

第二章

肌電波訊號量測

本論文所提出之基於肌電波之義肢系統，希望由手掌截肢者的殘肢當作 EMG 訊號的來源，然而在肌電波訊號量測的工作當中，必須了解手部各肌肉的功能，以便選擇適當的肌肉作為肌電波的訊號來源，確定好量測的肌肉之後，最後一個步驟就是進行電極擺設的工作，因為電極擺設的位置、方向與距離都會影響肌電訊號的量測，因此在這個章節中，會分別針對手臂肌肉的分佈與功能以及電極的擺設進行討論，最後再介紹量測肌電訊號所使用的儀器。

2.1 手臂肌肉分佈與功能探討

肌肉訊號量測前最重要的工作就是認識手臂肌肉的構造、功能以及分佈，如此才能依照工作的目標來確定我們所要的電極位置，以下是我們對移動手腕及手指肌肉的討論。為了明確地將此處的肌肉分類，首先先定義手腕及手指的各個動作[33 ,34]，如下圖 2.1 所示。圖 2.1 由上至下，由左而右分別為手腕屈曲、手腕伸展、手腕外展、手腕內收、手指伸展、手指屈曲。負責手腕屈曲的肌肉有橈側屈腕肌(Flexor carpi radialis)、尺側屈腕肌(Flexor carpi ulnaris)及掌長肌(Palmaris longus)，位置如圖 2.2；負責手腕伸展的肌肉有橈側伸腕長肌(Extensor carpi radialis longus)、橈側伸腕短肌(Extensor carpi radialis brevis)及尺側伸腕肌(Extensor carpi ulnaris)，位置如圖 2.3；負責手腕外展的肌肉有橈側屈腕肌(Flexor carpi radialis)、尺側屈腕肌(Flexor carpi ulnaris)及橈側伸腕長肌(Extensor carpi radialis longus)，位置

如圖 2.4；負責手腕內收的肌肉只有尺側伸腕肌(Extensor carpi ulnaris)，位置如圖 2.5；負責手指伸展的部分只有伸指肌(Extensor digitorum)，位置如圖 2.6；負責手指屈曲的部分有屈指淺肌(Flexor digitorum)及屈指深肌(Flexor digitorum profundus)，屈指深肌屬深肌，位置如圖 2.7。

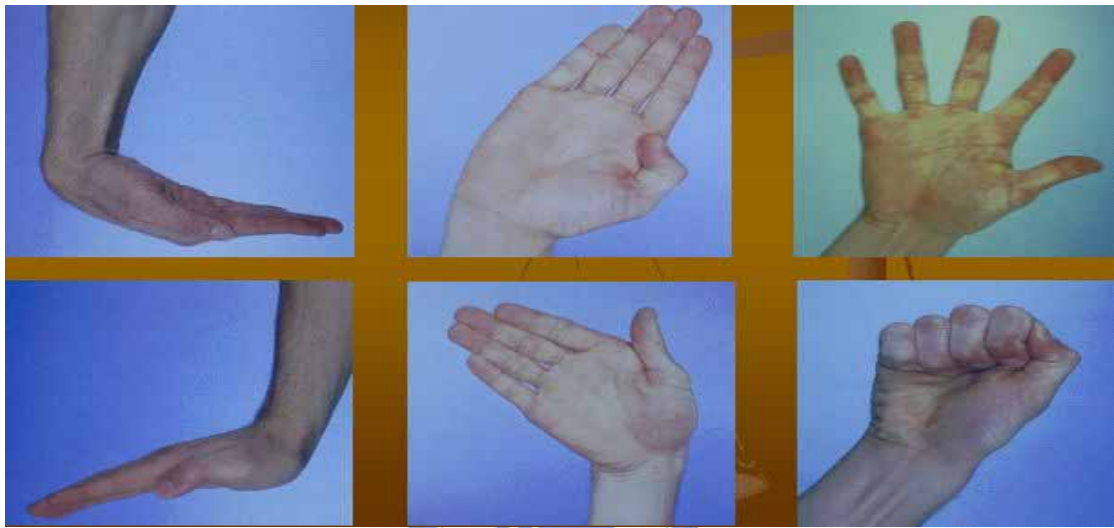


圖 2.1：手腕及手掌各種動作圖

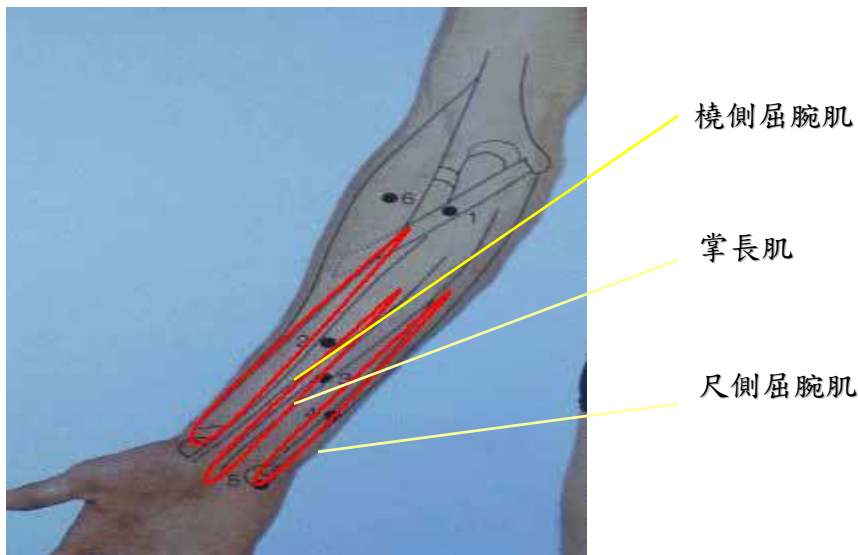


圖 2.2：負責手腕屈曲的肌肉

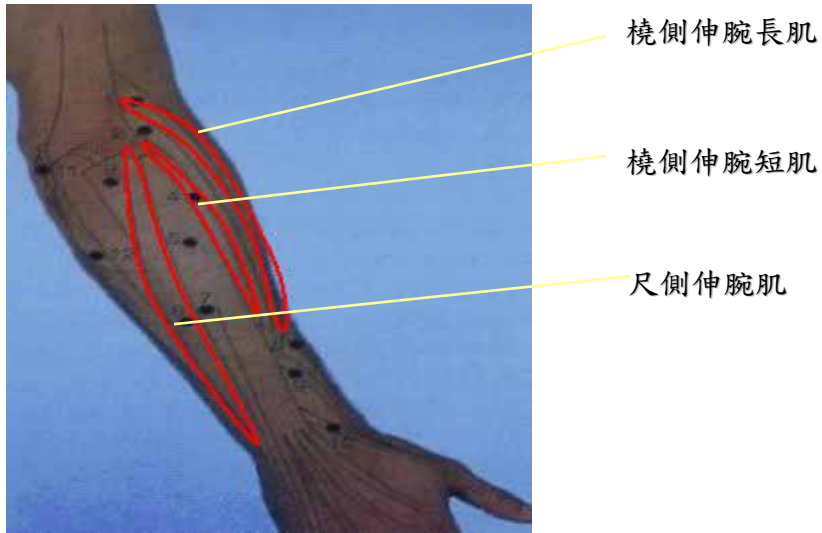


圖 2.3：負責手腕伸展的肌肉

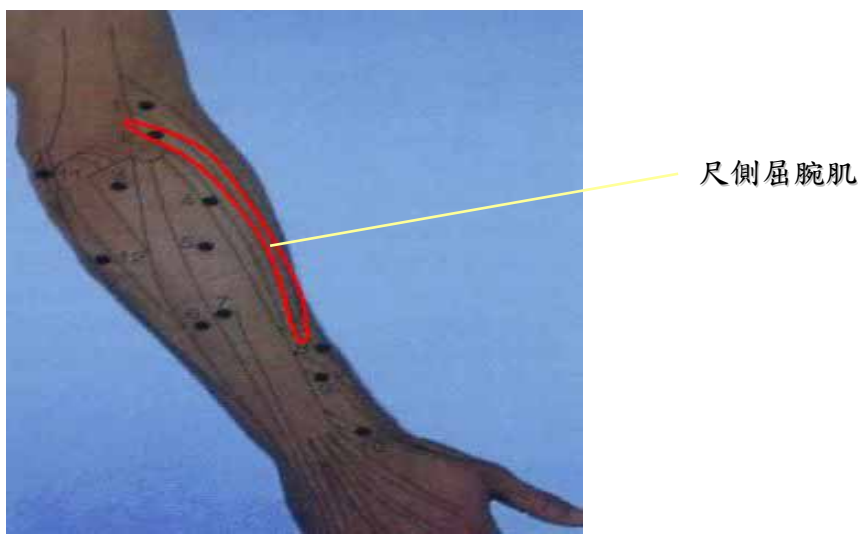
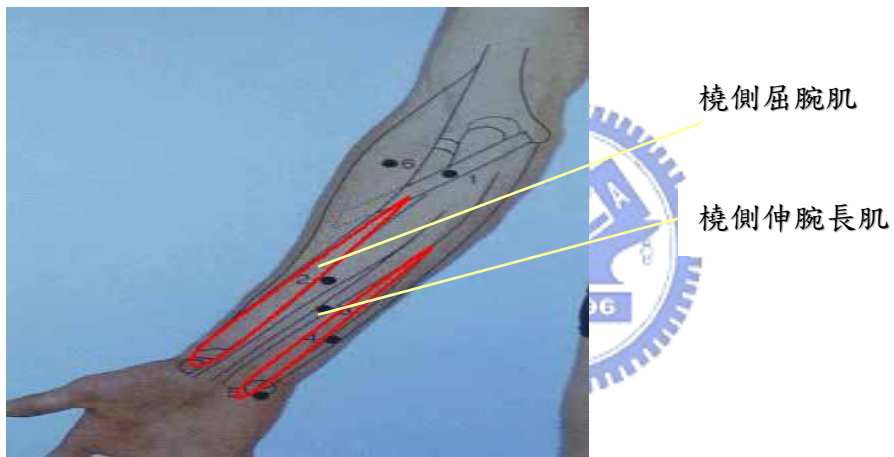


圖 2.4：負責手腕外展的肌肉

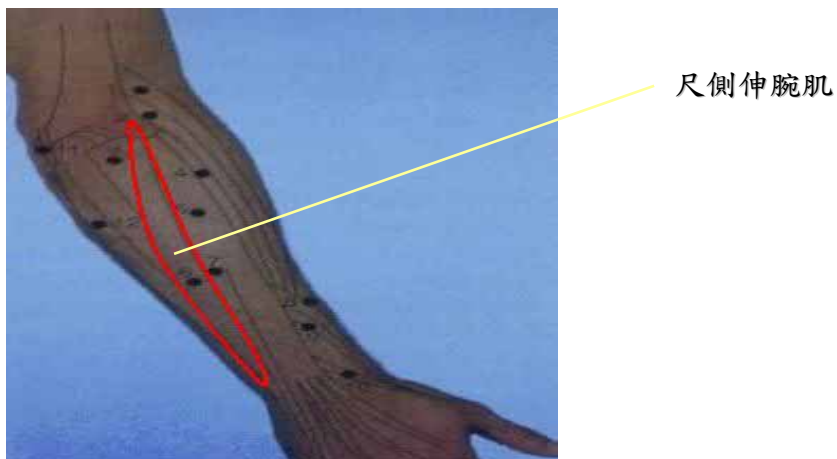


圖 2.5：負責手腕內收的肌肉

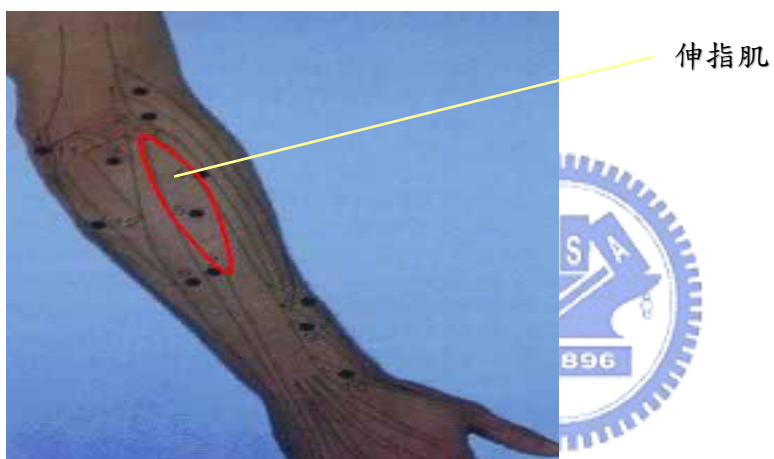


圖 2.6：負責手指伸展的肌肉

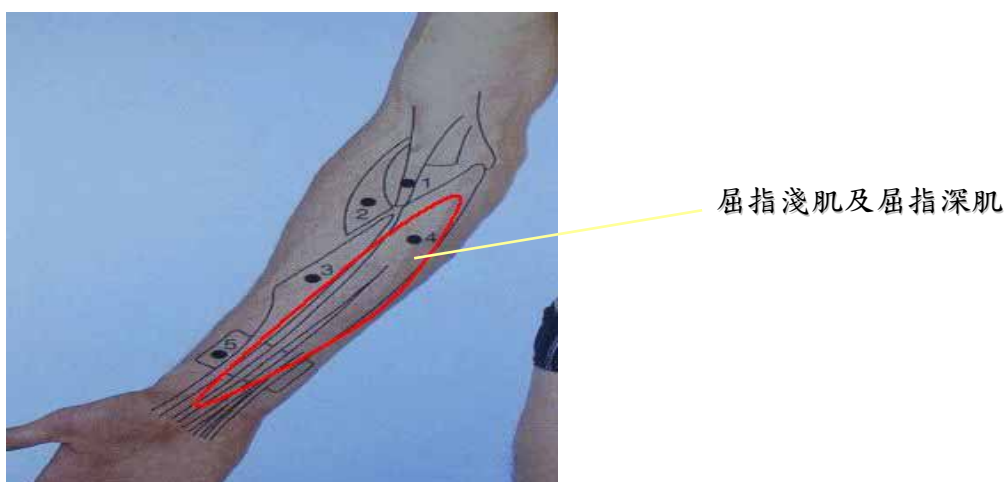


圖 2.7：負責手指屈曲的肌肉

由於我們的焦點是放在手指的伸展與屈曲，我們選定伸指肌的 EMG 訊號作為判定手指伸展的指示，而手指屈曲的部分則選定屈指淺肌的 EMG 訊號作為手指屈曲的依據，理由是屈指深肌是屬於較深層的肌肉，而且我們使用的電極是屬於表面電極，在這種情況下深層肌肉所量到的 EMG 訊號所包含的雜訊會比較多，因此轉而採用屬於淺層的屈指淺肌作為判定手指屈曲的依據，但是雖然屈指淺肌擁有比屈指深肌較多的優勢，但是根據我們實際的實驗發現，由於屈指淺肌周圍分佈較多的肌肉群，且所處的位置比較靠近肌腱附著區(myotendonous junction)，所以在找尋屈指淺肌的位置時必須嚴謹，因為如果位置有所偏差就會造成 EMG 訊號的不正確，而在台灣大學機械所的論文中[6]使用伸指肌與屈指淺肌作為夾爪的動作依據，然而事實上除了伸指肌與屈指淺肌的選擇之外，我們還可以發覺市面上的義肢在肌肉的選擇上與我們不同，例如 OTTO BOCK 與德林義肢，他們採用的是尺側屈腕肌(Flexor Carpi Ulnaris)與橈側伸腕長肌(Extensor Carpi Radialis Longus)，雖然這些肌肉最原始的作用是控制手腕的屈曲與伸展，而不是控制手指的屈曲與伸展，然而這樣的做法事實上也並無不可，只是操作的直覺性沒那麼好。

2.2 電極擺設

確定好量測的肌肉之後，接下來就是要進行電極擺設的工作，電極依外觀分為兩種型式：圓形電極跟長條型電極，長條型電極在使用上需注意的事項較多，例如電極本身的方向必須跟肌肉纖維呈垂直的狀態，如圖 2.8 所示[28]，而圓形電極則沒有這一方面的顧慮。無論是長條型電極還是圓型電極都必須遵守一個相

同的原則，即兩個電極的擺放位置必須跟肌肉成平行。兩電極間的擺放距離大約維持在一至兩公分之間為量測 EMG 訊號的最佳狀態，有些學者認為一公分左右的間距量測訊號的狀況最佳[27,29]，有的則認為兩公分才是最恰當的[24]，但似乎沒有一定的定論，端看使用的儀器跟量測的肌肉而有所差異，但是可以確定的是每次量測 EMG 訊號時兩個電極的距離都必須維持一樣的長度[23]，因為不同的電極間距所量到的訊號是有差異的，唯有維持固定的間距才能確保量到的 EMG 訊號是有效的。還有必須注意一點，電極間間距也不適合過小，如果在間距過小的情況下一但遇到受測者有流汗的現象時即會造成導通現象，如此會導致所量到的 EMG 訊號過小[27]。

每一條肌肉皆分為四個區域，運動神經區(innervation zone)、肌腱附著區(myotendonous junction)、側面邊緣區(lateral edge)以及肌腹(belly)，如圖 2.9 所示[27]，如果電極位置擺放在運動神經區(innervation zone)和肌腱附著區(myotendonous junction)的話，EMG 訊號的大小跟頻率的分佈將會有扭曲的現象，如果電極的位置擺放在側面邊緣區(lateral edge)，將會有 Crosstalk 的現象發生，也就是說所量得的訊號不但是只有我們想要的部分，可能是包含另外一個肌肉的 EMG 訊號，所以最正確的電極位置應該是放在肌腹(belly)。至於接地電極擺放的原則則較為單純，只要電極與皮膚的接觸良好，且盡量放在距離量測電極遠一點的地方即可。

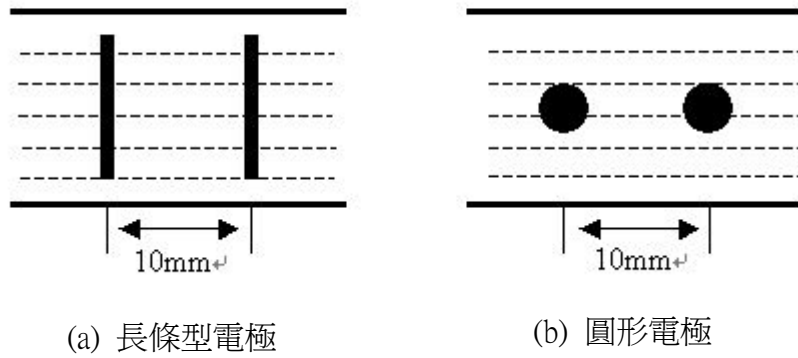


圖 2.8： (a) 長條型電極與 (b) 圓形電極[1]

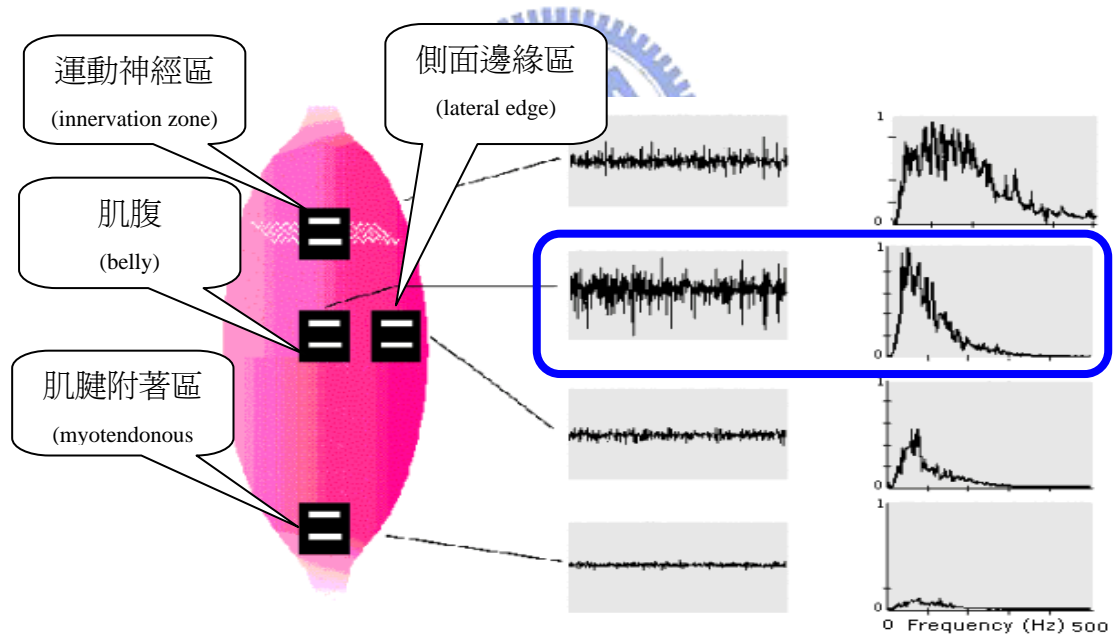


圖 2.9： 二頭肌運動神經區、肌腱附著區、側面邊緣區以及肌腹位置圖[27]

2.3 肌電波量測儀器

肌電波量測儀器包含兩個部分：資料擷取卡與訊號放大器(含感應器)。資料擷取卡的部分，我們是採用凌華科技的 ADLINK DAQ-2213/2214 資料擷取卡，而訊號放大器是採用 iWorx 公司的 ETH-256 生理訊號放大器，分別介紹如下：

2.3.1 ADLINK DAQ-2213/2214 資料擷取卡

ADLINK DAQ-2213/2214 資料擷取卡(如圖 2.10 所示)是一種多功能低成本的資料擷取卡，最大的 Channel 數量可以高達 16 個，如果是差動輸入的話則可以有 8 個 Channel，每個 Channel 還可以設定不同的放大增益(x1, x2, x4, x8)，最高的取樣頻率為 250K/s，每張資料擷取卡間還可以透過 SSI (System Synchronization Interface) bus 讓彼此間的同步，有了這樣的機制在運用上會更為方便。



(a) ADLINK DAQ-2213/2214 資料擷取卡



(b) DIN-68S/1M 連接板

圖 2.10： (a) ADLINK DAQ-2213/2214 資料擷取卡和(b) Termination board
DIN-68S/1M 連接板

2.3.2 iWorx ETH-256 生理訊號放大器

ETH-256 生理訊號放大器(如圖 2.11 所示)是一種高性能的訊號放大器，不但具有 $10\text{G}\Omega$ 高輸入阻抗的特性，更具有 100db 的共模拒斥比 CMR，且可提供八種放大增益 x1、x5、x10、x50、x100、x500、x1k 以及 x5k，並內建有高通濾波器跟低通濾波器。高通濾波器的截止頻率有四種可以選擇，分別是 DC、0.03Hz、0.3Hz 以及 3Hz。低通濾波器的截止頻率有五種，分別是 5Hz、50Hz、150Hz、2kHz 以及 10kHz[30]。



圖 2.11：ETH-256 生理訊號放大器