

doi:10.3969/j.issn.1000-9760.2013.02.008

容积导体对离体蟾蜍心电的影响^{*}

史为清 王俊杰[△] 杜 晶 刘文彦

(济宁医学院基础学院, 山东 济宁 272067)

摘 要 **目的** 探讨容积导体对离体蟾蜍心电的影响。**方法** 离体蟾蜍心脏置培养皿中央, 培养皿内加入林格氏液, 在培养皿周边置电极记录心电。**结果** 心电图 R 波幅度随心脏周围容积导体的增大明显减小。容积导体由 1ml 增大到 5ml, R 波幅度即明显减小, 由 $(0.99 \pm 0.12)\text{mV}$ 减小到 $(0.53 \pm 0.06)\text{mV}$, 减小 46.5%; 当容积导体增大到 30ml 时, R 波减小 94.9%。**结论** 心电图受心脏周围容积导体或组织液量的影响。

关键词 容积导体; 心电图; R 波; 离体蟾蜍心脏

中图分类号: R31 **文献标志码**: A **文章编号**: 1000-9760(2013)04-103-03

The effects of volume conductor on ECG in isolated heart of toad

SHI Wei-qing, WANG Jun-jie, DU Jing, et al

(Academy of Basic Medicine, Jining Medical University, Jining 272067, China)

Abstract: Objective To study the effect of volume conductor on ECG in isolated heart of toad. **Methods** The isolated toad heart was placed in the middle of petri dish, and ringer's solution was dripped into the petri dish, whose rim was connected with the recording electrodes so as to get ECG. **Results** Amplitude of R wave in ECG decreased distinctively while volume conductor increased. Amplitude of R wave decreased to be $0.53 \pm 0.06\text{mv}$ from $0.99 \pm 0.12\text{mv}$ when volume conductor increased from 1ml to 5ml, and the decreasing rate was 46.5%. Amplitude lessened 94.9% with volume conductor raising to be 30ml. **Conclusion** ECG could be influenced by volume conductor or volume of tissue fluid around the heart.

Key words: Volume conductor; Electrocardiogram; R wave; Isolated heart of toad

目前, 体表心电图(ECG)的形成原理是以容积导体学说为基础的电向量投影学说来解释^[1-2]。体表电位容易受到躯干的不均性、胸腔组织电导率不均匀性、胸腔模型的不规则性等各种因素的影响^[3]。心脏周围的组织和体液都能导电, 因此可将人体看成一个具有长、宽、厚 3 度空间的容积导体。心脏好比电源。由电学角度分析, 心电的衰减与心电源距离成反比, 而心电衰减是否受周围容积导体大小影响的报道鲜见^[3-4]。本实验旨在阐明心电衰减与心脏周围容积导体大小之间的关系。

1 材料与方法

1.1 药品与仪器

林格氏液。仪器: BL-420F, 由成都泰盟科技有限公司提供。

1.2 实验动物

中华大蟾蜍, 雌雄各 18 只, 共 36 只。体质量 100~150g, 济宁医学院实验动物中心提供。

1.3 离体蟾蜍 ECG 的记录

利用 80mm 培养皿作为基本容器, 林格氏液为溶液, 离体蟾蜍心脏置干燥培养皿中央, 将心电引导线的两个鳄鱼夹夹在培养皿边缘的不同位置, 使两鳄鱼夹与心脏成一线, 即与人体 ECG 记录中标准肢体导联 II 导联的记录方法相同, 以描记两电极间的电位差。同时用 BL-420F 生物机能实验系统记录 ECG, 信号经 BL-420F 系统处理后, 输入计算机存储并分析。在电极与蟾蜍心脏之间滴加林格氏液, 形成导电路路。首先滴加 1.0ml 林格氏液作为基础容积导体; 再由小到大逐渐改变电极与蟾蜍心脏之间林格氏液的量, 以逐渐增大心脏周围与两电极之间的林格氏液容积, 观察 ECG R 波幅度的变化。

^{*} [基金项目] 2011 年济宁医学院青年科研基金(JYQ2011KM019)

[△] [通信作者] 王俊杰, E-mail: wangjunjie6723@163.com

1.4 统计学方法

实验数据采用 SPSS19.0 进行统计分析。数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,显著性检验采用 ANOVA 分析, $P < 0.01$ 为差异有统计学意义。

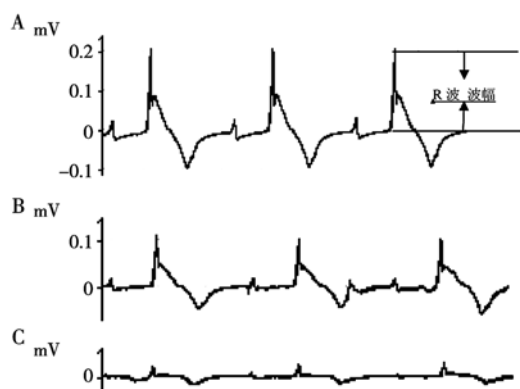
2 结果

记录出离体蟾蜍心脏 ECG 后,逐渐改变培养皿中容积导体大小,即滴加不同量的林格氏液后,ECG R 波幅度发生明显变化。当林格氏液滴加量为 1ml,且使林格氏液在两电极与心脏间连接成一直线时,R 波幅度为 (0.99 ± 0.12) mV,以此为对照;当林格氏液滴加量为 5ml,此时林格氏液铺满整个培养皿底面时,R 波幅度为 (0.53 ± 0.06) mV,减小 46.5%;随着滴加的林格氏液量逐渐增大,R 波幅度逐渐减小,当林格氏液量增加到 30ml,即接近盛满整个培养皿时,R 波幅度减小到 (0.05 ± 0.01) mV,较对照减少了 94.9%。ECG R 波幅度统计数据见表 1。图 1.1 为不同容积(1ml、5ml、30ml)时的 ECG。图 1.2 为容积导体容积大小对 ECG R 波幅度的影响。

表 1 容积导体大小对 ECG R 波幅度的影响 ($\bar{x} \pm s$)

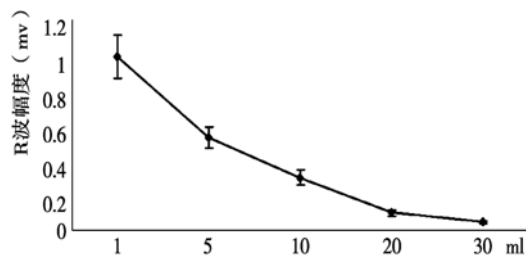
容积(ml)	R 波幅度(mV)
1(对照)	0.99 ± 0.12
5	$0.53 \pm 0.06^*$
10	$0.30 \pm 0.05^*$
20	$0.10 \pm 0.02^*$
30	$0.05 \pm 0.01^*$

注: * 与 1ml(对照)比较, $P < 0.01$



A、B、C 分别为容积为 1ml、5ml 和 30ml 时的 ECG
随着容积的逐渐增大,R 波幅度逐渐减小

图 1 不同容积导体大小的 ECG



横坐标为容积导体容积大小,纵坐标为 ECG R 波幅度

随着容积导体的增大,R 波幅度逐渐减小

图 2 容积导体容积大小对 ECG R 波幅度的影响

3 讨论

所有心肌细胞动作电位变化的总和可以通过心脏周围组织传导到体表。通过心电图描记器从体表引出多种形式的电位变化的图形就是 ECG。ECG 是心脏兴奋的发生、传播及恢复过程的客观指标。ECG 在心脏基本功能及其病理研究方面,具有重要的参考价值。

单个心肌细胞动作电位的产生与 ECG 各波之间有对应关系。单个心室肌细胞动作电位的 0 期去极化是由细胞外 Na^+ 内流而形成。整个心脏的所有心室肌细胞同步去极化时有大量的 Na^+ 内流,由此产生的瞬间电位变化即为体表 ECG 的 R 波^[1]。

本实验中,ECG 的 R 波幅度随心脏周围容积导体的增大明显减小。容积导体为 1ml 时,R 波幅度为 (0.99 ± 0.12) mV,而容积导体增加到 5ml,R 波幅度减小 46.5%;当容积导体增大到 30ml 时,R 波幅度进一步减小到 (0.05 ± 0.01) mV,下降 94.9%。当心脏与两电极间滴加的溶液为 1ml,即连接心脏与两电极间的容积导体为一厚×宽约 10mm×1mm 的条形容积,心脏兴奋,即产生动作电位时,心脏周围的 Na^+ 快速流向心肌细胞内,此时心脏周围内流的 Na^+ 主要来自两电极间的条形林格氏液,这样在两电极间就形成了较大的电位差,即记录到的 ECG R 波幅度大。随着心脏周围林格氏液的增加,当心脏兴奋时,心脏周围能向心肌细胞内流动的 Na^+ 的空间范围扩大,即细胞外提供 Na^+ 的空间范围扩大。而动作电位是全或无的,也就是说,每次心脏兴奋时, Na^+ 内流的量是不变的,因此仅从两电极间这个方向上内流的 Na^+ 的量就减少,造成两电极间形成的电位差减小,表现为 ECG 的 R 波幅度下降。这表明,心脏周围容

积导体的量,在体时则为心脏周围组织液的量能够影响 R 波的大小。当心脏周围的某些病变如胸腔积液、心包炎致心包积液等,若改变了心脏周围的组织液的量或质时可能出现 R 波的改变。

参考文献:

- [1] 朱大年.生理学[M].7 版.北京:人民卫生出版社,2008:86-98.

- [2] 黎萌.电偶极子与模拟心电测量[J].大学物理,1994,13(8):29-30.
- [3] 周翔.心脏周围组织内心电场传播的衰减[J].第一军医大学学报,2001,21(9):653-654.
- [4] Stinstra JG. The volume conductor may act as a temporal filter on the ECG and EEG[J]. Med Biol Eng Comput,1998,36(6):711-716.

(收稿日期 2013-01-15)

(上接第 99 页)

本次实验所用的是乙醇萃取剂,而乙醇本身的抑菌作用不能忽视,尤其是本次实验药物稀释前后抑菌环直径不是成比例的缩小,在一定程度上体现出了乙醇是本次实验的一个重要影响因素。但乙醇易挥发,作用不稳定,所以在一般的实验中很少涉及关于乙醇的空白实验。近年来中药提取物对细菌的抑制作用研究较多,而中药抑菌作用的研究也是开发利用中药资源的一个重要组成部分。本实验只是对金银花和野菊花进行了粗提,因此,不能确定到底是哪种具体成分具有抑菌作用。下一阶段的研究任务是采用不同的分离方法分离金银花和野菊花的具体成分,以便确定到底是哪种成分具有抑菌作用。

参考文献:

- [1] 任爱农,王志刚,卢振初,等.金银花抑菌和抗病毒作用实验研究[J].药物生物技术,1999,6(4):241.
- [2] 南京中医药大学.中药大辞典[M].2 版.上海:上海科学技术出版社,2006:2144.
- [3] 国家药典委员会.中华人民共和国药典 2005 年版[M].一部.北京:化学工业出版社,2005:596.
- [4] 消毒产品检验消毒技术规范[S].北京:中华人民共和国卫生部,2002:83-93.
- [5] 管仲莹,赵金明,林巧智.金银花提取物抑菌作用的实验研究[J].辽宁省中医药研究院,2009,47(15):150-152.
- [6] 张清华,张玲.菊花化学成分及药理作用的研究进展[J].食品与药品,2007,2:60-63.
- [7] 曾帅,王子寿,贾俊.野菊花水煎液体外抗菌作用实验研究[J].中国中医急救,2008,7(17):971.
- [8] 高静,龙伟.中药提取技术的研究进展[J].医学导报,2007,26(9):1058-1060.

(收稿日期 2013-02-04)

(上接第 102 页)

以外,还具有抑制 VCAM-1 的表达,可能是其抗 AS 的机制之一。然而这些有益的影响的确切机制尚不清楚,还需进一步的研究。

参考文献:

- [1] Ross R. Atherosclerosis—an inflammatory disease[J]. N Engl J Med,1999,340(2):115-126.
- [2] 吴萍,黄引平,叶笃筠,等.青心酮活血化瘀作用机制的研究进展[J].中草药,2001,32(3):277-279.
- [3] 黄引平,叶笃筠,马庭元,等.青心酮对妊高征患者胎盘血管壁一氧化氮合成酶和血浆内皮素的影响[J].中华妇产科杂志,1996,31(11):667-669.

- [4] Li H,Cybulsky MI,Gimbrone MA Jr,et al. Inducible expression of vascular cell adhesion molecule-1 by vascular smooth muscle cells in vitro and within rabbit atheroma[J]. Am J Pathol,1993,143(6):1551-1559.
- [5] Hackman A,Abe Y,Insull W Jr,et al. Levels of soluble adhesion in patients with dyslipidemia[J]. Circulation,1996,93(7):1334-1338.
- [6] 冯宗忱.动脉粥样硬化-血管壁的慢性炎症[J].中华心血管病杂志,2005,33(5):393-394.
- [7] Larsson PT,Hallerstam S,Rosfors S,et al. Circulating markers of inflammation are related to carotid artery atherosclerosis[J]. Int Angiol,2005,24(1):43-51.

(收稿日期 2013-02-11)