DOI:10.16016/j.1000-5404.1983.04.015

技术与方法

长茎玻璃微电极的制备

王作青 张问德

（生理学教研室）

记录单个细胞活动电位目前采用的是金属微电极和玻璃微电极。由于金属微电极茎段较粗，在某些研究中，对组织损伤较大，使用玻璃微电极较好。我们根据玻璃微电极长度，划分微电极为短茎微电极（30～60mm）和长茎微电极（60mm以上）。对于短茎微电极的制备方法已趋成熟，但对于长茎微电极，特别是严格控制长度的长微电极的制备，目前还面临着许多技术困难，现将我们在制备过程中的一些体会和改进提出来，供研讨。

制备方法

一、玻璃微电极的拉制

我们曾用日本制的自动拉制机拉制长茎微电极，但未能满足实验要求，遂改用我室自做的拉制装置进行。将固定到双凹夹的微电极玻管毛坯放到上下可移动的加热器中心（普通电炉丝绕成直径5mm、高4mm）。加热器连接到变压器。拉制分两步进行。第一步，电源电压调到9～12V，加热圈呈橙色，待玻管加热变软后，由于重力作用（毛坯管下端加一重约18克的砝码）开始缓慢向下移动时，将电源调小1—2V，此时电极玻管可控制性地均匀被拉长，在电极一侧置厘米尺，到需要长度时关闭电源。第二步，将加热圈下移0.5～1.0厘米，再开电源到8～9V，电极即可拉成。若使电极尖端更细些，则第二步的电源就开大些。第一步的电源电压要掌握好，否则难以控制电极的长度。

二、玻璃微电极的充灌

我们用多次煮沸法充灌电极，以期管内气泡由于冷热变化而移位，逐出气泡。每次煮沸十分钟，进行电阻检查，不合格者（我们多次实验应用证明，从而规定，阻抗在20兆欧以上或2兆欧以下的均不合格；显微镜下检查，尖端直径在8μ以上也不合格）再次煮沸。一般经过三次煮沸后，电阻值在合格之列可达90%。充灌液为2M氯化钾。煮沸时将电极横放在小容器内，充灌液淹过电极约5mm，在电炉上煮沸。以往使用大烧杯，电极垂直固定到一个支架上。因为大容器内煮沸产生很大气泡，容易将尖端折断。改用小容器横向放置后，产生细小气泡，电极均匀受力，尖端很少折断，同时，小容器用的充灌液少，加热快，省时、省材，易于掌握。

效果

经上述方法制备的长茎玻璃微电极用于猕猴的条件反射。记录海马单C放电，效果满意。有时一个电极还可以反复使用。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.ne

讨　论

1948年凌宁首次成功地使用玻璃微电极记录肌纤维以来，由于玻璃微电极的绝缘性能良好，易于制作，电极与组织接触可靠，可将若干特殊技术(微电泳，选择性离子敏感电极)结合起来使用，人们乐于用此类电极。拉制微电极方法从手工到自动化拉制，但自动化拉制有其不足之点。例如，长茎微电极的拉制不如手工拉制。我们用变化加热电压到一适当值后，其长度得到有效的控制，从而增加了成功率，减少了盲目性和浪费。

充灌微电极的方法多种多样：有减压煮沸电极 (Ling A Cierard, 1949;Nastuk A Hodkin, 1950)；事先充灌注电解质后拉细玻管 (Kao, 1954)；先充灌电极尖端后置入细玻璃棒，然后在电极粗口端沿玻璃棒用微量滴管小心地加充灌液，利用毛细作用充灌电极[1]；Tasake等用玻璃丝插入到待拉制的管内而进行快速充灌；V.V.Razansky将毛细管焊到待拉制的毛坯管内壁，然后进行拉制；Dowben和Rose[2]用金属 (如铟) 充灌毛细管之半后将该毛细管小端拉细，此时金属尚未充灌毛细管尖端，加热后管内金属再度熔化后充灌尖端。

上述种种充灌方法复杂，技术上难度大。我们用简便的多次煮沸法得到满意效果，成功率高，有实用价值。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.ne