生物电的发现

生物体在生命活动过程中所表现的电现象称为生物电。生物电是生物的器官、组织和细胞在生命活动过程中发生的电位和极性变化。生物电是生物活组织的一个基本特征，是正常生理活动的表现。

意大利解剖和生理学家路易吉·伽尔瓦尼(Luigi Galvani, 1737—1798)从1780年开始,使用蛙的离体下肢神经肌肉标本对肌肉收缩机理进行研究。他发现如果将蛙腿的肌肉置于铁板上,再用铜钩钩住蛙的脊髓,当铜钩与铁板接触时,肌肉就会发生收缩。

伽尔瓦尼进行了大量的实验来验证自己的观点。例如使用莱顿瓶作为电流来源作用于标本的坐骨神经脊髓段,可引起腿部肌肉收缩。重复刺激,肌肉可出现收缩的饱和现象,表明存在不应期。持续刺激肌肉可以发生疲劳,恢复一段时间可以重新对电流发生反应。在用绝缘材料包裹坐骨神经脊髓段和小腿神经后,使用莱顿瓶给予神经脊髓段电刺激,可以引起腿部肌肉收缩,并且不向周围组织扩展,证明给神经以电流刺激,电流通过神经本身传导,不通过周围组织,神经的电传导与周围组织是绝缘的。后来他证明神经周围存在绝缘结构,富含油性成分。

他对第二种电来源即空气电(闪电)也进行了研究——将蛙神经肌肉标本的神经通过长长的导线连接在屋外的金属杆上,标本放在屋内。一共在4次雷声前观察到肌肉收缩,刚好在雷声之前,证明大气电也可引起肌肉收缩。那么除了外源的电流,神经本身有电流吗?

他使用两种不同金属制成的金属弧连接神经和肌肉,结果发现肌肉也会发生收缩,据此,伽尔瓦尼提出第三种电来源——生物电的存在。他认为神经和肌肉带有相反的电荷,肌肉带正电,神经带负电,金属导体的作用是把神经和肌肉之间的电路接通。1791年底,经过十多年的研究之后,伽尔瓦尼出版了他著名的第一部著作《De Viribus Electricitatis in Motu Musculari》(《论肌肉运动中的电作用》)。

随着伽尔瓦尼的著作和“生物电学说”在整个欧洲引起了轰动,质疑声也从未间断过。质疑声中最著名的当属意大利物理学家、化学家亚历山德罗·朱塞佩·安东尼奥·安纳塔西欧·伏特(Count Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta, 1745—1827)。

1792年,伏特成功重复了伽尔瓦尼的实验,并称赞“这一发现在物理学和

化学史上是足以称得上划时代的伟大发现之一”。但后来，伏特对“生物电”的说法产生了质疑。伏特在阅读了1750年瑞士科学家约翰·格奥尔格·苏尔策（Johann Georg Sulzer）的研究后，1783年，伏特认为伽尔瓦尼实验中发现的电现象，不是动物机体产生的生物电，而是由于实验中连接肌肉和神经的金属不同所致，是不同电学属性的金属接触时造成的“双金属电流”刺激了肌肉标本。如果用同一种金属作导体，收缩就不会发生，实验中的蛙腿只是起到了验电器的作用。

双方各执己见，事实上伽尔瓦尼和伏特的观点都有其正确的一面，伏特为了证明自己的观点不断研究，最后在1800年发明了伏特电堆，从而首次为稳定地产生电流创造了可能。

伽尔瓦尼针对伏特的质疑又进行了2个著名的实验。1794年，伽尔瓦尼设计了“无金属收缩实验”：在无金属参与的情况下，仅有神经-肌肉标本存在，他将一个肌肉标本横断，又将另一个神经肌肉标本的神经干搭在横断肌肉上，并使之跨越肌肉的完好面和损伤面，仍能实现该神经支配的肌肉收缩。具体由两个实验组成：其一使用同一金属制成的金属弧连接神经和肌肉同样引起肌肉收缩。其二将神经的断面接触肌肉表面后可引起肌肉收缩，将一个神经肌肉标本的神经断端接触另一个神经肌肉标本的完好神经表面，两个标本的肌肉都发生收缩。这两个实验有力证明了“生物电”的存在，也标志着电生理学作为一门学科的正式诞生。

真理越辩越明。当初伽尔瓦尼和伏特这两位科学巨人的意见互相针锋相对，引发了一场有意义的学术争论，伏特认为伽尔瓦尼的每一个实验都应该用双金属电流来解释，而伽尔瓦尼则相信自己的每一个实验中的电都是动物组织产生的。他们各自进行实验来验证自己的观点。伏特在伽尔瓦尼的实验启发下，建立了金属接触电动势理论，从而在1800年发明了伏特电池，这是人类第一个产生稳定电流的电源。伽尔瓦尼为了答复伏特的质疑，进行了著名的“无金属收缩实验”，掀开了电生理学的开端。