)、肌酸激酶同工酶(CK-MB)、高敏肌钙蛋白 T(hs-TnT)和 N 末端脑钠肽前体(NT-proBNP)水平。**结果** ① 血气参数:与手术前比较,观察组 pH 显著降低(7.32 ± 0.07 比 7.40 ± 0.07 , $P < 0.05$),动脉血氧分压(PaO₂)、动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)和碳酸氢根(HCO₃⁻)均显著升高[PaO₂(mmHg, 1 mmHg≈0.133 kPa): 230.13 ± 24.54 比 93.24 ± 9.21 , PaCO₂(mmHg): 48.85 ± 8.50 比 40.70 ± 8.16 , HCO₃⁻(mmol/L): 33.00 ± 5.85 比 26.00 ± 5.26 , 均 $P < 0.05$],对照组仅 PaO₂ 显著升高(mmHg: 227.44 ± 26.60 比 92.13 ± 7.90 , $P < 0.05$);手术开始 3 h 观察组比对照组 pH 显著降低、PaCO₂ 显著升高[pH: 7.32 ± 0.07 比 7.39 ± 0.06 , PaCO₂(mmHg): 48.85 ± 8.50 比 42.55 ± 6.53 , 均 $P < 0.05$],HCO₃⁻ 升高(mmol/L: 33.00 ± 5.85 比 30.27 ± 5.17 , $P < 0.05$)。② 心肌损伤标志物:与手术前时比较,手术开始 3 h 观察组 CK、CK-MB 和 hs-TnT 均显著升高[CK(U/L): 76.36 ± 24.30 比 59.62 ± 19.46 , CK-MB(U/L): 33.24 ± 10.94 比 23.60 ± 9.46 , hs-TnT(μg/L): 0.047 ± 0.036 比 0.030 ± 0.025 , 均 $P < 0.05$],对照组仅 CK 显著升高(U/L: 104.69 ± 34.49 比 62.67 ± 19.72 , $P < 0.05$);手术开始 3 h 时观察组比对照组 CK-MB 和 hs-TnT 显著升高[CK-MB(U/L): 33.24 ± 10.94 比 24.25 ± 7.78 , hs-TnT(μg/L): 0.047 ± 0.036 比 0.039 ± 0.032 , $P < 0.05$],CK 显著降低(U/L: 76.36 ± 24.30 比 104.69 ± 34.49 , $P < 0.05$),但心肌损伤标志物水平的增加尚在正常参考值范围内。**结论** 腹腔镜手术中 CO₂ 人工气腹对老年患者的呼吸和心脏功能造成一定的影响。连续监测患者血气指标和心肌酶水平,有助于早期发现和判断患者的酸碱失衡及心肌受损程度。

【关键词】 腹腔镜手术; CO₂ 气腹; 血气分析; 心肌酶谱

基金项目: 天津市科技项目重点研发计划(18YFZCSY00560)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2022.05.015

Effect of CO₂ pneumoperitoneum on blood gas parameters and levels of myocardial injury markers in elderly patients undergoing laparoscopic surgery

Wang Qian¹, Du Jin², Du Yudi³, Xie Kelian⁴

¹Department of Clinical Laboratory, ²Department of Anesthesia, ⁴Department of Critical Care Medicine, Tianjin Medical University General Hospital, Tianjin 300052, China; ³Traditional Chinese Medicine Institute of Chengde Medical College, Chengde 067000, HeiBei, China

Corresponding author: Xie Kelian, Email: mzk2011@126.com

【Abstract】 Objective To explore the effect of CO₂ pneumoperitoneum on blood gas parameters and myocardial function, and evaluate the safety of laparoscopic surgery in elderly patients. **Methods** A total of 106 elderly patients aged ≥60 years who received abdominal surgery in Tianjin Medical University General Hospital were enrolled. Fifty-five patients undergoing laparoscopic surgery were categorized as the observation group, and 51 patients undergoing non-laparoscopic surgery were divided into the control group. Blood samples were taken before and 3 hours after the surgery, the arterial blood gas and the levels of creatine kinase (CK), creatine kinase isoenzyme MB (CK-MB), high-sensitivity troponin T (hs-TnT) and N-terminal brain natriuretic peptide precursor (NT-proBNP) were tested. **Results** ① Blood gas parameters: in the observation group, compared with those before the surgery, pH values was significantly lower (7.32 ± 0.07 vs. 7.40 ± 0.07 , $P < 0.05$), arterial partial pressure of oxygen (PaO₂), arterial partial pressure of carbon dioxide (PaCO₂) and HCO₃⁻ were significantly higher [PaO₂ (mmHg, 1 mmHg≈0.133 kPa): 230.13 ± 24.54 vs. 93.24 ± 9.21 , PaCO₂ (mmHg): 48.85 ± 8.50 vs. 40.70 ± 8.16 , HCO₃⁻ (mmol/L): 33.00 ± 5.85 vs. 26.00 ± 5.26 , all $P < 0.05$] at 3 hours after the surgery. However, only PaO₂ was significantly higher (mmHg: 227.44 ± 26.60 vs. 92.13 ± 7.90 , $P < 0.05$) in the control group. At 3 hours after the surgery, in the observation group, pH value was lower and PaCO₂ were significantly higher than those in the control group [pH: 7.32 ± 0.07 vs. 7.39 ± 0.06 , PaCO₂ (mmHg): 48.85 ± 8.50 vs. 42.55 ± 6.53 , both $P < 0.05$], and HCO₃⁻ was higher (mmol/L: 33.00 ± 5.85 vs. 30.27 ± 5.17 , $P < 0.05$) in the observation group than that in the control group. ② Myocardial injury markers: CK, CM-MB and hs-TnT were significantly increased in the observation group 3 hours after the surgery compared with those before the surgery [CK (U/L): 76.36 ± 24.30 vs. 59.62 ± 19.46 , CK-MB (U/L): 33.24 ± 10.94 vs. 23.60 ± 9.46 , hs-TnT

($\mu\text{g/L}$): 0.047 ± 0.036 vs. 0.030 ± 0.025 , all $P < 0.05$], while the level of CK was significantly higher (U/L: 104.69 ± 34.49 vs. 62.67 ± 19.72 , $P < 0.05$) in the control group. The levels of CK-MB and hs-TnT were significantly higher [CK-MB (U/L): 33.24 ± 10.94 vs. 24.25 ± 7.78 ; hs-TnT ($\mu\text{g/L}$): 0.047 ± 0.036 vs. 0.039 ± 0.032 , both $P < 0.05$], while CK was significantly lower (U/L: 76.36 ± 24.30 vs. 104.69 ± 34.49 , $P < 0.05$) in the observation group than that in the control group 3 hours after the surgery. However, the increase in the levels of myocardial injury markers were still within the normal range. **Conclusions** CO_2 pneumoperitoneum has an influence on blood gas parameters and myocardial function in elderly patients who underwent laparoscopic surgery. Continuous monitoring of those parameters will contribute to the early detection and evaluation of the extent acid-base imbalance and the degree of myocardial damage.

【Key words】 Laparoscopic surgery; Carbon dioxide pneumoperitoneum; Blood gas analysis; Myocardial enzymogram

Fund program: Tianjin Key Research and Development Program of Science and Technology Projects (18YFZCSY00560)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2022.05.015

传统的开放性手术造成的手术创伤较大,不利于术后恢复,出血量多且容易诱发感染,术后常引起并发症。腹腔镜手术具有创伤小、疼痛轻、出血量少、并发症少及术后恢复快等优势,所以在老年患者腹部外科手术中广泛应用。腹腔镜手术期间常需要建立 CO_2 人工气腹以形成必要的手术空间,因 CO_2 气体在血液中具有高度可溶性,易在体内积蓄从而导致高碳酸血症,影响呼吸循环系统。老年患者由于衰老器官功能衰退,机体对外界刺激和内环境发生改变时的反应、调节和适应能力均减弱,器官的储备和代偿功能也减退,围术期心肌受损与术后高病死率相关^[1]。因此心肌功能的保护,是保障老年患者腹腔镜手术围术期安全的重要措施。既往研究显示,腹腔镜手术中 CO_2 气腹可改变患者心肌酶谱^[2-3],但气腹所致高碳酸血症对老年患者心肌功能影响的研究数据较少。本研究分析老年患者行腹腔镜手术时血气参数、心肌酶的变化,评价腹腔镜手术在老年患者中应用的安全性。

1 资料与方法

1.1 研究对象: 选取天津医科大学总医院 2017 年 11 月至 2018 年 4 月及 2020 年 3 月至 6 月收治的 106 例年龄 ≥ 60 岁择期行腹腔镜手术和非腹腔镜手术的老年患者作为研究对象。其中 55 例行腹腔镜手术者为观察组,51 例行非腹腔镜手术者为对照组。两组患者均无严重呼吸系统和心血管系统疾病,心肌功能和手术前心电图检查正常。本研究符合医学伦理学标准,已通过天津医科大学总医院医学伦理委员会批准(审批号 IRB2022-WZ-158)。

1.2 观察指标和方法: 于术前和手术开始 3 h 用含有肝素抗凝剂的动脉血样采集注射器采集患者桡动脉血 2 mL,采用电极法行动脉血血气分析。同时使用肝素抗凝真空采血管采集患者非输液侧肘静脉血 2 mL,采用全自动生化分析仪和化学发光免疫分

析仪检测血肌酸激酶(creatine kinase, CK)、肌酸激酶同工酶(creatine kinase isoenzyme MB, CK-MB)、高敏肌钙蛋白 T(high-sensitivity Troponin T, hs-TnT)和 N 末端脑钠肽前体(N-terminal brain natriuretic peptide precursor, NT-proBNP)水平。

1.3 统计学方法: 采用 SPSS 16.0 统计软件对研究分析数据,其中符合正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用 t 检验;计数资料以例(%)表示,采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 代表差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组基线资料比较(表 1): 两组患者性别、年龄、身高及体质量比较差异均无统计学意义($P > 0.05$),有可比性。

组别	例数 (例)	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	身高 (cm, $\bar{x} \pm s$)	体质量 (kg, $\bar{x} \pm s$)
		男性	女性			
观察组	55	26	29	67.7 ± 4.6	163.8 ± 9.5	64.1 ± 10.0
对照组	51	25	26	66.4 ± 4.9	164.6 ± 8.1	65.9 ± 8.3

2.2 两组血气分析参数比较(表 2): 手术前两组各血气分析参数水平差异无统计学意义(均 $P > 0.05$);与手术前比较,手术开始 3 h 观察组 pH 值显著降低,动脉血氧分压(arterial partial pressure of oxygen, PaO_2)、动脉血二氧化碳分压(arterial partial pressure of carbon dioxide, PaCO_2)和碳酸氢根(HCO_3^-)水平均显著升高(均 $P < 0.05$),对照组仅 PaO_2 显著升高($P < 0.05$),其余血气分析参数水平均无变化(均 $P > 0.05$);手术开始 3 h 观察组 pH 显著低于对照组, PaCO_2 和 HCO_3^- 水平显著高于对照组(均 $P < 0.05$)。

2.3 两组心肌损伤标志物比较(表 2): 手术前两组心肌酶各指标水平差异无统计学意义(均 $P > 0.05$);与手术前比较,手术开始 3 h 观察组 CK、CK-MB、和 hs-TnT 水平均显著升高,对照组仅 CK 水平显著升高(均 $P < 0.05$),其余心肌酶指标水平则无明显

表 2 两组患者各时间点动脉血气参数和静脉血心肌标志物水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数 (例)	pH		PaO ₂ (mmHg)		PaCO ₂ (mmHg)		HCO ₃ ⁻ (mmol/L)	
		手术前	手术开始 3 h	手术前	手术开始 3 h	手术前	手术开始 3 h	手术前	手术开始 3 h
观察组	55	7.40 ± 0.07	7.32 ± 0.07 ^{ab}	93.24 ± 9.21	230.13 ± 24.54 ^a	40.70 ± 8.16	48.85 ± 8.50 ^{ab}	26.00 ± 5.26	33.00 ± 5.85 ^{ab}
对照组	51	7.42 ± 0.08	7.39 ± 0.06	92.13 ± 7.90	227.44 ± 26.60 ^a	41.07 ± 10.31	42.55 ± 6.53	27.03 ± 7.57	30.27 ± 5.17
组别	例数 (例)	CK (U/L)		CK-MB (U/L)		hs-TnT (μg/L)		NT-proBNP (ng/L)	
		手术前	手术开始 3 h	手术前	手术开始 3 h	手术前	手术开始 3 h	手术前	手术开始 3 h
观察组	55	59.62 ± 19.46	76.36 ± 24.30 ^{ab}	23.60 ± 9.46	33.24 ± 10.94 ^{ab}	0.030 ± 0.025	0.047 ± 0.036 ^{ab}	61.90 ± 22.02	64.43 ± 20.22
对照组	51	62.67 ± 19.72	104.69 ± 34.49 ^a	23.12 ± 7.51	24.25 ± 7.78	0.034 ± 0.027	0.039 ± 0.032	67.54 ± 27.05	70.78 ± 23.88

注: 1 mmHg ≈ 0.133 kPa; 与手术前相比, ^a $P < 0.05$; 与对照组相比, ^b $P < 0.05$

变化(均 $P > 0.05$); 手术开始 3 h 观察组 CK 显著低于对照组, CK-MB 和 hs-TnT 水平均显著高于对照组(均 $P < 0.05$); 两组 NT-proBNP 比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。

3 讨论

CO₂ 气腹可造成患者腹腔压力增大, 限制了膈肌和呼吸运动, 可能对患者呼吸功能造成影响, 引起机体酸碱平衡紊乱。虽然依靠体内的酸碱调节缓冲系统, 在一定程度内可以代偿 CO₂ 气腹所致的高碳酸血症, 但腹腔镜手术气腹对酸碱平衡的影响应当得到持续监测, 以保证血流动力学指标在安全范围之内。本研究中观察组手术开始 3 h 时 PaO₂、PaCO₂ 和 HCO₃⁻ 水平均较手术前明显升高, pH 值显著降低, 说明 CO₂ 气体能够经腹膜进入机体在体内蓄积; 且 CO₂ 气体充入腹腔后可造成腹腔内压力增高, 使膈肌上抬, 呼吸运动受到限制, CO₂ 气体排出不畅, 在体内滞留, 故机体出现高碳酸血症和呼吸性酸中毒。郭智星等^[4]观察了全麻下妇科肿瘤腹腔镜手术患者血气水平的变化, 发现气腹后 20 min, 患者 PaCO₂ 水平明显升高, pH 值显著降低, HCO₃⁻ 水平无明显变化, 与本研究结果不完全一致。这可能与机体代偿能力的强弱和气腹时间长短有关。本研究观察的是患者手术开始 3 h 后血气参数的改变, 气腹时间较长, CO₂ 在体内大量蓄积, 易造成高碳酸血症, 进而引起 PaCO₂ 和 HCO₃⁻ 水平的显著增高, 而 PaO₂ 水平升高是与手术过程中给患者吸高浓度氧有关。

机体是否出现持续高碳酸血症以及一系列酸碱平衡变化取决于气腹压的高低、持续时间、机械通气情况及机体的自身代偿能力。故在腹腔镜手术中, 正常人体生理代偿机制一般足以抵抗高碳酸血症及气腹对呼吸功能的影响。Yavus 等^[5]研究表明, 冠状动脉(冠脉)血流量相对不受气腹的直接影响, 说明合理的气腹压对一般健康机体心功能的

影响是短暂的、可以耐受的。但是对原有呼吸功能不全的患者, 建立气腹后, 易产生 CO₂ 潴留、高碳酸血症及酸中毒, 加重原有的呼吸功能障碍。研究表明, 老年合并急性呼吸窘迫综合征(adult respiratory distress syndrome, ARDS)死亡患者以呼吸衰竭为主; 而中青年 ARDS 死亡患者以多器官功能障碍综合征(multiple organ dysfunction syndrome, MODS)、循环衰竭等其他原因为主^[6]。高碳酸血症在不依赖酸性环境下, 还可以抑制重症社区获得性肺炎(severe community-acquired pneumonia, SCAP)患者早期的炎症反应, 使其对抗感染的能力下降, 导致合并此类疾病的老年患者行腹腔镜手术后会出现更严重病情[如高有创机械通气(invasive mechanical ventilation, IMV)比例]及更差的临床预后(高病死率)^[7]。

过高的碳酸血症会对患者心肺功能造成严重影响。气腹增加了心脏后负荷和心肌耗氧量; 膈肌抬高引起心脏舒张障碍, 胸腔内压升高, 静脉回心血量下降, 心排血量(cardiac output, CO)降低及冠脉供血减少, 成为心肌缺血缺氧的潜在危险因素^[8]。老年患者多合并心肺疾病, 代偿能力差患病后多预后不良, 加上衰老、血管老化、管壁增厚、血管弹性和心肌收缩力下降等, 促进了 CO 的下降和外周血管阻力的增加。研究表明, ≥50 岁患者非急诊非心脏手术的围术期心脏事件发生率为 1.4%^[9]。故术中检测心肌酶, 及时准确评估老年患者心功能水平, 对保障患者安全度过围术期尤为重要。

心肌损伤标志物可作为早期心肌损伤及损伤程度的诊断指标^[10], CK-MB 可作为诊断心肌梗死的特异性指标^[11]。本研究观察组患者手术开始 3 h 血中 CK 和 CK-MB 均较手术前增高, 但因 CK 不具有心肌特异性, 且手术本身的创伤和应激也可造成其水平升高, 本研究对照组 CK 的升高程度较观察组显著, 表明开放性手术对患者组织的损伤较腹腔镜手术强, 同时也说明 CK 在心肌损伤的诊断上特

异性不够,而 CK-MB 水平的改变在提示心肌损伤特异性方面较 CK 更高。心肌酶增高说明腹腔镜手术中长时间气腹对老年患者的心肌功能造成了影响。心肌肌钙蛋白 I (Troponin I, TnI) 受手术和麻醉的影响小,具有较高的特异度及敏感度^[12]。hs-TnT 对诊断急性心梗的敏感度远高于常规 TnT,电化学发光免疫法的最低检测浓度可达到 3 ng/L,动态监测 hs-TnT 有助于心肌梗死的早期诊断^[13]。本研究中观察组在手术开始 3 h hs-TnT 水平明显增高,且升高程度较对照组显著,提示心肌细胞受到损伤。

NT-proBNP 在外周血循环的浓度较高,半衰期较长,在体外有较高的稳定性,可作为诊断心力衰竭的客观性标志物^[14-15],同时也是评价左心室功能的指标^[16],其水平可作为左室舒张功能不全严重程度及不良预后的独立预测因子^[17];而术后 NT-proBNP 是老年患者心源性死亡的重要决定性因素^[18]。本研究中观察组手术开始 3 h NT-proBNP 并无明显增高,说明 CO₂ 气腹虽然会增加心脏负荷,但在心脏可代偿范围之内,并随气腹时间延长,逐渐适应高负荷状态,因此血中 NT-proBNP 浓度无显著变化。需要注意的是,NT-proBNP 和 hs-TnT 是通过肾脏滤过排泄的,其浓度受肾功能影响较大^[19]。Quiroga 等^[20]研究认为,年龄、既往心脏病史和炎症状态增加了不同阶段肾病患者的心脏标志物水平,但肾功能衰竭程度是影响 NT-proBNP 水平的重要因素,仅缺血性心脏病会增加 TnT 水平,老年患者随着高龄和肾脏清除率的降低,NT-proBNP 诊断截点要相应升高。

CO₂ 排出综合征多见于腹腔镜人工气腹术后患者,是指高碳酸血症患者快速排出 CO₂,使已耐受高 PaCO₂ 刺激的呼吸或循环中枢突然失去高 PaCO₂ 的刺激,出现外周血管张力减弱、血管扩张和 CO 锐减,从而表现为血压骤降、脉搏减弱、呼吸抑制和意识障碍等征象^[21],易导致心功能不全,继而引发心肌酶的改变。由于本研究中术者操作规范,有效地防范了该并发症的发生,进而消除了手术因素对心肌酶变化的影响,故本研究中未观察到上述变化。

综上所述,虽然腹腔镜手术中心肌酶有所升高,但是仍处于正常参考值范围内,说明腹腔镜手术在老年患者中应用是安全可行的。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] Puelacher C, Bollen Pinto B, Mills NL, et al. Expert consensus on peri-operative myocardial injury screening in noncardiac surgery: a literature review [J]. Eur J Anaesthesiol, 2021, 38 (6): 600-608.

DOI: 10.1097/EJA.0000000000001486.

[2] Boccaro G, Pouzeratte Y, Troncin R, et al. The risk of cardiac injury during laparoscopic fundoplication: cardiac troponin I and ECG study [J]. Acta Anaesthesiol Scand, 2000, 44 (4): 398-402. DOI: 10.1034/j.1399-6576.2000.440407.x.

[3] Şinikoğlu NS, Gümüş F, Şanlı N, et al. Cardiac and liver marker alterations after laparoscopic gynaecologic operations [J]. Turk J Anaesthesiol Reanim, 2015, 43 (2): 73-77. DOI: 10.5152/TJAR.2014.83604.

[4] 郭智星, 孙莉. 全麻下妇科肿瘤腹腔镜手术患者血气变化的观察 [J]. 中国医刊, 2015, 50 (6): 45-46. DOI: 10.3969/j.issn.1008-1070.2015.06.015.

[5] Yavuz Y, Rønning K, Lyng O, et al. Effect of increased intraabdominal pressure on cardiac output and tissue blood flow assessed by color-labeled microspheres in the pig [J]. Surg Endosc, 2001, 15 (2): 149-155. DOI: 10.1007/s004640000336.

[6] 李缺缺, 张久之, 万献尧. 老年与中青年急性呼吸窘迫综合征患者的特点及预后相关危险因素分析 [J]. 中华危重病急救医学, 2014, 26 (11): 794-798. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.11.006.

[7] 刘新强, 温妙云, 丁洪光, 等. 高碳酸血症对重症社区获得性肺炎患者临床预后及感染严重程度的影响 [J]. 中华危重病急救医学, 2020, 32 (5): 564-569. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20200122-00099.

[8] Nguyen NT, Anderson JT, Budd M, et al. Effects of pneumoperitoneum on intraoperative pulmonary mechanics and gas exchange during laparoscopic gastric bypass [J]. Surg Endosc, 2004, 18 (1): 64-71. DOI: 10.1007/s00464-002-8786-x.

[9] Sabaté S, Mases A, Guileria N, et al. Incidence and predictors of major perioperative adverse cardiac and cerebrovascular events in non-cardiac surgery [J]. Br J Anaesth, 2011, 107 (6): 879-890. DOI: 10.1093/bja/aer268.

[10] 庄玲芳, 张杨杨. 心肌损伤标志物与心脏手术预后的关系 [J]. 外科研究与新技术, 2014, 3 (3): 202-206, 211.

[11] 刘小玲, 孔令文, 都定元, 等. CK、CK-MB 和 CK-MB/CK 比值在诊断多发伤合并心肌损伤中的临床意义 [J]. 创伤外科杂志, 2006, 8 (4): 307-309. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2006.04.006.

[12] 章宝云, 赵擎宇, 何新荣, 等. 非心脏术后应激性高血糖对心脏疾病患者心肌功能的影响 [J]. 中国中西医结合急救杂志, 2015, 22 (4): 342-346. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2015.04.002.

[13] 马小龙, 刘春燕, 王丰. 动态监测超敏肌钙蛋白 T 对急性心肌梗死的诊断价值 [J]. 实用检验医师杂志, 2018, 10 (4): 201-204. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2018.04.003.

[14] 季广厚. 心肌损伤标志物检验的临床应用 [J]. 中国医学创新, 2013, 10 (25): 98-100. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4985.2013.25.047.

[15] Palazzuoli A, Gallotta M, Quatrini I, et al. Natriuretic peptides (BNP and NT-proBNP): measurement and relevance in heart failure [J]. Vasc Health Risk Manag, 2010, 6: 411-418. DOI: 10.2147/vhrm.s5789.

[16] 李旭升, 郭长城, 姜巧丽, 等. 降钙素原及超敏 C-反应蛋白和 N-端脑利钠肽前体在慢性心力衰竭诊断中的应用价值 [J]. 实用检验医师杂志, 2015, 7 (4): 229-232. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2015.04.008.

[17] Cheng H, Fan WZ, Wang SC, et al. N-terminal pro-brain natriuretic peptide and cardiac troponin I for the prognostic utility in elderly patients with severe sepsis or septic shock in intensive care unit: a retrospective study [J]. J Crit Care, 2015, 30 (3): 654. e9-14. DOI: 10.1016/j.jcrc.2014.12.008.

[18] 张江利. 血浆 N 端脑利钠肽前体水平变化对心力衰竭早期诊断的影响 [J]. 临床医学研究与实践, 2018, 3 (5): 115-116. DOI: 10.19347/j.cnki.2096-1413.201805056.

[19] 张杰良, 黄雪珍, 邓文成, 等. 合并不同心血管疾病肾功能不全患者 NT-proBNP 与 hs-TnT 的临床检测 [J]. 实用检验医师杂志, 2020, 12 (3): 143-146. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2020.03.004.

[20] Quiroga B, Goicoechea M, García de Vinuesa S, et al. Cardiac markers in different degrees of chronic kidney disease: influence of inflammation and previous heart disease [J]. Med Clin (Barc), 2012, 139 (3): 98-102. DOI: 10.1016/j.medcli.2011.05.014.

[21] 付建宇, 刘旭, 毕红英, 等. 一种特殊类型的血压降低: 附二氧化碳排出综合征 1 例报告 [J]. 中华危重病急救医学, 2020, 32 (7): 871-872. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20200420-00313. (收稿日期: 2022-09-07)