心血管瓣膜模型及血液循环演示器

郭士安 / 江苏省苏州市第一中学

◉ 背景

在中学生物课、大学“人及动物生理”教学中，动物和人的心脏瓣膜、静脉瓣的作用、血液循环原理等知识是教学中的重难点。这部分知识内容抽象，学生难以理解。目前常见的血液循环模型是用小电珠或发光二极管灯光演示血液循环，这些模型立体感、动感不强，完全开放式循环，不符合人体和动物封闭血液循环的实际情况。而现有的闭管式血液循环演示器一般要需用手直接挤压弹性球推动“血液”循环，没有机械传动装置，也没有电动传动装置。因此，模拟动物及人体心脏和血液循环的原理，设计制作新型心血管瓣膜模型及血液循环演示器，以满足生物教学、科普及科研的需要，具有重要的现实意义。我曾在 2000 年研制成功第一代心血管瓣膜模型，2001 年申请国家实用新型专利。2010 年在原有模型的基础上，对机械传动部分与制作工艺进行了改进，研制出第 2 代模型，即新型心血管瓣膜模型、电动调速人体血液循环演示器和鱼类血液循环演示器。

◉ 仪器装置

心血管瓣膜模型装置见图 1 。图中，左上方为心血管瓣膜通用模型，左下方为心血管瓣膜解剖模型，右边为静脉瓣透明模型。其中， 1 为透明塑料管，2 为瓣膜，3 为支架板，4 为底座，5 为红塑料管，6 为金属架。

人体血液循环演示器包括人体心脏左心房、左心室、右心房和右心室及肺泡、动脉、组织细胞等。见图 2。

鱼类血液循环演示器包括鳃内的毛细血管、动脉瓣、背部大动脉、心房、支架板、组织内毛细血管、房室瓣、心室、底座、动脉圆锥、动脉、静脉瓣和静脉。

◉ 材料用具

大洗耳球，球内胎，防水乳胶膜，可乐瓶，直径 8 ~ 10cm、长 8 ~ 10cm 红塑料管，橡皮塞，内径 3cm、长 7cm 和内径 2cm、长 7cm 厚玻璃管，直径 0.7cm 细玻璃管，直径 0.7cm 无色和绿色透明软塑料管各 1m，厚铁皮，铝合金条，硬塑料板，木料，有机玻璃板，M6×70 和 M3×20 螺钉，木螺丝，502 胶水，一粘灵等。

减速电机（90W）1 台，偏心轮等。

◉ 制作方法

➲ 心血管瓣膜解剖模型

◈ 将红塑料管纵向剪开。

◈ 用球内胎按图 3 所示制作瓣膜 3 个（瓣膜大小根据塑料管内径而定）。

◈ 将塑料管展开，用一粘灵将 3 个瓣膜按图 4 所示粘好，制成三尖瓣或动脉瓣模型。

◈ 同样方法制作二尖瓣或静脉瓣模型。

➲ 心血管瓣膜透明模型

用可乐瓶做外壁和防水乳胶膜做瓣膜，制作方法与前述瓣膜制作方法相同。

➲ 心血管瓣膜通用模型

◈ 用大号橡皮塞制作圆形片 1 个，中间打 1 个圆孔。

◈ 依据图形片上圆孔的大小，剪出长边大于圆孔直径的长方形乳胶膜片，两端对合，再粘在圆形片上。

◈ 将带有瓣膜的圆形片固定在透明塑料片上（用一粘灵黏结），直接推入玻璃管中即可。

➲ 血液循环演示器

◈ 按照心血管瓣膜通用模型制作方法，用乳胶膜制作瓣膜 4 个，再用橡皮塞制作直径为 3cm、厚 1cm 的圆形片 2 个，中间各打 1 个直径为 1cm 的圆孔。制作直径为 2cm、厚 1cm 的圆形片 2 个，中间各打 1 个直径为 0.8cm 的圆孔，再将制作好的瓣膜粘好。把以上 2 组带瓣膜的橡皮塞分别推进厚玻璃管内，调整好位置并固定好，制成心

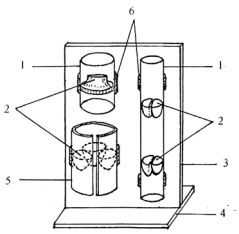


图 1　心血管瓣膜模型示意图

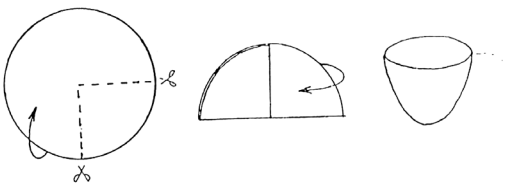


图 3　瓣膜制作示意图



图 2　人体血液循环演示器

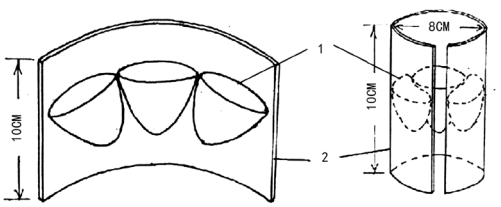


图 4　心脏解剖瓣膜模型制作示意图　1. 瓣膜模型　2. 红色塑料管

脏内的 2 组瓣膜。

◈ 将 4 个洗耳球各剪出 2 个大小适当的圆孔，再将各部分连接，为防止漏液，连接处用细铁丝或金属片固定，缝隙处用一粘灵粘好封严，完成心脏部位的组装。

◈ 用细玻璃管和塑料管连成血管（流静脉血的部分用绿色塑料管，流动脉血的部分用无色透明塑料管）；再将“动脉”和“静脉”分别与“心室”和“心房”连接组成封闭管道。

◈ 用木料和有机玻璃板制成支架板和底座。按“左、右心房”和“左、右心室”所在位置在支架上挖 1 个圆洞（直径略小于洗耳球的直径），再将制好的“心血管”部分固定在面板上，洗耳球外用铝合金条固定，其他部分用金属扣或透明胶带固定。

◈ 鱼类血液循环演示器的制作方法与人体血液循环演示器相似。

◉ 仪器创新点及用途

➲ 创新点

◈ 自制心血管瓣膜模型，包括心血管瓣膜通用模型、心血管瓣膜解剖模型、静脉瓣透明模型，能单独演示各种瓣膜的作用，更加方便教学。

◈ 推动人体血液循环及鱼类血液循环的动力，既可用手直接推动洗耳球，也可用手推动机械装置，还可用调速电机传动推动血液循环，控制血液循环的速度。

◈ 采用洗耳球作为心房、心室模型，其弹性好、寿命长。用防水乳胶膜制成的心血管通用瓣膜，也延长了使用寿命。流静脉血的血管后面贴有绿色纸，颜色较深，与流动脉血的部位加以区别。

◈ 为了看清血液流动，可以冲入三分之二的红色颜料水，留有三分之一的空气，通过大小气泡（相当于血细胞）的流动反映血液流动。也可以在浅红色颜料水中加入一定大小的深红色圆形塑料颗粒代表血细胞，用以体现血液的流动。

◈ 装置制作简单，直观形象，动态感强，演示效果好，使用方便，适用于大中小学生使用。它既可作为教具、学具，也可做成科普玩具，对于动物、人体结构生理教学及科学普及等方面具有重要的教育意义，应用前景好。

➲ 用途

本教具可模拟演示人和鱼类血液循环系统结构和生理现象。

◈ 演示人体心脏内的房室瓣（如人心脏中左房室孔处的二尖瓣、右房室处的三尖瓣）、动脉瓣（主动脉瓣和肺动脉瓣）、上下肢静脉瓣的形态结构特点。

◈ 演示人和鱼类心血管瓣膜结构与功能，能保证“血液”按照一定方向流动，防止“血液”倒流。

◈ 用红颜料水充当血液，演示人和鱼类血液循环系统，由于心房和心室交替收缩和舒张，在瓣膜的控制下，推动血液循环的动态过程。

◈ 帮助学生理解心率、血压、脉搏、心动周期和心输出量等概念。

该项目获得第 27 届全国青少年科技创新大赛科技辅导员创新成果科教制作类一等奖。

专家评语

该项目的主要内容是：利用所制作的仪器演示人体心血管瓣膜和血液循环原理。该项目原理科学，概念清晰，构思巧妙，设计合理，作品教育性强。项目选题新颖，具有实质性创新，对传统方法有突破。作品效果显著，制作规范，具有示范推广价值。■