

# 正常家兔的心电图

赵紫东

(河南省洛阳地区卫生学校生理教研组)

关于正常家兔的心电图已有报道。早年来文(Levine)<sup>[1]</sup>报告了用5个导联描记的23只家兔的心电图,发现有明显的自发性变化。陈修等<sup>[2]</sup>在作其它实验研究时观察到家兔第二标准导联T波自发性变化很小。我们的研究目的是对这一常用的实验动物的心电图及其变异特点提供较为系统的资料,以供有关的研究者参考。

## 实验方法

成年健康家兔50只(雌22只,雄28只,体重1.5—3.0公斤),在不麻醉状态下背位固定在实验台上。用毫针插入皮下引导心电图,依次记录三个标准导联(L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>),加压单极肢导联(aVR, aVL, aVF)和单极胸导联的心电图。胸导联电极安放位置是参考阿塔(Atta)和范纳斯(Vanace)<sup>[3]</sup>的方法。第1胸导联(MV<sub>1</sub>)的电极,放在第四肋间右锁骨中线上;第2胸导联(MV<sub>2</sub>)电极放在与MV<sub>1</sub>对称位置,即第四肋间左锁骨中线上;第3胸导联(MV<sub>3</sub>)电极则放于第五肋间左腋中线上。全部实验用热笔式心电图描记器描记。纸速25毫米/秒,电压10毫米/毫伏。实验过程中动物十分安静;未见挣扎。10只家兔实验后立刻处死,取出心脏作病理检查,未发现异常。

测量方法:各个间期的测量,先在某一个导联上进行初步测量,然后再在其他导联核对。如各个导联数值不尽相符,则取平均值作为测量结果。各个波幅测量都是自等电位线上缘至波顶,或下缘至波底,分别各个导联中测量2—3个波幅,算出平均值。S—T段的测量是以QRS波开始作为比较基础。基线不稳者不予以统计。为了测量得比较准确,借用放大镜进行

观察。

## 实验结果

(一) R—R, P—R 和 Q—T 间期 (1) R—R 间期和心率: 家兔的心率变异范围很大,在150—292次/分之间,其心动周期(R—R)的平均值见表1。心率分布情况见表2。在50只家兔中,窦性心律不齐者一例。(2) P—R 间期和 Q—T 间期见表1。

(二) P 波、QRS 波和 T 波的时间 没有对每个导联的P波, QRS波和T波时间都进行测量,而是选择波形最清晰的某一个导联作测量。T波时间绝大多数从L<sub>2</sub>导联测量。P波, QRS波, T波的平均时间见表1。

以上各项心电图参数,经统计学处理后,两性间均无显著性差异。

(三) P 波和 T 波的方向及其电压, QRS 波的波型及其电压 各导联P波的方向和各个方向的P波在全部动物中所占的百分比见表3。电压平均值见表4,部分导联的水平P波,双相P波,未进行电压测量,故未列入表内。QRS波的波型和各种波型所占的百分比见表5。QRS波的平均电压见表4。各导联T波的方向和各种方向的T波所占的百分比见表3。T波的平均电压见表4,部分导联的水平T波,双相T波,未作电压测量,因此也未列入表中。

(四) S—T 段 家兔心电图S—T段移位的情况很少见,各个导联S—T段几乎都位于等电位线上。50只中发现S—T段下降0.05—0.06毫伏的有9只,见于MV<sub>1</sub>导联的6只, MV<sub>2</sub>导联的1只, L<sub>2</sub>和L<sub>3</sub>导联的各1只。没有见到S—T段抬高的现象。

表 1 各个间期的测量结果

项 目	性 别	例 数	均 数 ( $\bar{x}$ )	标准误( $S_{\bar{x}}$ )	显 著 性
心 率 (次/分)	♀	22	230.54	6.52	$t = 0.9363$ $P > 0.20$ 无差异 $< 0.50$
	♂	28	222.00	6.26	
R—R 间期 (秒)	♀	22	0.2650	0.0077	$t = 1.1032$ $P > 0.20$ 无显著差异 $< 0.50$
	♂	28	0.2789	0.0093	
P—R 间期 (秒)	♀	22	0.0650	0.001039	$t = 1.0617$ $P > 0.20$ 无显著差异 $< 0.50$
	♂	28	0.0618	0.001257	
Q—T 间期 (秒)	♀	22	0.1431	0.002905	$t = 0.8046$ $P > 0.20$ 无显著差异 $< 0.50$
	♂	28	0.1403	0.002088	
P 波 (秒)	♀	22	0.02909	0.001609	$t = 0.29186$ $P > 0.50$ 无差异 $< 0.80$
	♂	28	0.02964	0.001091	
QRS 波 (秒)	♀	22	0.0309	0.00093	$t = 0.1538$ $P > 0.80$ 无差异
	♂	28	0.0307	0.00089	
T 波 (秒)	♀	22	0.0732	0.00267	$t = 0.0891$ $P > 0.80$ 无差异
	♂	28	0.0729	0.00212	
电 轴 (度)	♀	22	49.45	12.60	$t = 1.2138$ $P > 0.20$ 无显著差异 $< 0.50$
	♂	28	69.71	10.99	

表 2 心率分布情况

心 率 (次/分)	150—169	170—189	190—209	210—229	230—249	250—269	7270	总 计
例数与 百分比	3/6%	3/6%	9/18%	8/16%	14/28%	7/14%	6/12%	50/100%

表 3 各导联 P 波及 T 波的方向(兔数和百分比)

波名	导 联	直 立		水 平		倒 置		双 相	
		例数	百分比	例数	百分比	例数	百分比	例数	百分比
P 波	L <sub>1</sub>	45	90%	4	8%	1	2%		
	L <sub>2</sub>	45	90%	5	10%				
	L <sub>3</sub>	14	28%	34	68%	2	4%		
	aVR			5	10%	45	90%		
	aVL	23	46%	27	54%				
	aVF	35	70%	15	30%				
	MV <sub>1</sub>	28	56%	20	40%	1	2%	1	2%
	MV <sub>2</sub>	48	96%	2	4%				
	MV <sub>3</sub>	42	84%	8	16%				
T 波	L <sub>1</sub>	50	100%						
	L <sub>2</sub>	50	100%						
	L <sub>3</sub>	23	46%	10	20%	14	28%	3	6%
	aVR					50	100%		
	aVL	44	88%	6	12%				
	aVF	44	88%	4	8%	2	4%		
	MV <sub>1</sub>	16	32%	4	8%	28	56%	2	4%
	MV <sub>2</sub>	49	98%			1	2%		
	MV <sub>3</sub>	50	100%						

表 4 各导联 P, QRS 及 T 波的幅度(平均值及标准差)

电压 (毫伏) 导联		P 波			QRS 波			T 波		
		直立	倒立	双相	Q	R	S	直立	倒立	双相
L <sub>1</sub>	平均值	0.0284			0.0725	0.2069	0.0950	0.1190		
	标准差	0.0200			0.0749	0.2097	0.1055	0.0688		
L <sub>2</sub>	平均值	0.0304			0.0150	0.2926	0.1261	0.1432		
	标准差	0.0187				0.1637	0.1058	0.0555		
L <sub>3</sub>	平均值	0.0186			0.0300	0.1988	0.1988	0.0667	0.0535	
	标准差	0.0077				0.1228	0.1228	0.0420	0.0360	
aVR	平均值		0.0360		0.1745	0.1039	0.2689		0.1186	
	标准差		0.0721		0.1555	0.0796	0.2135		0.0509	
aVL	平均值	0.0187			0.0831	0.1405	0.1200	0.0609		
	标准差	0.0114			0.0804	0.1481		0.0443		
aVF	平均值	0.0220				0.2120	0.1162	0.0802		
	标准差	0.0118				0.1401	0.0944	0.0428		
MV <sub>1</sub>	平均值	0.0214	0.0200	0.0200		0.2924	0.4822	0.0644		
	标准差	0.0266				0.1801	0.2342	0.0487		
MV <sub>2</sub>	平均值	0.0294				0.5380	0.4281	0.2102		
	标准差	0.0161				0.2828	0.2356	0.1199		
MV <sub>3</sub>	平均值	0.0212				0.3346	0.1647	0.1406		
	标准差	0.0126				0.1989	0.1467	0.0710		

注: 部分导联的双相 P 波, 双相 T 波, 未测量电压, 故表中未标出。

表 5 各导联 QRS 波的波型(兔数和百分比)

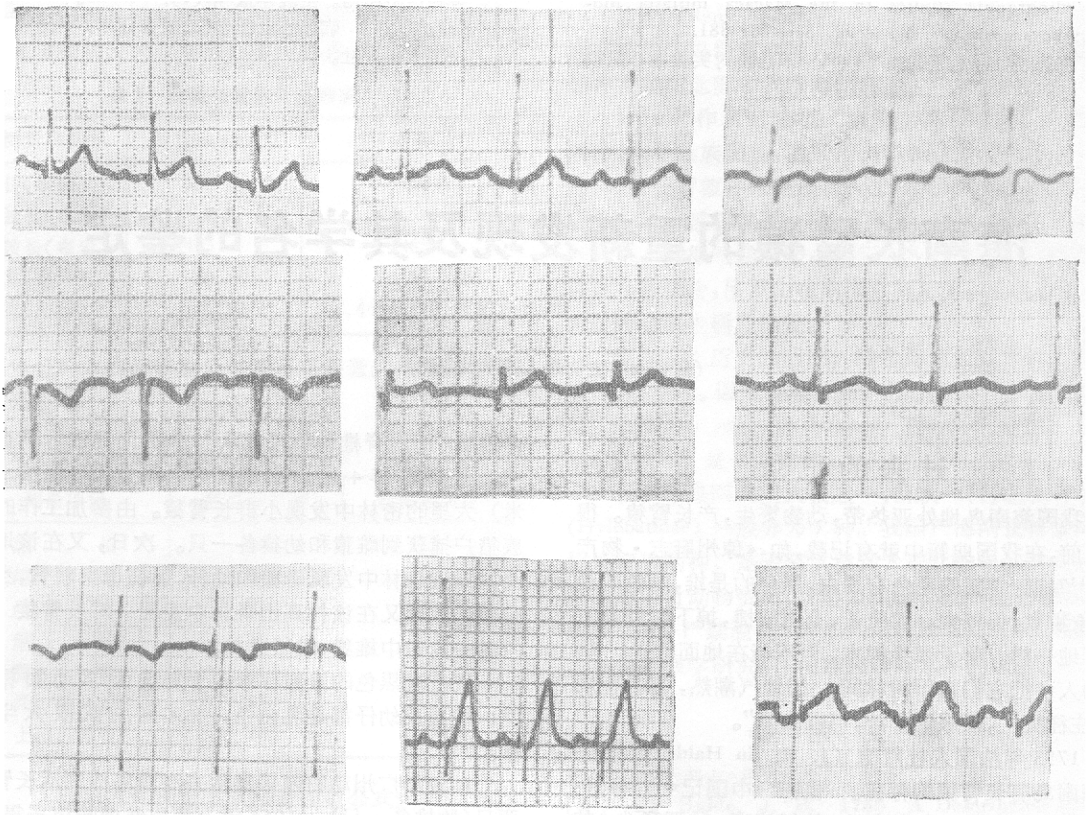
导联	QS	Qr	QR	qR	qRs	R	Rs	RS	rS	rSr'
L <sub>1</sub>	2/4%	4/8%		12/24%	3/6%	13/26%	8/16%		8/16%	
L <sub>2</sub>				1/2%	1/2%	10/20%	30/60%	1/2%	7/14%	
L <sub>3</sub>	1/2%			1/2%		4/8%	29/58%	3/6%	12/24%	
aVR	19/38%	10/20%		9/18%	1/2%	1/2%	1/2%		7/14%	2/4%
aVL	7/14%	9/18%	3/6%	19/38%	1/2%	9/18%			2/4%	
aVF					1/2%	7/14%	33/66%	3/6%	2/4%	
MV <sub>1</sub>							13/26%	1/2%	36/72%	
MV <sub>2</sub>						1/2%	31/62%	2/4%	16/32%	
MV <sub>3</sub>				1/2%	2/4%	8/16%	33/66%	1/2%	5/10%	

(五) 心电图 用肢体导联六轴系坐标图<sup>[4]</sup>测量 QRS 波群平均心电图轴, 算出导联 L<sub>1</sub> 和 L<sub>3</sub> QRS 波群的振幅, 从坐标图上找出 QRS 波群平均心电图轴, 结果见表 1。电轴左偏者(0~ -90 度)占 14% (7 例), 右偏占 28% (14 例), 包括两只重度右偏者在内。其余为正常心电图轴。

(六) 低电压 三个标准导联或三个加压单极肢导联中, 每个导联的(R + S)电压都不到 0.5 毫伏称为

低电压。50 只中有 30 只为低电压, 占 60%。家兔心电图图中低电压比较常见。

(七) 动态特征 在两周内每隔 1—2 天对 5 只家兔作反复观察, 每只动物每次描记心电图都尽量在相同的条件下进行, 如尽量将电极放在同一个位置上动物都不禁食等。比较得到的心电图, 我们发现: (1) 大多数导联的 P 波, QRS 波, T 波的电压可以发生变化。(2) P 波, QRS 波, T 波的形状也有改变。(3) P 波方



正常家兔心电图

白色, 1.8 公斤, 电压 10 毫米/毫伏, 纸速 25 毫米/秒, 自左向右, 上行:  $L_1, L_2, L_3$ ;  
中行:  $aVR, aVL, aVF$ ; 下行:  $MV_1, MV_2, MV_3$ 。

向改变常出现在  $L_3, aVL, MV_1$  导联。(4) T 波方向改变常出现在  $L_3$  和  $MV_1$  导联。

## 讨 论

从得到的结果来看, 家兔的心电图(见图)和人的心电图颇为相似。家兔的心率较快, 心动周期, 各个间期和各波的时间较短, 电压也较低。各个波最大电压在一些导联上出现的情况和人的相同, 例如, 在人心电图中,  $L_2$  导联 P 波平均电压 (0.1 毫伏) 最大, Q 波在  $aVR$  导联最深 (平均电压 0.67 毫伏), R 波以  $L_2, V_3, V_5$  导联最大 (平均电压分别为 0.932 毫伏, 0.975 毫伏, 1.35 毫伏)。S 波以  $V_1$  导联最深 (平均电压 1.05 毫伏),  $V_1$  导联  $\frac{R}{S} < 1$ ,  $V_5$  导联  $\frac{R}{S} > 1$ 。而家兔的心电

图 P 波, Q 波, R 波, S 波, 在上述导联中也是最大。 $MV_1$  导联 R/S 的比值大多数动物小于 1,  $MV_2$  导联 R/S 大于 1。T 波的情况也相似, 人的 T 波以  $L_2, V_3, V_5$  最大 (平均电压分别为 0.33 毫伏, 0.55 毫伏, 0.37 毫伏) 家兔也是  $L_2, MV_2, MV_3$  导联最大。成人  $V_1, V_2$  导联中没有 Q 波,  $V_3$  也极少有 Q 波。家兔  $MV_1$  和  $MV_2$  也

未见到 Q 波。

家兔心电图显示自发性变化, 其原因尚不清楚。我们得到的结果和文献报道是一致的。许多导联的 P 波, QRS 波, T 波的电压和波型可以发生改变。我们用 9 个导联反复记录同一只家兔心电图时, 观察到 P 波, T 波的改变常常出现在某些导联上, P 波常在  $L_3, aVL, MV_1$  上; T 波方向变化常出现于  $L_3$  和  $MV_1$  上。莱文和陈修等报告  $L_2$  导联 T 波全部是直立的。我们的结果也是这样。

我们还观察了引导电极位置的改变对心电图的影响。肢体导联引导电极位置的改变对心电图影响不大, 改变胸导联引导电极位置时, 若使电极离开原记录位置约 1.5 厘米, 图的形态就有改变。莱文也注意到这种情况。因此, 描记家兔心电图时, 胸部引导电极的位置每次应尽量放在一个位置上。

## 参 考 资 料

- [1] Levine, H. D. 1942 Spontaneous changes in thenormal kabbit electrocardiogram. *Amer. Heart J.* 24: 209—214.
- [2] Atta, A. G. and P. W. Vanace 1960 Electroca-

rdiographic studies in the *Macaca mulatta* monkeys. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **85**: 881.

[3] 陈修、陈维洲、丁光生 1964 苯乙胍对实验性心肌损

害的预防作用。生理学报 **27**(1): 74—80。

[4] 黄宛 1965 临床心电图学(二版修订本)53—55。人民卫生出版社。