

经食管多普勒超声监护系统在烧伤治疗中的应用

王光毅 肖仕初 唐洪泰 马兵 程大胜 夏照帆



【摘要】 目的 探讨大面积烧伤休克期应用经食管多普勒超声监护系统监测血流动力学指标变化并指导液体复苏的可行性。方法 (1) 致家犬 50% TBSA Ⅲ度烧伤, 分别于伤前及伤后各时相点测量以下指标: Swan-Ganz 漂浮导管热稀释法测定心排血量 (CO); 经食管多普勒超声监护系统测定心率、主动脉血流量 (ABF)、每搏输出量、左心室射血时间 (LVET)、左心室峰值流速 (PV)、左心室血流最大加速度 (ACC) 和外周血管阻力 (TSVR)。 (2) 选择 10 例大面积烧伤患者, 采用经食管多普勒超声监护系统于伤后 24 h 内测定上述各项血流动力学指标。结果 烧伤犬在无治疗情况下, CO 与 ABF 均持续下降, 二者间呈显著正相关 ($r = 0.90, P < 0.01$); 伤后心肌收缩力指标 ACC、PV 和心室前负荷指标 LVET 持续下降, 后负荷指标 TSVR 则明显增加。接受治疗的临床患者, 表现出自身的血流动力学指标变化规律, 由早期的“低排高阻型”转变为伤后 24 h 的“高排低阻型”。结论 经食管多普勒超声监护系统用于大面积烧伤后血流动力学监测, 具有无创、连续、快速、同步的特点, 能提供“全景式”的血流动力学数据及变化趋势, 达到优化输液管理的目的。

【关键词】 烧伤; 超声检查, 多普勒; 血液动力学现象

The use of transesophageal echo-Doppler device in the management of burns WANG Guang-yi, XIAO Shi-chu, TANG Hong-tai, MA Bing, CHENG Da-sheng, XIA Zhao-fan. Department of Burns, Changhai Hospital, the Second Military Medical University, Shanghai 200433, P. R. China

【Abstract】 Objective To investigate the validity of transesophageal echo-Doppler technique for hemodynamic monitoring of patients with extensive burns during shock stage to provide guidance for fluid resuscitation. Methods Mongrel dogs were inflicted with 50% TBSA full-thickness burns. Cardiac output (CO) were determined by Swan-Ganz catheter, and other hemodynamic indices by transesophageal echo-Doppler device, including aortic blood flow (ABF), stroke volume (SV), left ventricle ejection time (LVET), peak velocity (PV), max acceleration (max ACC), total systemic vascular resistance (TSVR) were collected before and after burns. Hemodynamic indices of ten patients with extensive burns were collected by transesophageal echo-Doppler device with in 24 hours after the injury. Results Both CO and ABF showed continuous decrease after burns, and there was positive correlation between them ($r = 0.90, P < 0.01$). The myocardial contractility (ACC, PV) and the preload of the left ventricle (LVET) were also decreased continuously after burns, but the postburn afterload (TSVR) were obviously increased. For the patients with conventional therapy, the hemodynamic state of low cardiac output and high peripheral resistance during early period was converted to high cardiac output and low peripheral resistance 24 hours after injury. Conclusion Transesophageal echo-Doppler technique is useful in monitoring hemodynamic in patients with extensive burn, and it is non-invasive, real-time, synchronized and rapid, and it can provide complete profile of hemodynamic data.

【Key words】 Burns; Ultrasonography, doppler; Hemodynamic phenomena

大面积烧伤后早期, 患者全身病理生理改变以血流动力学变化为主要特征。本研究以传统 Swan-Ganz 漂浮导管介入技术为对照, 采用经食管多普勒超声技术监测大面积烧伤后早期血流动力学指标变化, 旨在寻找无创并能持续监测血流动力学改变的

手段, 用于指导烧伤后液体复苏治疗。

1 对象与方法

1.1 动物实验

成年健康雄性家犬 8 只 (第二军医大学实验动物中心), 体质量 10 ~ 15 kg。腹腔注射戊巴比妥钠 (30 mg/kg) 麻醉, 切开右侧股静脉置入 Swan-Ganz 漂浮导管 (美国 Arrow International 公司), 连接监护仪 (90309 型, 美国 Spacelabs Medical 公司)。经食管

基金项目: 全军医学科学技术研究“十一五”计划专项课题 (06Z019); 上海市科学技术委员会科研计划 (05JC14046); 上海市医学重点学科建设计划 (05 III007)

作者单位: 200433 上海, 第二军医大学长海医院全军烧伤中心

多普勒超声监护系统 (Hemosonic 100 型, 美国 Arrow International 公司) 由主机 (监护仪) 和食管探头两部分组成。多普勒超声探头经家犬口腔置入主动脉相应位置; 右侧股动脉切开置管, 通过压力敏感探头连接监护仪 (Philips v24e 型, 荷兰 Philips 公司), 以测定动脉血压。

以 2 kW 新闻灯距离 10 cm 照射犬躯干剃毛处 10 s, 形成 III 度 50% TBSA 烫伤创面 (经病理切片证实, 以下称烧伤)。烧伤后不给予任何治疗措施。分别于致伤前、伤后即刻及伤后 2、6、12 h 测量以下指标: (1) 漂浮导管热稀释法测定心排量 (CO); (2) 多普勒超声测定心率 (HR)、主动脉血流量 (ABF)、每搏输出量 (SVa)、左心室峰值流速 (PV)、左心室血流最大加速度 (ACC)、左心室射血时间 (LVET)、外周血管阻力 (TSVR)。

1.2 临床观察

2001—2004 年, 选择本单位收治的单纯热力大面积烧伤患者 10 例, 年龄 (36 ± 7) 岁, 烧伤面积 (72 ± 10)% TBSA。所有患者均在伤后 2 h 内入院, 遵循本单位常规休克期综合复苏方案进行治疗。患者休克期度过平稳, 尿量维持在 1 ml · kg⁻¹ · h⁻¹, 血压、HR 无明显波动, 无缺氧烦躁、四肢末梢低温表现。在建立静脉通道、留置胃管后, 通过鼻腔置入经食管多普勒超声探头, 到达食管内主动脉相应位置, 调整监护仪波形, 持续同步测定相关血流动力学指标, 观察时相点为伤后 4、8、10、16、24 h。

1.3 统计学处理

血流动力学数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 采用 SPSS 11.0 统计软件包处理; CO 与 ABF 间的相关性采用直线相关分析。

2 结果

2.1 动物实验

家犬被烧伤后在无液体复苏情况下 CO 呈持续

下降状态; ABF 的变化趋势与 CO 类似, 伤后 12 h ABF 仅为伤前的 27% (图 1)。CO 与 ABF 呈显著正相关 ($r = 0.90, P < 0.01$), 见图 2。反映心肌收缩力的指标 ACC、PV 伤后持续下降。伤后即刻左心室前负荷指标 LVET、SVa/ACC 无明显下降, 但其后持续下降。反映心脏后负荷的参数 TSVR 则于伤后持续性升高。见表 1。

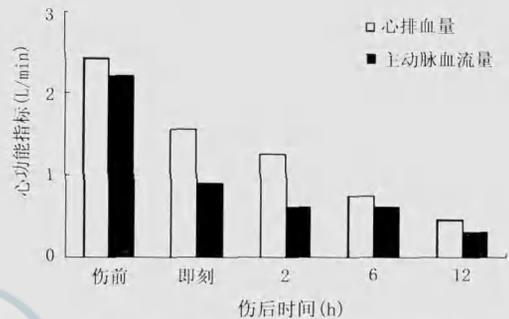


图 1 家犬烧伤后心排血量和主动脉血流量的变化

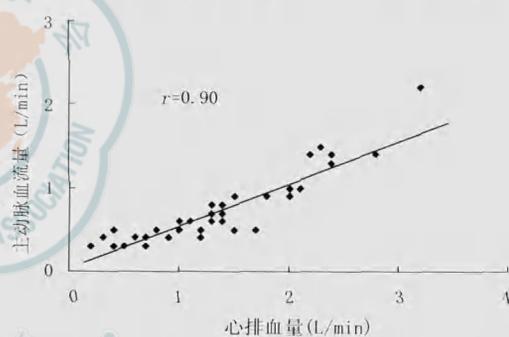


图 2 家犬烧伤前后心排血量和主动脉血流量变化的相关性分析

2.2 临床观察

大面积烧伤患者 ABF 和 SVa 在早期出现明显下降, 伤后 8 ~ 10 h 达到最低值, 以后逐渐恢复。PV 和 ACC 的变化趋势与 ABF 类似。LVET 在伤后 4 h 低于正常, 以后逐渐升高, 伤后 10 h 后保持相对平稳。TSVR 伤后 4 h 高于正常, 以后逐渐下降, 伤后 24 h 接近正常水平。见表 2。

表 1 家犬烧伤前后血流动力学指标的变化 ($\bar{x} \pm s$)

检测指标	犬数 (只)	致伤前	伤后时间 (h)			
			即刻	2	6	12
HR (次/min)	8	144 ± 22	167 ± 19	190 ± 26	201 ± 21	210 ± 28
ABF (L/min)	8	1.41 ± 0.27	0.78 ± 0.21	0.56 ± 0.11	0.49 ± 0.19	0.38 ± 0.09
ACC (m/s ²)	8	14.6 ± 2.9	9.7 ± 1.3	9.4 ± 2.0	8.6 ± 1.1	6.4 ± 1.5
PV (cm/s)	8	51 ± 12	37 ± 10	33 ± 9	32 ± 12	27 ± 11
LVET (ms)	8	271 ± 41	264 ± 32	191 ± 26	142 ± 23	119 ± 19
SVa (ml)	8	9.15 ± 0.98	5.05 ± 0.77	3.39 ± 0.52	2.46 ± 0.24	2.01 ± 0.65
TSVR (Pa · s ⁻¹ · cm ⁻³)	8	737 ± 24	1552 ± 54	1648 ± 68	1700 ± 79	1760 ± 53

注: HR 为心率, ABF 为主动脉血流量, ACC 为左心室血流最大加速度, PV 为左心室峰值流速, LVET 为左心室射血时间, SVa 为每搏输出量, TSVR 为外周血管阻力

表 2 大面积烧伤患者休克期血流动力学指标的变化 ($\bar{x} \pm s$)

检测指标	例数	正常值	伤后时间 (h)				
			4	8	10	16	24
ABF (L/min)	10	2.8 ~ 5.6	2.53 ± 0.27	1.96 ± 0.11	1.98 ± 0.19	2.91 ± 0.31	4.97 ± 0.39
ACC (m/s ²)	10	8 ~ 16	6.9 ± 2.7	5.0 ± 1.5	4.9 ± 1.5	7.9 ± 2.0	11.5 ± 2.7
PV (cm/s)	10	50 ~ 100	37 ± 11	30 ± 6	32 ± 10	53 ± 15	76 ± 20
LVET (ms)	10	400 ~ 460	354 ± 51	364 ± 31	379 ± 27	385 ± 25	380 ± 34
SVa (ml)	10	40 ~ 80	26 ± 5	20 ± 5	19 ± 6	31 ± 7	46 ± 10
TSVR (Pa · s ⁻¹ · cm ⁻³)	10	140 ~ 180	263 ± 24	259 ± 19	248 ± 14	203 ± 21	146 ± 17

注: ABF 为主动脉血流量, ACC 为左心室血流最大加速度, PV 为左心室峰值流速, LVET 为左心室射血时间, SVa 为每搏输出量, TSVR 为外周血管阻力

3 讨论

在大面积烧伤治疗中维持机体血流动力学指标相对稳定, 对伤后早期液体复苏乃至后续治疗都有非常重要的意义。影响其指标变化的因素较多, 临床表现亦颇为复杂, 因此寻找直接、准确、即时的血流动力学检测手段显得尤为重要。Swan-Ganz 漂浮导管的使用为临床提供了一种直接的监测手段^[1], 但由于该方法为有创性检测, 存在一定的并发症发生概率; 而且采用热稀释法测定 CO 为非连续性操作, 相对滞后, 无法做到实时、持续监测, 所反映的血流动力学状态也不够全面。

基于主动脉回声显影技术结合双重多普勒超声技术设计的经食管多普勒超声监护系统, 是近年来逐渐发展起来的一项新技术。探头经口或鼻腔进入食管预定位置, 类似留置胃管, 一定强度和频率范围内的超声波也不会对人体造成损伤, 因而该技术能做到相对无创^[2]。本研究使用 Hemosonic 100 型多普勒超声监护系统, 其显示的数据每 4 秒自动更新 1 次, 能做到连续、即时、快速、同步监测。由于采用了同时配有 M 型超声和多普勒超声系统的探头, 可以同步测量主动脉直径及此截面上的血流速度, 因此可以精确、实时测量单位时间内的 ABF。

ABF 是否可以直接反映 CO, 这是目前大家共同关注的问题。本研究结果表明, 以采用公认的漂浮导管热稀释法测定的 CO 作对照, 犬烧伤后 ABF 的变化趋势与之一致, 统计分析显示二者间存在显著正相关, 表明 ABF 可以动态反映 CO 的变化。

除 CO 外, 超声监护系统还可以直接测定多个血流动力学参数, 如反映心肌收缩力的参数 ACC、PV, 反映心脏前负荷的参数 LVET, 反映心脏后负荷的参数 TSVR。本研究中笔者检测了犬烧伤前及伤后 12 h 内相关血流动力学指标, 结果表明: 犬大面积烧伤后, 心肌收缩力下降合并血容量不足形成的心脏前负荷下降, 可导致 CO 持续降低、后负荷指标

TSVR 显著升高。

烧伤后心功能降低是大面积烧伤的病理生理学特点之一^[3,4]。本研究观察到: 即便在良好液体复苏条件下, 烧伤患者的 CO 仍明显下降, 8 ~ 10 h 达最低值。究其原因, 一方面是由于血容量不足导致心脏前负荷下降, 另一方面心脏自身收缩力降低在心功能异常中具有更重要的作用。与此同时后负荷则明显升高, 在烧伤后早期表现为“低排高阻型”血流动力学特点。而后心肌收缩力逐渐恢复, CO 相应升高, 负荷逐渐下降, 在伤后 24 h 表现为“高排低阻型”。这表明: 在有良好液体复苏的前提下, 血流动力学指标仍有较大幅度变化, 存在着烧伤休克期的自身规律。

在临床工作中, 医务人员最关心的是患者血流动力学指标的变化趋势而非绝对数值。在伤后某一时刻希望 CO 达到某一数值不仅很难做到, 而且难以据此作出判断。因为不同健康基础、不同伤情的患者在伤后某一时刻的最佳 CO 值可能相差很大, 这正是 Swan-Ganz 导管在临床应用中存在不足。

适宜的血流动力学监测仪器, 其连续测量的血流动力学参数之间必须具有良好的可比性, 就这点而言, 经食管多普勒超声监护系统比“金标准”Swan-Ganz 导管更加精确^[5]。由此可见, 经食管多普勒超声监护系统能为临床医师提供烧伤患者“全景式”的血流动力学数据及变化趋势, 可以即时判断患者对治疗措施的反应, 从而快速地监测、诊断和处理血流动力学异常变化, 达到优化输液管理的目的, 对休克期后特别是围手术期同样具有实用价值。

本试验中所有患者均能耐受探头的置入, 局部不适类似留置胃管的临床表现。当患者身体发生移位时(主要为头颈部), 探头在食管内可能会改变位置, 表现为屏幕上失去有效波形, 此时只要再次调整探头至最佳位置即可。另外, 该系统对操作者的技能有一定要求。

参考文献

[1] Spodick DH. Pulmonary artery catheter: a long and tortuous controversy. *Am J Med*, 2006, 119(7): 17.

[2] Slama M, Masson H, Teboul JL, et al. Monitoring of respiratory variations of aortic blood flow velocity using esophageal doppler. *Intensive Care Med*, 2004, 30(6): 1182 - 1187.

[3] 黄跃生. 烧伤后早期心肌损害的分子机制及防治研究进展. *中华烧伤杂志*, 2004, 20(5): 257 - 259.

[4] 夏照帆, 田建广, 唐洪泰, 等. 烫伤大鼠心肌收缩功能与细胞内游离钙的研究. *中华烧伤杂志*, 2001, 17(4): 342 - 344.

[5] Schmidt C, Theilmeier G, Van Aken H, et al. Comparison of electrical velocimetry and transoesophageal Doppler echocardiography for measuring stroke volume and cardiac output. *Br J Anaesth*, 2005, 95(5): 603 - 610.

(收稿日期: 2006 - 05 - 29)

(本文编辑: 王旭)

· 病例报告 ·

电烧伤致项枕部大面积缺损一例

赵耀华 夏成德 牛希华 吴兰草 齐磊

患者男, 24 岁。因项枕部不慎触及接通 1 kV 直流电的铜板, 伤后即昏迷约 10 min, 运送途中呕吐 3 次, 伤后 8 h 入院。查体: 体温 37.4 °C, 脉搏 60 ~ 80 次/ min, 呼吸 14 ~ 20 次/ min, 血压 104/73 mm Hg (1 mm Hg = 0.133 kPa)。双肺呼吸音清楚, 心率 60 ~ 80 次/ min, 各瓣膜区顺序听诊未闻及病理性杂音, 腹部检查未见异常, 病理征未引出。烧伤创面分布于项部及枕部等, 面积约 3% TBSA。患者颈项部有一切割伤裂口, 长约 8 cm, 可见深层肌肉坏死, 枕骨裸露 12 cm × 8 cm, 呈瓷白色。CT 检查提示: 脑水肿、颅内积气、脑出血、头皮广泛肿胀。诊断: (1) 项枕部高压电烧伤。(2) 脑水肿。(3) 脑出血。(4) 颅内积气。伤后第 3 天, 患者烦躁不安, 呼吸 12 ~ 30 次/ min。静脉滴注 200 g/L 甘露醇 250 ml, 1 次/ 6 h; 静脉注射: 地塞米松 20 mg、1 次/ 12 h, 奥美拉唑 400 mg、1 次/ 12 h, 头孢哌酮/舒巴坦 2.0 g、1 次/ 8 h; 抬高头部。患者病情逐渐稳定, 伤后第 6 天于全身麻醉下行扩创术, 项部创面达 24 cm × 12 cm, 可见第 3 ~ 5 颈椎棘突裸露, 应用右侧斜方肌岛状肌皮瓣修复。肌皮瓣的旋转轴心位于肩峰水平线的脊柱外缘 4 ~ 5 cm (可用多普勒血流探测仪探测动脉搏动), 肌皮瓣垂直向下, 长 32 cm、宽 8 cm, 蒂部形成半岛状, 先由肌皮瓣下端切开向上分离, 至肩锁关节时切断斜方肌在锁骨外 1/3 及肩峰、肩胛冈上缘的附丽部, 再由皮瓣上部向下分离, 在颈横动脉上方切断斜方肌, 连同筋膜一并转移覆盖项部创面。枕部扩创后见颅骨全层坏死, 面积 20 cm × 12 cm, 暂用异体皮覆盖。术后 10 d, 肌皮瓣全部成活, 因项部坏死组织液化和右肩关节制动欠佳等原因, 导致供瓣区植皮失败。术后 29 d, 植皮封闭供区肉芽创面。伤后 69 d, 咬除坏死颅骨外板 16 cm × 14 cm, 应用大网膜游离移植加植皮术。术后不到 24 h 患者发生血管危象, 急诊行血管探查术, 见动脉搏动良好, 静脉血管内广泛淤血, 无法再次吻合静脉, 遂清除大网膜并用生物敷料覆盖创面, 加强换药。伤后 101 d 去除坏死颅骨全层, 硬脑膜上移植刃厚皮, 皮片成活较好。伤后 140 d, 切除硬脑膜上所植皮片, 应用左侧斜方肌带蒂肌皮瓣 (35 cm × 8 cm) 转移覆盖硬脑膜及部分裸露颅骨, 术后 21 d 断蒂, 将多余肌皮瓣移回原位。由于患者运动时常感头晕,

CT 检查显示硬脑膜轻度膨出, 伤后 437 d 沿皮瓣纵轴切开并充分分离硬脑膜与皮瓣粘连带, 置入三维筛状钛板。术后 7 d 拆线, 创面较快愈合, 患者未再诉头晕或不适。出院后患者双上肢活动无明显受限, 可从事日常工作及一般体育运动。

讨论 关于电烧伤创面手术时机的选择, 国内外学者持不同观点, 大多认为尽早手术为佳。由于该患者伤后早期曾出现脑水肿、脑出血等并发症, 生命体征不平稳, 为慎重起见, 于伤后第 6 天实施手术。创面感染液化、低位引流、肩关节制动不佳等为供瓣区植皮失败的重要原因。

大网膜游离移植失败可能与静脉吻合技术的缺陷密切相关。笔者认为血管吻合程序结束时应先松静脉血管夹、再松动脉血管夹, 这样可以加快大网膜内血液循环, 减轻淤血程度。头部包扎不当可能导致静脉回流障碍, 应引起重视。

颅骨大面积全层缺损用皮瓣移植覆盖, 其主要血供来源为硬脑膜, 其次为头皮边缘的侵入血管。由于皮瓣边缘有瘢痕, 如果治疗后期从皮瓣边缘切开、分离并置入颅骨替代物, 可能会导致切口缘血运不佳, 而沿皮瓣纵轴切开向两边分离的把握性较高。另外筛状钛板的孔径和孔距应适宜, 本例患者所置钛板的孔径、孔距均为 1 mm, 因此脑膜与皮瓣间的血流较通畅, 且使钛板与周围组织迅速一体化。

供养斜方肌的动脉主要为颈横动脉浅支的颈浅动脉, 主干沿距脊柱两侧 4 ~ 5 cm 的斜方肌深面垂直下降, 肌支末梢分布到肌肉下半部表面的皮肤。因其主干在近前缘处走行, 故在分离斜方肌前缘时应特别注意其前缘皮支。由于皮瓣内血管存在链式结构, 实际皮瓣切取面积远大于肌支供养面积。据报道, 最大可切取面积达 80 cm × 15 cm^[1]。本例患者伤后 101 d 去除颅骨全层后, 若不行硬脑膜上植皮而直接应用肌皮瓣覆盖, 可能有助于缩短病程, 此法可以在今后工作中尝试。

参考文献

[1] 侯春林, 张世民. 筋膜皮瓣与筋膜蒂组织瓣. 上海: 上海科学技术出版社, 2000: 218 - 219.

(收稿日期: 2006 - 05 - 09)

(本文编辑: 赵敏)