DOI:10.16016/j.1000-5404.1991.03.019

2.3 浸蜡杯中加入1/10的硬脂酸和包埋蜡中加入3/1000的蜂蜡，可使切片好切，也易展平。另外由于肺组织含气较多要适当延长其浸蜡时间。

2.4 切片染色：冲击伤肺因出血，水肿较严重若脱水、透明、浸蜡不当，切片就非常困难且染色中容易掉片。补救办法是：捞片前载玻片上先涂上一层蛋白甘油，捞片后用电吹风及时吹干直至蜡溶化，以使切片贴得更紧。如因硬脆而切不下，可将蜡块修出组织面后放入软化剂中（甘油1份＋60%酒精2份即成）。浸泡12h～24h再切，如果还切不下就放到冰块上10min～15min。一般说来就不会再因为硬脆而切不下。除非其它原因所致。如切片多皱折，难展开，可配制20%～40%的酒精溶液，只须将切好的石蜡膜先放入此液中，让薄薄的石蜡膜沾上低浓度酒精，然后将石蜡膜飘浮于42℃左右的温水上，这样切片马上自行展平，制成的片子效果很好。当然刀的锋利程度与切片质量的好坏也是至关重要的。

（本文承蒙本校防原医学教研室古德全高级实验师、本室朱佩芳教授修改，特此致谢。）

参 考 文 献

1. 王正国。冲击伤。北京：人民军医出版社，1983：45～53；149～166
2. 芮菊生 杜懋琴 陈海明，等。组织切片技术。浙江：人民教育出版社，1983：98～106
3. CFA 卡林著，孔庆雷译。组织病理学与组织化学技术手册。上海：科学出版社，1982：184～187
4. 杜卓民。实用组织学技术。北京：人民卫生出版社，1982：41～42

（收稿：1990.09.12；修回：1991.03.20）

家兔胸腹体积的测定方法*

张均奎 王正国（野战外科研究所 四室）

家兔胸腹腔及其内主要器官，如肺脏、胃肠道，弹性大，在冲击波作用下，极易受压和扩张[1]。动物胸腹体积的变化量与器官冲击伤伤情呈一定相关关系[2]。测定冲击波作用下家兔胸腹体积变化量的前提是建立其体积测量方法，该方法还未见文献报道。本实验试图通过几种家兔胸腹体积测定方法的比较，从中找出并证明一种简便可行的方法，即对家兔正侧位二维照片进行面积转换，继而计算体积的方法。

1 实验材料和方法

1.1 测量方法

选择大小不等的雄性家兔10只，体重2.6±0.43kg，实验前夜禁食。实验时将家兔立于一台面，两根软绳分别位于肩带腋窝和盆带腹股沟，向前后固定于支架上，让家兔躯体充分伸展，对家兔正位（即俯位）、侧位于吸气末拍照。

用浸水的石膏绷带缠绕家兔躯体，范围为肩带至盆带，待石膏成形后，取下石膏筒，让其自然凉干。凉干后的石膏筒内壁涂上防水涂料，严防水的外渗，将水倒入石膏筒，并计量，此为灌水法。

按等距离横向切开石膏筒，观察各横截面形态。

*国家自然科学基金资助课题

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

1.1.1 测量各截面最大横、纵径长度（图1左），按公式（1）（见下述）计算截面面积，此为椭圆法。

1.1.2 等分石膏截面横径，测量各等分点上的纵径长度（图1右），按公式（2）（见下述）计算截面面积，此为积分法。

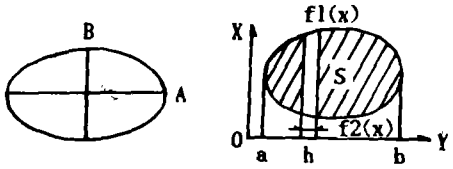


图1 截面面积计算方法示意图

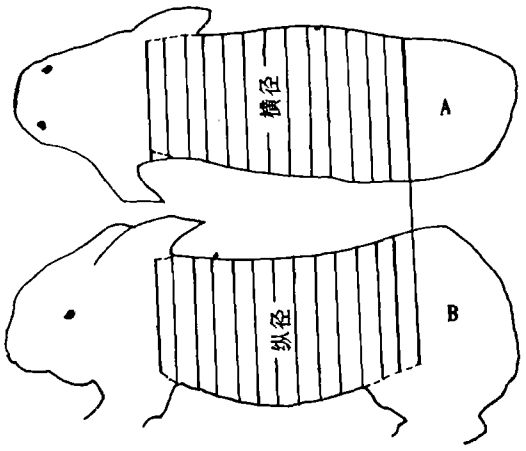


图2. 照相法计算家兔各截面面积和体积

家二兔维投影图，示各截面横、纵径

1.1.3 在正侧位照片上将石膏缠绕始、终点间距等分，在等分点上测量家兔躯体边缘投影间距，以及压紧躯体两缘皮毛点的间距，按公式（1）计算截面面积（图2），此为照相法。

将上述方法测得的各截面面积依公式（3）计算出家兔胸腹体积，然后相互比较。

1.2 计算方法

1.2.1 椭圆法求截面面积

各截面长短径分别为A、B，该截面面积为

$$S = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot A \cdot B \quad \cdots\cdots (1)$$

（圆为椭圆的特例）。

1.2.2 积分法求截面面积

图1右示某一石膏截面图，$\int_a^b f_1(x)\,dx$、$\int_a^b f_2(x)\,dx$分别为截面上下缘与横轴围成的面积，$\int_a^b [f_1(x) - f_2(x)]dx$则为截面面积S。依Simpson's积分法[3]，得

$$\begin{aligned} S &= \int_b^a [f_1(x) - f_2(x)] \cdot dx \\ &= h \cdot \{[f_1(a) - f_2(a)] + 4[f_1(a+h) - f_2(a+h)] + 2[f_1(a+2h) - f_2(a+2h) + \\ &\quad 4[f_1(a+3h) - f_2(a+3h)] + 2[f_1(a+4h) - f_2(a+4h)] + \cdots\cdots + 4[f_1(b-3h) - f_2(b-3h)] \\ &\quad + 2[f_1(b-2h) - f_2(b-2h)] + 4[f_1(b-h) - f_2(b-h)] + [f_1(a) - f_2(b)]\} / 3 \cdots\cdots (2) \end{aligned}$$

式中，x为自变量，f(x)为被积函数，a、b分别为积分下、上限，h为增量。用BASIC语言对公式(2)编程计算，得此截面面积。

1.2.3 求体积

石膏筒形状，可以被认为是由多个小台体（图3）组成的。小台体的体积为：

$$V_n = \frac{h}{3} (S_1 + S_2 + S_0) \quad (4)$$

式中，S_1、S_2分别为上、下底面积，S_0为中截面面积，h为小台体高，$S_0 = \sqrt{S_1 \cdot S_2}$

由此得石膏筒内体积：

$$V = h \cdot (S_1 + 2S_2 + \sqrt{S_1 \cdot S_2} + 2S_3 + \sqrt{S_2 \cdot S_3} + \cdots\cdots 2S_{n-1} + \sqrt{S_{n-1} \cdot S_n} + S_n) / 3 \cdots\cdots (3)$$

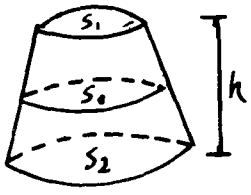


图3 小台体体积计算示意图

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

（n为小台柱个数）

用BASIC语言对公式（3）编程计算体积。

2 实验结果

2.1 石膏筒截面的形态观察

石膏截面大都呈椭圆形或圆形（图4），从石膏筒中心向两端逐渐减小，这与大体观察的家兔胸腹形态相近。

2.2 用积分法和椭圆法求得的石膏各截面面积比较（表1）

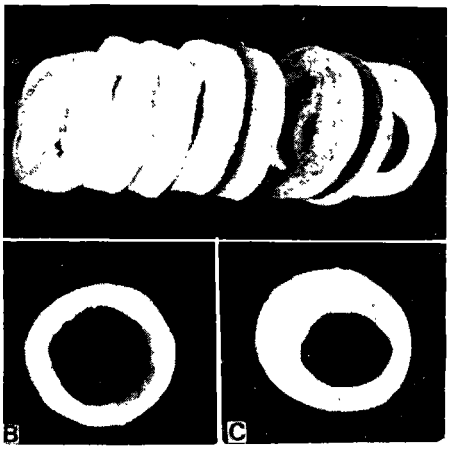


图4. 石膏筒形态

A.石膏筒外形 B.内截面呈圆形 C.内截面呈椭圆形

表1 积分法和椭圆法计算出各截面面积（cm^2）的比较

截面	3号兔		6号兔		7号兔	
	积分法	椭圆法	积分法	椭圆法	积分法	椭圆法
1	48.53	50.89	42.87	42.41	46.47	43.98
2	50.63	50.89	49.53	47.99	46.63	43.39
3	49.00	53.01	56.73	52.59	48.98	49.48
4	59.87	59.69	62.08	64.40	68.63	70.69
5	65.90	70.69	85.00	80.07	91.60	90.71
6	70.60	76.11	65.52	66.76	86.27	86.59
7	88.77	95.03	80.10	72.22	84.00	86.59
8	83.57	90.71	94.27	90.32	65.83	60.08
9	81.77	86.39	79.03	70.10	45.78	44.18
10	83.00	86.59	69.70	65.97	……	……
11	70.00	74.61	58.32	50.01	……	……
12	62.27	63.42	……	……	……	……
13	55.02	56.75	……	……	……	……
14	60.28	63.42	……	……	……	……

用积分法和椭圆法同时计算各截面面积，两者非常相近，经统计学检验，两者无显著性差异，说明各截面面积可以用椭圆法来计算。

2.3 家兔由于其毛发和皮肤组织的松弛，增加了照相法中家兔躯体两缘投影距，应该扣除这种松弛引起的误差（表2）。

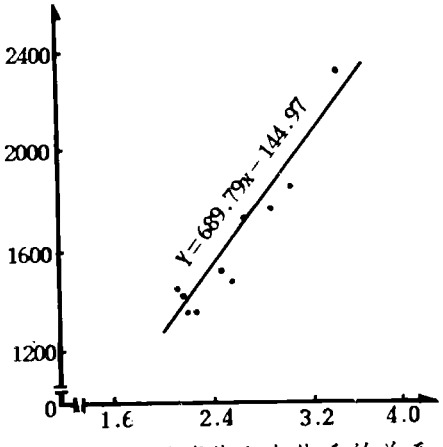


图 5 家兔胸腹体积与体重的关系

从表2看出，扣除误差前后的体积之间存在一定的比例关系，这种换算比例比较恒定，平均值为1.7，且与动物体重无关（$P>0.05$）。

以灌水法、椭圆法、积分法和照相法测得的家兔胸腹体积（表3），相差不显著（$P>0.05$），提示按椭圆法计算家兔二维影像转换的各截面面积，然后求得体积的方法是准确可行的。

体重对家兔胸腹体积的影响较明显，从表3可以看出，家兔胸腹体积随体重的变化而变化，由此进行线性回归（图5）。回归线性方程为：$y=689.79x-144.9$，式中，x为体重，单位为公斤，y为胸腹体积，单位为cm^3。线性相关分析表明，两者正相关非常显著（$P<0.01$）。

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

表2 体积误差扣除后家兔胸腹体积（cm^3）

编号	体重 (kg)	扣除前 (cm^3)	扣除后 (cm^3)	比例
1	2.9	3007.8	1769.3	1.7
2	3.4	3794.5	2368.2	1.6
3	3.1	2834.2	1871.0	1.5
4	2.7	3037.9	1766.3	1.7
5	2.2	2491.6	1496.5	1.7
6	2.26	2519.3	1399.6	1.8
7	2.15	2491.6	1591.5	1.7
8	2.2	2318.1	1347.7	1.7
9	2.5	2460.9	1526.2	1.6
10	2.6	2685.2	1491.8	1.8

表3 用4种方法测得的家兔胸腹体积

编号	体积 (cm^3) 灌水法	椭圆法	积分法	照相法
1	1797.5	1805.4	1788.9	1769.3
2	2377.5	2420.8	2405.8	2368.2
3	1872.5	1841.0	1841.0	1871.0
4	1747.5	1721.9	1714.0	1766.3
5	1436.0	1497.8	1482.9	1496.5
6	1385.0	1388.5	1382.9	1399.6
7	1483.0	1591.3	1589.5	1591.5
8	1350.0	1372.8	1366.1	1347.7
9	1532.0	1533.5	1593.7	1526.2
10	1481.0	1423.3	1481.0	1491.8

3 讨 论

家兔胸腹体积的定量观测，目前还未见文献报道。物体体积的测定涉及该物体的立体结构，单靠二维照片很难确定其体积[2]，用测定胸腹体腔间隔的方法，不能整体地动态观察冲击波作用下家兔体腔的变化情况[1]。因此，利用高速摄影（像）机，将家兔正侧位二维影像转化为三维结构，从而计算其体积，在冲击波作用瞬间，动态观测体腔变化与器官冲击伤伤情的关系，对冲击伤发生机理研究十分有益。

本实验基于以下观点，用石膏固定一定伸展体位的家兔，确定石膏外形，石膏筒内容积为家兔胸腹外容积，这是比较合理和客观的方法；家兔胸腹体腔各横截面被视为椭圆形，由此构成的柱体为椭圆柱，由正侧位二维照片确定各切面的长、短径，从而计算胸腹体积。

从实验结果看，各截面的形状酷似椭圆形或圆形，而各截面的积分面积反映了该截面积的真实面积，椭圆法求得的面积与此非常相近。从家兔胸腹腔解剖结构来看，其上下径大于左右径，在胸腹联合部位两径大略相等，截面呈圆形。因此，将家兔胸腹腔各截面视为椭圆形或圆形是合理的，结果相差不大。

照相法比较简便、直观，其最大优点在于，两部高速摄影（像）机（同物距、同拍摄速度）可在同一时刻获取家兔正侧位变化的影像，这为今后研究冲击伤发生机理建立了一个较直观的方法。

家兔胸腹体积的变化受许多因素的影响，在实验过程应注意控制条件，影响因素包括体重、体位、饮食、毛发和呼吸等。体重对家兔胸腹体积影响显著，两者呈明显的正相关关系；在吸气末拍照使石膏筒体积与照相法测得体积相一致；正常自然体位下，家兔不伸展，在实验过程中应使其躯体伸展；饮食一般对腹部体积影响较大，实验前应禁食；家兔毛发及皮肤有一定蓬松度，在计算时应排除这一因素的影响。

参 考 文 献

1. 张均奎 王正国 姚德胜，等。激波载荷下绵羊胸部动力学响应的数学模型。生物医学工程学杂志 1990；7（1）：13
2. 王正国 郑世刚 杨志焕，等。冲击伤研究。创伤杂志 1986；2（4）：193
3. 赵旭。BASIC实用程序100例。电子工业出版社，1985
4. 《数学手册》编写组。数学手册。北京：人民教育出版社，1977

（收稿：1990.08.29；修回：1991.03.29）

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