

## 生理学实验教学中学生技能和智能的培养

王庭槐

中山大学医学院, 广州, 510060

**摘要:** 本文介绍了在生理学实验教学中学生技能和智能培养的重要性, 以及在生理学实验教学中如何提高学生的实验技能和智能。

**关键词:** 生理学, 实验教学, 技能, 智能

## To Training Student's Skill and Intellectual Abilities in Physiological Experimental Teaching

WANG Ting-huai

Zhongshan School of Medicine, Sun Yat-Sen University, Guangzhou, 510060, China

在医学教育中, 作为贯穿教学过程的指导思想应是着重能力的培养而非知识的灌输。随着历史的前进、科技文化的发展, 新思想、新技术、新学科不断涌现, 医学科学的发展速度可谓一日千里, 知识的老化和更新速度越来越快, 医学教育若不迅速转向注重获取知识和运用知识能力以及创新精神的培养, 那么造就出来的学生势必不能适应新世纪的人才需要。在长期的生理学教学实践中, 笔者发现不少学生甚至部分老师对生理实验教学的意义尚不明确, 忽视了在实验教学中加强学生技能和智能培养的重要性。故有必要重申生理实验中学生技能和智能培养的重要性, 以及探讨如何加强培养学生技能和智能这一问题。

### 1 从实验医学的诞生和发展来看学生技能和智能培养的重要性

#### 1.1 哈维血循学说的创立和实验医学的诞生

生理学是一门古老而又年轻的学科, 它的一系列

演变和发展曾经给整个医学带来革命性的变化。早在公元二世纪, 古罗马有位著名的医学家——盖伦, 他提出心血潮流运动说, 认为: 血液是由于肝脏摄取营养物质而产生自然之气, 流过肺脏时与其中的生命之气结合, 然后与大脑的智慧之气三气合一, 通过心膈间小孔来回运动, 形成生命的潮流现象。盖伦的许多学说对维护基督教教义有作用, 因此教会奉他为权威。在中世纪末期, 有两位解剖学家大胆地对盖伦学说提出了挑战, 一位是比利时的维莎里, 一位是西班牙的塞尔维特, 他们的大胆挑战大大地激怒了教会, 遭到了无情的迫害, 维莎里被放逐, 塞尔维特被活活烧死。

然而, 人们对真理的追求并没有停止过。16世纪, 英国一位名叫哈维的医生, 大胆而巧妙地对盖伦的心血潮流学说提出了质疑, 并大胆地提出心循环运动的假说。他知道要推翻盖伦的学说, 必须让事实说话, 向实践求知。按照自己的推断, 当他夹闭动物的左心房静脉时, 发现心脏变得苍白, 当夹闭左心室的动脉时, 心脏又高度充盈怒张, 终于用实验证实自己的推断是正确的。1628年他发表了《心循环运动论》一书, 正式向世人展示了他的发现和实验求证。心循环运动学说问世时, 立即遭到世人的嘲笑和抵制, 但哈维把一切托付给对真理的追求, 他的不懈努力以及

收稿日期: 2012-01-03; 修回日期: 2012-03-07

通讯作者: 王庭槐, 教授, 博士生导师。E-mail: wangth@mail.sysu.edu.cn

令人信服的实验依据最终使人们逐渐认识和接受心血管循环的学说，并开辟了一条从实验中求知的医学研究之路，从而使经典理论医学步入了实验医学。

## 1.2 实验医学的发展对医学生的技能和智能培养提出了更新更高的要求

实验医学诞生之后，取得了突飞猛进的发展，人们从视、触、叩、听的一般物理检查，发展到应用 X 光、超声波、电子计算机 X 线断层扫描、核磁共振来检查疾病，从普通显微镜核一般的生化检查发展到电子显微镜、免疫学、遗传学、同位素、分子生物学 PCR 技术的检查；从铜锌弓接触神经肌肉标本引起生物电的认识到心电图、肌电图、脑电图、脑地形图的临床应用；从神经干动作电位的描记到电压钳技术以至细胞离子单通道的电活动描记的膜片钳技术。这种实验医学技术的发展，对未来的医学工作者提出了更高的技能智能要求。比如要运用膜片钳技术研究可兴奋细胞的离子通道活动的规律，研究者必须掌握细胞分离核培养的技术，生物电放大器的应用和电子计算机应用的技术等等。因此这就要求我们在医学教育的过程中，对医学生的技能和智能的培养提到新的高度。那么，医学生应怎样加强技能和智能的培养才能适应未来医学的要求呢？下面我们探讨一下这个问题。

## 2 怎样提高生理学实验的技能

在生理学学习中怎样提高实验技能，有四个要素是必须注意的。

### 2.1 认清目标，才能找出最好的解决问题的办法

首先，要认清目标，明确目的。在生理学实验中，要求学生不要追求实验操作的进度而急于求成地按书本上的要求操作了事。而应冷静地思考每项操作的目的是什么，这样才有可能把实验做好。例如：在进行“呼吸运动的调节”实验中，全国统编教材中有一个项目是从兔耳缘静脉注入 3% 乳酸溶液以观察血中  $H^+$  浓度，那么不一定非选耳缘静脉不可，从股静脉注入也行，从颈浅静脉注入也行，因为后者的静脉壁比耳缘静脉稍厚，乳酸不易渗漏，其周围神经末梢的分布不及耳缘部丰富，所以注入药液时一般不引起兔的剧痛

挣扎。这样，认清目标，改变策略，便可保证实验的顺利进行。

其次，要扎扎实实练好基本功。这方面我国科学界的先辈为我们树立了楷模。我国著名地质学家李四光为了实地丈量，练就了每跨出一步都是 0.85 m 的以步测距的本领。无独有偶，上海脑研所的张香桐教授 70 岁的高龄仍可以在显微镜下分辨出各种脑神经的细胞。他们的这些本领，就来源于青年时代练就的过硬基本功。我们在生理学实验中要求医学生们一刀一剪、一招一式准确规范，目的就是希望医学生们打下良好的技能基础。美国一位著名的教育学家 Fitts 在进行大量的研究后提出，技能的学习要经历三个阶段——认知期、定位期和自动期。其中认知期的长短反映了技能难度的大小和学习者能力的高低。以学习分离动脉插管手术为例，学习和分解每个动作步骤的过程相当于认知期，将不连贯的分解动作连贯起来则处于定位期，若达到运用自如甚至可以加以改进发挥的境界就进入了自动期。这相当于我国艺人常说的生、熟、巧、妙的四个阶段。这几个时期实质上是一个形成条件反射的过程。开始学习一项技能时态度严谨、动作准确，可以形成严谨准确的条件反射。若一开始便马马虎虎，随随便便，则所形成的条件反射也然。医学生以后操作的对象是病人，高超的技能可以从死神手中争夺回生命，低劣的技能可能将不该逝去的生命之火熄灭。高超与低劣的技能的形成是从医学生时代开始的，所以严格的要求，扎实的基本功训练，对培养和造就未来医学的接班人尤为重要。

在技能的学习中，基本能力的训练不能忽视。美国心理学家弗利世曼在数千名研究对象的实验中总结了人体在进行各种操作活动时所需要的 11 种基本能力：精确控制 (control precision)；四肢协调 (multilimb coordination)；反应能力 (response orientation)；反应时间 (reaction time)；手臂灵活 (speed of arm movement)；随动控制 (rate control)；腕手灵活 (manual dexterity)；手指灵活 (finger dexterity)；臂手稳定 (arm-hand steadiness)；腕指速度 (wrist-finger speed) 和瞄准 (aiming)。这 11 种操作能力系从若干直接操作活动中鉴定总结出来的，被视为技能学习中的基本能力。在生理学实验中，可根据各种操作的需求有意识地引导学生进行有关能力的训练。学生也可以在实验中注意自己的不足之处，有针对性地加强基本能力的训练，扎实练好基本功。

## 2.2 注意手脑并用

在生理实验过程中，要加强学生技能的培养，还必须强调手脑并用。有娴熟的操作能力而忽视手脑并用，充其量是依样画葫芦，谈不上实验的改进和创新。比如制备坐骨神经——腓肠肌标本操作技术上可针对学生可能出现的：①暴露坐骨神经时采用经典方法费时费力操作难度大；②标本两端固定的技巧未掌握，造成手术操作上的被动；③暴露股骨去除股四头肌等肌群时容易损伤神经或残留肌肉太多；④过早剪断股骨造成标本一端失固定；⑤股骨保留端过短等难点，引导学生开动脑筋，手脑并用，找出对策。

2.2.1 从膝关节处半腱肌半膜肌间的小孔撩开肌肉，暴露坐骨神经，这样的术式比较快捷，暴露良好。

2.2.2 标本两端固定时应胸有成竹，考虑方便其后每一操作步骤，比如标本上端的固定点应稍离神经处，以免其后剪出连着有一小块骶骨的坐骨神经时需重新固定。

2.2.3 去除股四头肌肌群时尽量在肌腱处下剪，既可避免剪断神经又可比较干净地去掉不要的肌肉。

2.2.4 考虑先剪腓肠肌肌腱，暴露股骨后，先在腓肠肌肌腱处穿线结扎剪断腓肠肌肌腱，再沿膝关节处剪开，最后才剪断股骨，这样可避免过早剪断股骨造成标本一端失固定。

2.2.5 让学生先观察或测量肌动器上股骨孔的长度，明确保留股骨的目的，则可避免被保留的股骨过短。

通过这样的引导，训练医学生在实验过程中手脑并用，一方面可培养学生的技能，减少或避免实验中的常见错误，另一方面也有助于革新意识的培养。

## 2.3 让学生在独立解决问题中提高自己的技能和解决问题的能力

生理实验的手术操作、仪器的使用过程中常常会出现这样那样的问题。让学生碰到问题时冷静分析考虑出现问题的可能性是什么，症结在哪里，然后设想去解决它，是提高学生能力的好办法。比如用电子刺激器去刺激肌肉标本，肌肉未出现反应时，应引导他们考虑，刺激强度是否太小？刺激器电源是否接通？刺激器的有关参数设置有无问题，肌肉标本是否有活力？这样通过自己的分析考虑，自己去找出问题所在

并设法解决它，学生的能力就得到提高，以后遇到类似的情况也会举一反三，触类旁通。

## 2.4 启发学生善于向他人学习

有句谚语说，“聪明人学习别人，傻瓜只学自己”。特别是在目前的实验条件的限制下，我们不可能每个实验都让每个学生独立完成，往往是3~4人集体完成。因此学生之间应培养相互学习取长补短的学风。当别人操作时，在旁的学生应积极配合，认真观察，吸取经验。他山之石可以攻玉，这方面我有亲身体会。当我还在当助教时，经常要做动物的动脉插管手术，或是测量血压或是复制失血性休克的动物模型，教研室里有位技师动脉插管水平很高，人家插不进时他总能插到。为了学习他的技术，每逢他做实验时，我便在旁认真观察，反复几次之后，我发现了他插管的奥妙：即剪破血管之后，大胆地将血管镊尖插入血管，这样一方面扩张了管壁，另一方面可以为插管导向。这样，别人十来年的插管功夫我花很少的时间就学到手。以后我自己再插管时，即使是大鼠的肝静脉这样高难度的插管，我亦可以应付自如。这就是向他人学习的益处。只要虚心学习他人的经验，并消化吸收成自己的东西，加上自己的努力钻研，实验技能就可以日益精进。

## 3 生理实验中智能的培养

智能是智力与知识技能的总和。智力是主体对于外界事物、知识技能的认识领悟和作出反应的心理机能水平。它为个体脑的解剖生理素质所决定，与大脑皮层细胞群的数量和结构特点有密切关系。主体运用自己的智力去掌握知识和技能，通过实践活动的锻炼才能形成能力。再科学研究中，科学的思维能力起决定的作用。爱因斯坦曾经指出：“高等教育必须重视培养学生具备思考、探索问题的本领，人们解决世界上的所有问题是用大脑的思维能力和智慧，而不是搬书本”。因此在生理实验中培养学生的方法重要的是培养智能而非灌输知识和单纯地强化技能培养。

### 3.1 学会观察

科学必须以事实为依托，科学思维是指主体的思

考推断符合客观实际，而观察是获取科学事实的手段，要使自己的思维判断符合客观实际，必须获取准确的科学事实。

首先，应学会观察。但由于观察者往往是在一定理论思维指导下去获取感性知识。正确的思想指导下，可帮助人们简捷地获取客观事实；而错误思想指导下可能导致人们形成错误的感性认识。因此，在观察中首先应避免先入为主的误导。1894年巴甫洛夫实验室进行着这样一项实验：把相当于胃酸浓度的稀盐酸注入狗的小肠时，发现胰腺分泌出大量的胰液。这个现象被解释为是一种神经反射，但当实验者切断动物迷走神经之后，发现仍有胰液分泌现象，这并未引起实验者应有的反思，他们仍先入为主地认为是局部神经反射所致。1901年法国一位科学家 Werthimer 游离出一段去神经支配但保留血供的肠管重复上述实验，结果胰腺的分泌同样存在。这位科学家仍以局部神经反射的作用作为解释而让真理从自己的眼皮下溜走。幸而贝利斯和史大林抓住这一事实大胆设想：这种现象是否由于盐酸刺激了肠壁产生一种未知的物质，然后输入到胰腺引起胰腺分泌，从而揭开了体液调节与内分泌学的崭新一页。这个史实启示人们应避免先入为主，克服习惯性思维去观察思考问题。

其次，要善于抓住机遇。巴斯德有一句名言：“Chance favours a prepared mind（机遇总是偏爱有准备的头脑）”。这位著名的微生物学家曾经一度为鸡瘟这一难题所困扰，他在一次短期外出之前给鸡注射了霍乱菌培养液，回来后他发现这批鸡并没有染上鸡瘟，他立即着手研究，发现原来给鸡注射的是一瓶已失效的培养液。他深入研究，终于发现了减弱病原体免疫法的原理。当时有人说巴斯德的成功只是由于他幸运地碰上了一批幸存的鸡，于是巴斯德就回敬了那句名言。的确把握机遇必须心有灵犀。1889年冯梅林和闵可夫斯基在斯特拉斯堡研究胰脏在消化过程中的作用时，切除了一只实验狗的胰脏。手术后，实验助手发现这条狗的尿液招来了许多苍蝇。助手报告了闵可夫斯基，闵可夫斯基和助手抓住这一意外现象，推判可能尿中有糖。他们取尿液进行分析，结果果真如此。他们凭有准备的头脑和敏锐的观察力和判断力，使人类认识到糖尿病与胰腺的关系以及为后来用胰岛素来控制糖尿病的方法奠定了理论基础。

要准备好自己的头脑，学会观察，除了引导医学生在知识上不断充实外，还应在实验中养成他们良好

的观察思考、翔实记录的良好习惯。在实验过程运用 3W + 1H，对养成良好的观察思考习惯大有帮助，即 When（什么时间）、What（发生了什么事件）、Why（原因是什么）和 How（表现怎样）。在观察思考中除了 3W + 1H 外，还应把观察或思考到的东西及时、翔实地记录下来。

### 3.2 突破性思维的培养

人们的思维方式，笼统地概括起来可分为两类，一种是垂直思维，如演绎推理中的直言三段论。例如“自然界的任何物质都是可分的；原子是自然界的物质；因此原子是可分的。”另一种方式是水平思维，亦即突破性思维，它摆脱思考的垂直导向，跳出问题的情境之外，从另一个角度或另一个观点来看问题。前面例举的贝利斯和史大林正式突破了前人设定的神经反射理论的思维定势，才发现了体液调节的奥秘。因此在生理学实验中，应培养学生的突破性思维，让学生不被书本中的理论圈死在一个固定的思维定势中，这是科学创造和创新意识培养的先决条件之一。

怎样培养突破性的思维，首先应克服习惯思维定势，不迷信书本不迷信名人，敢于和善于跳出原来的思维圈子，变换角度来观察问题。独立思考与博采众长相结合，也是培养突破性思维所必须的。对于医学生来说独立思考可培养训练他们的思维能力，但由于学识和经验的不足，过分强调独立思考也容易孤立思维，造成短视浅见，所以既要提倡独立思考，又要鼓励互相学习、互相促进、丰富自己的思维，扩展自己的视野。

### 3.3 培养思维的缜密

在智能培养中，科学思维的周密如同创造性思维培养一样重要。周密是指思考问题的周全严密，它可防止思考问题时挂一漏万，防止推理的范围超越事实。巴甫洛夫和他的助手们在研究胃液的头期分泌调节时，发现切断迷走神经胃液分泌明显减少，便断定头期的胃液分泌是纯神经调节，但他们疏忽了迷走神经有分支到幽门，支配 G 细胞分泌胃泌素从而调节胃液的分泌这一体液调节的客观存在。名人的这一认识局限和结论上的缺陷，便是对认识科学思维中周密重要性的最好诠释。在生理实验中，分析问题同样要求缜密。例如，在“心血管活动中神经体液因素的影响”这一

实验中，当夹闭一侧颈总动脉 20 s 时动脉血压升高，这时你可推断可能性有：①脑部缺血缺氧。②外周阻力增加。③血管的感受器反射。如何周密地分析排除不相干的原因呢？可否考虑：①实验动物兔子脑部除颈内动脉供血外，尚有椎动脉的供血，而且脑细胞耐受缺血缺氧可达 3~5 min，而夹闭颈总动脉 10~20 s 即已引起血压升高，这与第一个可能性关系不大，可先不考虑这个因素；②假定是外周阻力所致，则分离一段与夹闭的颈总动脉口径相近大小的股动脉，夹闭后 20 s，观察血压如无变化，可排除第二个可能性的存在；③假定排除了①②两个可能后，考虑血压升高系刺激颈动脉段压力感受器反射所致，则可假设给予夹闭造成血流阻断，管壁压力下降出现的是血压升高的反应，那么，给予牵拉颈总动脉，造成管壁压力增大是否出现血压下降的反应，如出现，即可判断在夹闭段或牵拉段压力所能波及的范围内的颈总动脉管壁上，存在有一个感受压力变化的感受器，这个结论的取得在分析上讲究了缜密。通过这样的分析判断的思维训练，可培养学生缜密的科学思维习惯。

### 3.4 从书写实验报告中培养科学思维能力和科学文字表达能力

书写生理学实验报告，是学生完成实验后冷静坐

下来，分析思考问题并借助文字进行表达的过程，因此是培养学生科学思维能力和文字表达能力的机会。以往已有不少文章专述这个问题，这里只提三个注意点：①注意围绕实验目的来进行分析讨论；②讨论过程中不要单纯描述或复述实验现象和结果数据，而应透过现象看本质，分析出带有规律性的东西来；③结论要从分析讨论中提炼。

### 3.5 借古鉴今学点科学史

剑桥大学的贝弗里奇说过：“近年来人们越来越注重研究科学史，科学家对此都应略有所知，科学史对学科日趋专门化是最好的弥补，并能扩大视野，更加全面的认识科学。”对于生理学学习来说也是如此。医学生可通过阅读医学家的生平和著作，阅读科学发现的经过和历史记载，从中汲取人类智慧的营养，学习医学家的科学思维方法，加深对医学科学的理解。比如在学习胃液分泌调节的同时，学点有关胃液分泌调节的历史，知道前人是采用什么样的实验方法去获得知识，求证未知，既加深对已有知识的理解又学习了前人的科学研究方法，这对医学生智能的培养和发展大有裨益。