DOI:10.16016/j.1000-5404.1991.01.018



# 氰化物对犬心肌收缩性能的影响

刘 勇 徐以农 陈 卫*（第三军医大学卫防系 毒理学教研室） 630038

**提 要** 本文运用直接测定心肌收缩力的方法，研究了氰化物对犬心肌收缩性能的影响。氰化钠（NaCN）2.5mg/kg经静脉于2 min内输入中毒。结果表明，在中毒1 min时，NaCN对心率（HR）的抑制作用明显，但对心肌收缩性能有兴奋作用。中毒1 min后，动物体内NaCN增加，LVP及$\pm dp/dt_{max}$开始呈进行性下降，CMC下降不明显，提示此时心肌收缩已为无效。动物濒临死亡时，CMC及$\pm dc/dt_{max}$急剧下降，心电图表现为频发的室性早搏及室颤。实验证明，氰化物中毒对犬心肌收缩性能有较长时间的兴奋作用，但为无效兴奋，这种作用可能加重心律失常，导致动物心功能衰竭死亡。

**关键词** 心肌收缩性；氰化物；犬

氰化物中毒后，机体细胞色素氧化酶受抑制，细胞内呼吸链中断，导致组织缺氧，如得不到及时有效的治疗，患者将很快死亡。据文献报道，就对细胞色素氧化酶的抑制程度而言，非致死剂量和致死剂量氰化物中毒无明显差别[1]，说明氰中毒的致死原因并非由于细胞色素氧化酶的抑制。既往的研究表明，氰中毒对心肌功能影响明显，心脏是氰直接作用的重要靶器官之一，氰中毒引起的急性心功能衰竭是机体死亡的主要原因之一[2][3]。本文采用直接记录犬心肌收缩力的方法，进一步研究氰化物对犬心肌收缩性能的影响特点。

## 1 材料与方法

### 1.1 动物及药品

重庆地区杂种犬10只，体重10kg～15kg，雌雄兼有，随机分为对照组及中毒组，每组5只。

氰化钠A.R. 比利时产品，用时以生理盐水配制溶液。

### 1.2 实验操作

动物静注戊巴比妥钠30mg/kg麻醉，从左侧第4肋间开胸，气管插管人工呼吸。暴露心脏，剪开心包，缝制心包摇篮。由心尖直接插入含有肝素生理盐水的心导管于左心室内，经压力换能器测量左室内压（LVP），将LVP讯号输入微分器测定其变化最大速率（$\pm dp/dt_{max}$）。将心肌张力传感器直接缝在左心室肌上，测量心肌收缩力（CMC），把CMC输入微分器，测其变化最大速率（$\pm dc/dt_{max}$）。左侧股静脉插管供给毒和给药。描记Ⅰ导联心电图计数心率（HR）。

### 1.3 参数记录及处理

上述各参数经A/D转换后，由紫金-Ⅰ型微机采样记录。术后稳定30min记录各项指标作为正常对照值。中毒组动物经左股静脉插管用微量输液泵输入NaCN2.5mg/kg中毒，于2 min内输毕后用2 ml生理盐水将导管内毒剂全部推入体内。于中毒1 min、3 min、5 min、7 min及9 min记录各项指标，动物中毒后多在10min内死亡。对照组动物由静脉输入生理盐水，观察记录30min，动物全部存活。所有实验数据用配对资料$t$检验在Apple-Ⅰ微机上进行显著性检验，各参数变化作图表示。

## 2 结 果

### 2.1 对照组

动物在输入生理盐水的过程中及输后，各项观察指标与正常对照值比较，均无显著性差别（$P>0.05$），

*训练部计算机教研室

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.ne

说明在本实验过程中，动物各项参数稳定。见图1。

### 2.2 中毒组

NaCN（2.5mg/kg）于2 min内输入中毒动物，在输入中毒1 min时，HR变慢明显（$P<0.05$），LVP、$+dp/dt_{max}$及$\pm dc/dt_{max}$较中毒前显著升高（$P<0.05$），$-dp/dt_{max}$及CMC分别比中毒前升高3%和33%，但无显著差别。说明此时动物体内少量NaCN使HR受到抑制而其他指标处于不同程度的兴奋状态，致使整个心功能轻度增强。中毒3 min，HR继续下降（$P<0.01$），LVP及$\pm dp/dt_{max}$开始下降，CMC及$\pm dc/dt_{max}$水平高于中毒前。中毒5 min，HR及$\pm dp/dt_{max}$下降明显（$P<0.01$），LVP较中毒前降低20%，而CMC及$\pm dc/dt_{max}$仍处于兴奋状态。中毒7 min，所有指标均低于中毒前，其中HR、LVP及$\pm dp/dt_{max}$降低非常明显（$P<0.01$）。说明此时NaCN对心功能抑制明显。实验中发现，CMC和$\pm dc/dt_{max}$的兴奋时间长于LVP和$\pm dp/dt_{max}$。中毒9 min，动物濒于死亡，各项指标显著降低（$P<0.05$），见图2。ECG观察可见频发的室性早搏和室颤。9 min～10min动物死亡。

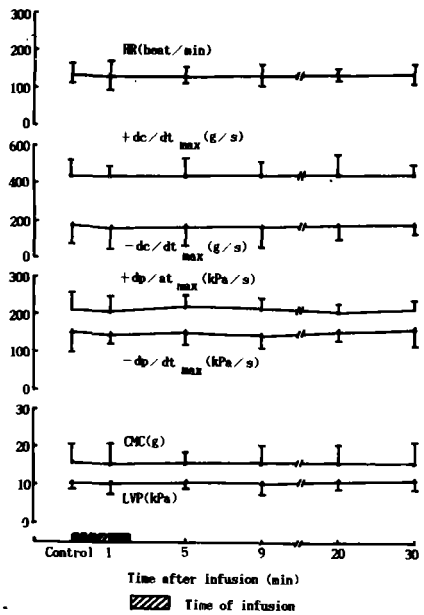



图1 静脉输入生理盐水对犬心肌收缩性能的影响

Fig. 1 Effects of iv. infusion of saline on the contractibility of the cardiac muscle in the dogs

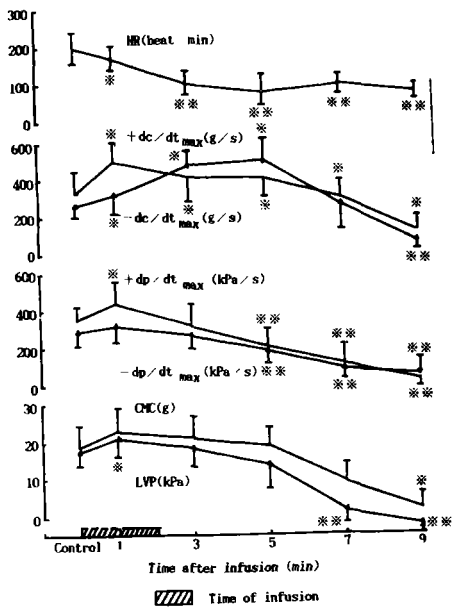



图2 静脉输入NaCN对犬心肌收缩性能的影响

Fig. 2 Effects of iv. infusion of NaCN (2.5mg/kg)on the contractibility of the cardiac muscle in the dogs. $\bar{x}\pm s$, $n=5$ $^{*}P<0.05$, $^{**}P<0.01$, compared with control

## 3 讨 论

本实验研究了静脉输入NaCN中毒对犬心肌收缩性能的影响。NaCN剂量为文献[4]所推荐犬的致死剂量。实验中用生理盐水作对照考察了方法的稳定性，结果提示各项指标在实验时间内无显著变化，表明实验方法稳定。

心脏是氰化物作用的重要靶器官之一，心肌收缩性是指心肌能够在肌膜动作电位的触发下产生收缩反应的特性，其基础是收缩蛋白之间的生物化学和生物物理反应[5]，也就是心肌细胞的能量代谢和离子代谢[6,7]，任何能影响这种基础的因素，均可影响心肌收缩性能。本

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.ne

实验结果表明，犬在输入NaCN2.5mg/kg中毒1 min时，由于体内氰化物量少，表现为心率减慢，而左室内压及其变化最大速率、心肌收缩力及其变化最大速率均有不同程度增加，致使整个心功能处于轻度代偿性兴奋状态，其机理可能是少量氰化物引起机体儿茶酚胺分泌增加[8]，使心肌收缩力增强，其他心功指标也相应增强。在NaCN输入中毒后，由于体内NaCN量增多，氰对中枢神经系统及心脏系统的作用加强，在氰中毒心肌细胞中，无氧代谢占优势，ATP/ADP比例下降或能量堆积，从而改变了重要的能量依赖过程，引起明显的生理变化[9]，中毒犬表现为心率抑制，左室内压及其变化最大速率、心肌收缩力及其变化最大速率呈进行性下降，心电图出现严重的心律失常。实验中发现，动物濒死时，心肌收缩力及其最大变化速率的抑制程度轻于左室内压及其变化最大速率的抑制程度，说明此时心肌收缩缺乏规律性，为无效收缩，并可能加重心律失常，导致动物心功能衰竭死亡。

研究表明，氰化物中毒对犬心肌收缩性能有显著影响，这种影响可能加重心律失常，导致动物心功能急性衰竭。其影响机理与细胞能量及离子代谢的关系，有待于进一步研究。

（致谢：余争平、王磊协助部分技术工作）

## 参 考 文 献


1. Pettersen JC and Cohen SD. Antagonism of Cyanide Poisoning by Chlorpromazine and Sodium Thiosulfate. Toxicol Appl Pharmacol 1986; 83(3):525
2. 余争平 欧阳子倩。急性失血复合氰中毒对狗血流动力学的影响。第三军医大学学报1988；10(2)：134
3. 王廷治 董兆君 史 强。对二氨基酚、依地酸二钴和亚硝酸钠对氢氰酸严重中毒狗血流动力学的影响。第三军医大学学报 1988；10(5)：393
4. Vick JA and Froehlich HL. Studies of Cyanide Poisoning. Arch Int Pharmacodyn 1988; 273:314
5. 周衍椒 张镜如。生理学。北京：人民卫生出版社，1986：103
6. Andrew JD. The effects of inhibition of oxidative phosphorylation and glycosis on contractility and high energy phosphate content in cultured chick heart cells. Circ Res 1983; 53:192
7. Sperelakis N. Effects of cardiotoxic Agents on the Electrical Properties of Myocardial Cells. Cardia Toxicology 1981; 1:39
8. Borowitz JL, Born GS and Isom GE. Potentiation of Evoked Adrenal Catecholamine Release by Cyanide:Possible Role of Calcium. Toxicology 1985; 50:37
9. Johnson JD, Meisenheimer TL and Isom GE. Cyanide-Induced Neurotoxicity:Role of Neuronal Calcium. Toxicol Appl Pharmacol 1986; 84:464


（收稿：1989.11.23；修回：1990.07.04）

# Effects of Cyanide Poisoning on Myocardial Contractibility in Dogs

Liu Yong, Xu Yilong, and Chen Wei (Department of Toxicology, Third Military Medical College, Chongqing 630038)

**Abstract** The effects of cyanide poisoning on the contractibility of the cardiac muscle were observed after the dogs were infused intravenously with a lethal dose of NaCN (2.5 mg/kg) within 2 minutes through a cannulated femoral vein. Heart rate (HR), left ventricular pressure (LVP), the largest changing rate of LVP ($LVP \pm dp/dt_{max}$), cardiac muscle contractibility (CMC), the

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.ne

largest changing rate of CMC ($CMC \pm dc/dt_{max}$), and ECG changes were recorded. It was found that there was an initial excitatory response of cardiac functions in the first minute of NaCN infusion, and then a drastic cardiac failure occurred, which resulted in the rapid death of the dogs within 10 minutes after NaCN administration. The changes of myocardial contractibility were slower than those of other cardiac parameters, which implies that cyanide can exert an excitation on the myocardium initially. Our results indicate that the effects of cyanide on myocardial contractibility may be one of the important factors to induce serious arrhythmia, which in turn results fatal cardiac failure.

**Key words** contractibility/cardiac muscle; cyanide; dog

---

（上接45页）

过短，为了保证肠管拖出的长度，在肿瘤上段切除时可稍姑息一些，因二期还要修整切除拖出的肠段，可避免肠管回缩。④充分扩肛，以伸入6指为好，能避免对拖出肠管的压迫。⑤会阴引流应保持通畅。以上几点如能做好，并发症可避免，手术效果满意。

2.2 *术中骶前静脉丛出血时拖出术的应用* 骶前静脉丛出血时，需进行压迫止血，此时如进行肠吻合可因感染、压迫等因素引起吻合漏，腹膜炎等严重并发症发生。本组有2例在压迫止血时为了保留患者肛门，我们采用拖出术方法处理，压迫子宫纱条经肛旁引流口引出，术后5 d根据情况逐段将压迫纱条拔除。换药时保持引流通畅。其中1例有骶前间隙局部感染，经冲洗引流控制。无其它并发症发生，2周后在腰麻下行拖出结肠修整切除，肛门节制功能满意，术后随访5年生活质量好。我们体会到术中发生骶前静脉丛出血时，采用拖出术，手术方法简单，手术时间缩短，既能压迫止血又可保留肛门，并发症少。实践证明在这种特殊情况下应用拖出术是一应急而安全可靠能保留肛门的有效方法。

2.3 *吻合器应用失败后拖出术的应用* 本组1例应用吻合器行肠吻合后，发现腹腔内出血，再次手术，将肠吻合拆除止血，此时病人全身情况差，腹腔内组织水肿明显，肠管再吻合困难，我们采用拖出术。另1例用吻合器行肠吻合时因肠壁组织肥厚吻合失败，盆腔有污染也采用了拖出术。术后2例无并发症痊愈出院。经验表明在吻合器应用失败或全身情况很差时，应用拖出术仍可保留肛门功能，避免结肠造瘘。

2.4 *肠道准备很差或直肠分破盆腔污染时拖出术的应用* 由于直肠肿块或环状狭窄引起肠道不全梗阻，术前肠道准备常不理想，肠道内存留大量粪便不宜进行肠吻合。本组4例在未开展术中肠道灌洗术前，采用了拖出术，除1例因肠段拖出长度不够，有轻度回缩引起局部感染肠管轻度狭窄外，无其它并发症发生。另有3例在游离直肠时，肿瘤分破盆腔污染不敢吻合，也采用了拖出术。因拖出肠管无漏发生的危险，且能较早开放肠管排空粪便，病人进食早，术后恢复快。

（收稿：1989.10.10；修回：1990.01.09）

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.ne