

## The origin of biopotential (陳建宇)

這次報告分成四個部分討論 biopotential：細胞膜、神經細胞如何傳遞電訊號、ECG 量測訊號對應到的生理狀態、biomagnetism。

### 細胞膜：

生物體中的細胞膜內膜外離子濃度不一樣，這是因為：

(1) 細胞膜只讓中性小分子自由通過，帶電離子不管再怎麼小都不容易直接通過，就連水分子都因有很大的極性而不易直接進出。(報告中提到一個很有趣的比較，鉀離子雖然體積比鈉離子大，但因為二者電量相等，使得鈉離子表面吸收比較多的水分子，鈉離子水合物比鉀離子水合物大，因此反而是鉀離子的通透率較大。)

(2) 細胞內外濃度差有助於細胞生化反應，像是呼吸作用和光合作用。不能自由進出細胞膜的離子和分子可以藉由通道蛋白和幫浦蛋白的幫忙達成。這些位於細胞膜上的蛋白大多具有專一性，只讓某一種或是某一類離子/分子通過。通道蛋白和幫浦蛋白的差異是離子或分子進出通道蛋白不用消耗能量，例如水分子通道蛋白；幫浦蛋白則是進或出至少有一種要由細胞分解 ATP 成 ADP/AMP 的化學反應提供能量，例如鈉鉀幫浦。

爲了維持這樣的恆定性；細胞必需主動提供能量給幫浦蛋白，把細胞內濃度應該比較低的離子或大分子送出細胞膜外。在送出去的同時，膜外濃度較大的離子會經由擴散作用到達細胞膜內。如此的平衡稱爲動態平衡，也說明了只要是活著的細胞應該都要有這個基本功能。報告中特別提到鈉鉀幫浦，並展示小動畫讓大家了解鈉鉀幫浦如何在在每次的循環中把三個鈉離子送出膜外、將二個鉀離子帶回膜內，以及 ATP 在這個循環中送出鈉離子伴演能量提供者的角色。

### 神經細胞之電訊號傳遞：

因爲膜內外有離子濃度差異，使得細胞在鏡止狀態下的膜內對膜外電位爲負，這個值約爲-70mV。然而在神經細胞中，受到超過閾值的刺激後，會有一陣子電位產生變化，利用這個特性，神經細胞能夠傳遞重要訊息，使身體各部位活動順暢。在這個電位變化中，膜電位會從負值升成正值(約 35mV)，然後再掉到-75mV，最後再回升到-70mV。短時間內，不管是多大的刺激，只要超過閾值，一定會有一個固定時間的電位變化，如果該刺激的總時間大於固定時間才會有第二個(但跟第一個還是一樣)電位變化。神經纖維中有很多神經細胞，一個大訊號會被比較多的神經細胞傳遞下去，小訊號就比較少，這就是分辨刺激大小的方法。也就是因爲電位變話有一陣子會回到-75mV，比靜止電位還低，使得神經傳遞方向只有一個，可確保傳的出去。在髓鞘的幫忙下，神經傳遞訊息速度大量提升，髓鞘對人來說是不可或缺的。電訊號傳至神經末端時會用化學物質，透過 20nm 長的空間，把訊息傳遞至下一個神經的接收點，乙醯膽鹼和正腎上腺素是

常見的神經化學傳遞物質。助教補充很重要的一點，神經傳遞物質在到達目的地後一定要被快速分解，否則這個神經就一直接受刺激，人就會一直抖動。

#### ECG 量測訊號對應到的生理狀態：

ECG 量測到的電訊號可以分別對應至心臟中心房與心室的狀態和神經訊息傳到哪裡。大略來說，P wave 對應到的是心房去極化，sinoatrial node 傳出電訊號到 AV node，再由 AV node 經左右支線傳至心尖，左右心房收縮，血液流入左右心室；QRS complex 對應到的是心室去極化，電訊號由 Purkinje fiber 傳至左右心室內，左右心房舒張，左右心室收縮，血液可流到動脈。T wave 對應到的是心室再極化，左右心房與心室皆為舒張狀態，血液自上天下大靜脈流至右心房再到右心室，也自肺靜脈流至左心房再到左心室。

值得一提的是，如果 SA node 不運作，則會有其它的 node 來主導心臟的規律跳動，用心電圖儀器可以測試的到。另外，Purkinje fiber 其實不是神經細胞，是特化的肌肉細胞。雖說 SA node 會自己主導心跳，但它可受到正交感神經與副交感神經的影響。

#### Biomagnetism：

之前的報告都是用直接用電訊號做心電圖，有一批研究學者試圖使用磁的特質製做心電圖。磁場可以用 current dipole 產生，材料可用超導體。使用這種方法的優點是超導體內沒有電流，所以整個系統在運作時會有比較小的雜訊干擾，因此測量結果會比較精準，不過做這種測量必需在有屏蔽的地方才可以。報告中提到一種量測方法，在人的胸部建立 7\*11 格量測點，一格一格量。目前的測量結果顯示還不錯，跟傳統的結果差不多，也有更多的學者試圖應用這個技巧在腦電圖及肌電圖上。不過儀器因使用超導體的緣故使得成本昂貴，如果哪天有人能製造更高溫超導體，那麼這些技術便能廣用於世面。

#### 心得：

我覺得陳建宇學長的投影片包羅萬象，準備的很充足。希望我下次報告時也能跟他一樣。