

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

吞嚥障礙復健訓練電刺激神經輔具之開發與應用 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 98-2221-E-040-008-
執行期間：98年08月01日至99年10月31日
執行單位：中山醫學大學物理治療學系

計畫主持人：林志峰
共同主持人：薛雅馨、王淳厚、蔡昆宏、葉純好
計畫參與人員：-
 學士級-專任助理人員：黃琳茵
 學士級-專任助理人員：林詩婕
 博士班研究生-兼任助理人員：孫國順
 其他-兼任助理人員：曾螢馨

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

中華民國 100 年 01 月 14 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

吞嚥障礙復健訓練電刺激神經輔具之開發與應用

Development and Application of Electrical Stimulation Neuroprostheses
for Rehabilitation of Dysphagia

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 98-2221-E-040-008

執行期間：98年8月1日至99年10月31日

執行機構及系所：中山醫學大學 / 物理治療學系

計畫主持人：林志峰

共同主持人：薛雅馨、王淳厚、蔡昆宏、葉純妤

計畫參與人員：黃琳茵、林詩婕、孫國順、曾瑩馨

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本計畫除繳交成果報告外，另須繳交以下出國心得報告：

赴國外出差或研習心得報告

赴大陸地區出差或研習心得報告

出席國際學術會議心得報告

國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

中華民國 100 年 01 月 14 日

目錄

中文摘要：	2
英文摘要：	3
報告內容：	4
一、前言	4
二、研究目的	4
三、研究方法	4
3.1 吞嚥肌群復健訓練電刺激神經輔具開發與應用評估	6
3.2 探討與結論	26
3.3 研究限制與建議	27

中文摘要：

吞嚥障礙是高齡社會的一大課題，從嘴唇的口輪匝肌至食道下擴約肌間任何一部分發生問題都可能導致吞嚥障礙，其原因可分為：(1)食道前之吞嚥障礙 (pre-esophageal dysphagia)：大部分發生於神經或肌肉病變，如腦中風、頭部外傷、退化性疾病、皮肌炎(dermatomyositis)、重症肌無力 (myasthenia gravis)、肌肉萎縮 (muscular dystrophy)、小兒麻痺症(bulbar poliomyelitis)或其他腦神經中樞病灶等。(2)食道之吞嚥障礙 (esophageal dysphagia)。口、咽、食道手術後或正常的老化也可能會出現吞嚥方面的問題，且易引起併發症並增加死亡率。

吞嚥障礙患者於神經損傷後，下頷舌骨肌(mylohyoid)及甲狀舌骨肌(thyrohyoid)因缺乏神經支配而呈現無力狀況，造成舌骨上抬延遲，進而使舌喉肌(hyolaryngeal)無法將會厭軟骨蓋住呼吸道，將容易導致吸入性肺炎。吞嚥障礙的評估與檢查對於病人的後續處理、預後與醫療支出等均會產生重大的影響，因此早期且正確地評估與檢查吞嚥障礙的病患，從而給予適當的處置，實為臨床吞嚥復健訓練必要之課題。吞嚥障礙治療方法甚多，而電刺激治療吞嚥障礙與復健吞嚥肌群是近年來臨床治療師所普遍採用之治療策略；雖然此治療策略在臨床大量運用，但是其治療及復健成效仍然未有充分臨床實證研究來證實其成效。爰此，本研究之目的為突破上述改善中風病患吞嚥障礙與吞嚥肌群復健訓練之瓶頸，設計開發吞嚥肌群復健訓練用電刺激神經輔具，並進行臨床應用驗證。

本研究受測者為 11 位吞嚥障礙受測者(9 位男性及 2 位女性)平均年齡為 47.6 ± 16.14 歲，平均身高 169.4 ± 4.8 公分，平均體重 64.1 ± 8.4 公斤。本研究評估方法包括肌電圖與口腔動作功能評估，肌電圖量測雙側嚼肌及舌骨上肌之表面肌電訊號(surface EMG)。介入方式採用 4 頻道吞嚥肌群復健訓練電刺激神經輔具刺激顏面左右嚼肌與舌骨上肌，電流刺激採依序模式：先刺激嚼肌、5 秒後依序刺激二腹肌。每次電刺激介入時間為 15 分鐘，每週 3~4 次，持續六週。本研究的結果顯示受測者接受吞嚥肌群復健電刺激訓練後，吞嚥能力皆有進步趨勢。本研究完成「吞嚥肌群復健訓練電刺激神經輔具」開發，並針對吞嚥肌群(嚼肌及舌骨上肌)設計符合吞嚥機制之神經電刺激模式，以提供臨床中風病患吞嚥障礙臨床應用實驗與使用於復健訓練吞嚥肌群。臨床應用實驗結果將可作為復健治療策略選擇及治療處方之參考。

關鍵詞：吞嚥障礙、電刺激、神經輔具

英文摘要：

Dysphagia is an important issue among the aging, and any part from to esophagus have abnormalities will cause dysphagia. Dysphagia contributes significantly to mortality and morbidity. The types of dysphagia includes: (1) pre-esophageal dysphagia: usually population of neurological disorders, such as stroke, head injury, degeneration disease, dermatomyositis, myasthenia gravis, muscular dystrophy, bulbar poliomyelitis or others CNS disease will have pre-esophageal dysphagia; (2) esophageal dysphagia. Swallowing physiology in dysphagia are delayed initiation of the pharyngeal swallow and reduced strength of the swallow characterized by reduced excursion of the hyolaryngeal complex and resultant residues in the pharynx 21. Penetration (passage of the bolus into the entrance to the airway, just above the vocal cords) and aspiration (passage of the bolus into the airway below the vocal cords) is a risk associated with both of these abnormalities. However, research has failed to demonstrate more than transient effects with this technique. Interventions for weak pharyngeal swallows typically involve performing swallows of increased effort. In considering these clinical approaches to swallowing rehabilitation, it seems reasonable to propose that neuroprostheses could be utilized both for priming afferent pathways for swallowing and to enhance the contractile force of muscles responsible for pharyngeal swallow strength and hyoid excursion. Therefore, the electrical stimulation-based swallowing rehabilitation neuroprostheses to breakthrough the bottleneck of the dysphagia patient's restoring swallowing function and rehabilitation of swallowing muscle was developed.

There were 11 cerebrovascular accident patients (9 male and 2 female) with age 47.6 ± 16.14 years old, height 169.4 ± 4.8 cm, weight 64.1 ± 8.4 kg participated in this study. They received surface EMG and the Mann Assessment of Swallowing Ability (MASA) Test. The electrical stimulation-based swallowing rehabilitation neuroprostheses was developed and 4 set electrode pads were apply on bilateral masseter and submental muscle of each subject. The sequence mode of electrical stimulator start from stimulate bilateral masseter, and bilateral submental muscle after 5sec, each session take 15 minute, 3~4 times per weeks and last for 6 weeks. The results indicated that the swallowing ability of all subject were improved after the intervention of electrical stimulation. This research project has successfully developed the electrical stimulator for swallowing function restoring. In addition, such innovation will make a significant contribution to promoting rehabilitation industry, and widespread application on clinical treatment, enhancing the dysphagia's functional capability.

Keywords : Dysphagia, electrical stimulation, neuroprostheses

報告內容：

一、前言

吞嚥障礙是高齡社會的一大課題，從嘴唇口輪匝肌至食道下擴約肌間任何一部分發生問題都可能導致吞嚥困難，其原因可分為：(1)食道前之吞嚥障礙 (pre-esophageal dysphagia)：大部分發生於神經或肌肉病變，如腦中風、頭部外傷、退化性疾病、皮膚炎(dermatomyositis)、重症肌無力 (myasthenia gravis)、肌肉萎縮 (muscular dystrophy)、小兒麻痺症(bulbar poliomyelitis)或其他腦神經中樞病灶等。(2)食道之吞嚥障礙 (esophageal dysphagia)。口、咽、食道手術後或正常的老化也可能會出現吞嚥方面的問題，且易引起併發症並增加死亡率。吞嚥障礙患者於神經損傷後，下頷舌骨肌(mylohyoid)及甲狀舌骨肌(thyrohyoid)因缺乏神經支配而呈現無力狀況，造成舌骨上抬延遲，進而使舌喉肌(hyolaryngeal)無法將會厭軟骨蓋住呼吸道，最終將導致吸入性肺炎。最常見的不正常吞嚥現象就是生理學的吞嚥困難，起因於初始的咽喉吞嚥延遲，因此導致吞嚥的強度不足，此現象由於上咽部的組織結構失能，可能會引起食物殘渣滯留於咽部。所以，異物侵入或是液體滲入肺部的危險性可能會與以上這兩種不正常現象有所關聯。吞嚥障礙治療方法甚多，而電刺激治療吞嚥障礙與吞嚥肌群復健是近年來臨床治療師所普遍採用的治療策略；雖然此治療策略在臨床大量運用，但是其治療及復健成效仍然未有充份臨床實證研究來證實其成效。

二、研究目的

本研究為一年計畫，開發一套「吞嚥肌群復健訓練電刺激神經輔具」，硬體設計製作包含吞嚥電刺激、微電腦處理、電源控制及系統狀態顯示模組等。在軟體程式開發及軟體設計方面，開發吞嚥電刺激參數設定程式、吞嚥電刺激控制程式及設計使用者資料管理介面等四部份。吞嚥電刺激系統整合與功能測試後也進行中風病患吞嚥障礙臨床應用實驗與吞嚥肌群復健訓練效果測試評估。

三、研究方法

本研究為一年計畫，研究工作重點係開發一套「吞嚥肌群復健訓練電刺激神經輔具」，硬體設計製作包含吞嚥電刺激模組、微電腦處理模組及電源控制及系統狀態顯示模組等。在軟體程式開發及軟體設計方面，開發吞嚥電刺激參數設定程式、吞嚥電刺激控制程式及設計使用者資料管理介面等。吞嚥電刺激系統整合與功能測試後也將進行中風病患吞嚥障礙臨床應用實驗與吞嚥肌群復健訓練測試評估。研究工作細項關聯圖如圖1所示。

吞嚥肌群復健訓練電刺激神經輔具開發與應用評估

吞嚥電刺激神經輔具之設計製作

吞嚥電刺激模組設計製作

微電腦處理模組設計製作

RS-232 傳輸模組設計製作

人機介面控制及電源控制模組設計製作

吞嚥電刺激主控模組軟體與韌體程式設計開發

吞嚥電刺激電極片貼範例程式開發

吞嚥電刺激參數設定程式開發

吞嚥電刺激系統整合與功能測試

吞嚥電刺激神經輔具系統整合

吞嚥電刺激神經輔具系統功能測試

吞嚥肌群復健訓練電刺激神經輔具驗證

吞嚥肌群復健訓練電刺激神經輔具驗證

↓
訓練前測

↓
訓練後測

↓
統計分析

圖 1 研究工作細項關聯圖

3.1 吞嚥肌群復健訓練電刺激神經輔具開發與應用評估

3.1.1 吞嚥電刺激神經輔具之電路設計製作

本研究所開發之「吞嚥電刺激神經輔具」包含吞嚥電刺激模組、微電腦處理模組、RS232傳輸模組、人機介面控制模組、電源控制模組等。至於「吞嚥電刺激神經輔具」初步規劃之硬體架構圖如圖2所示。至於各模組之設計及功能分別介紹如后。

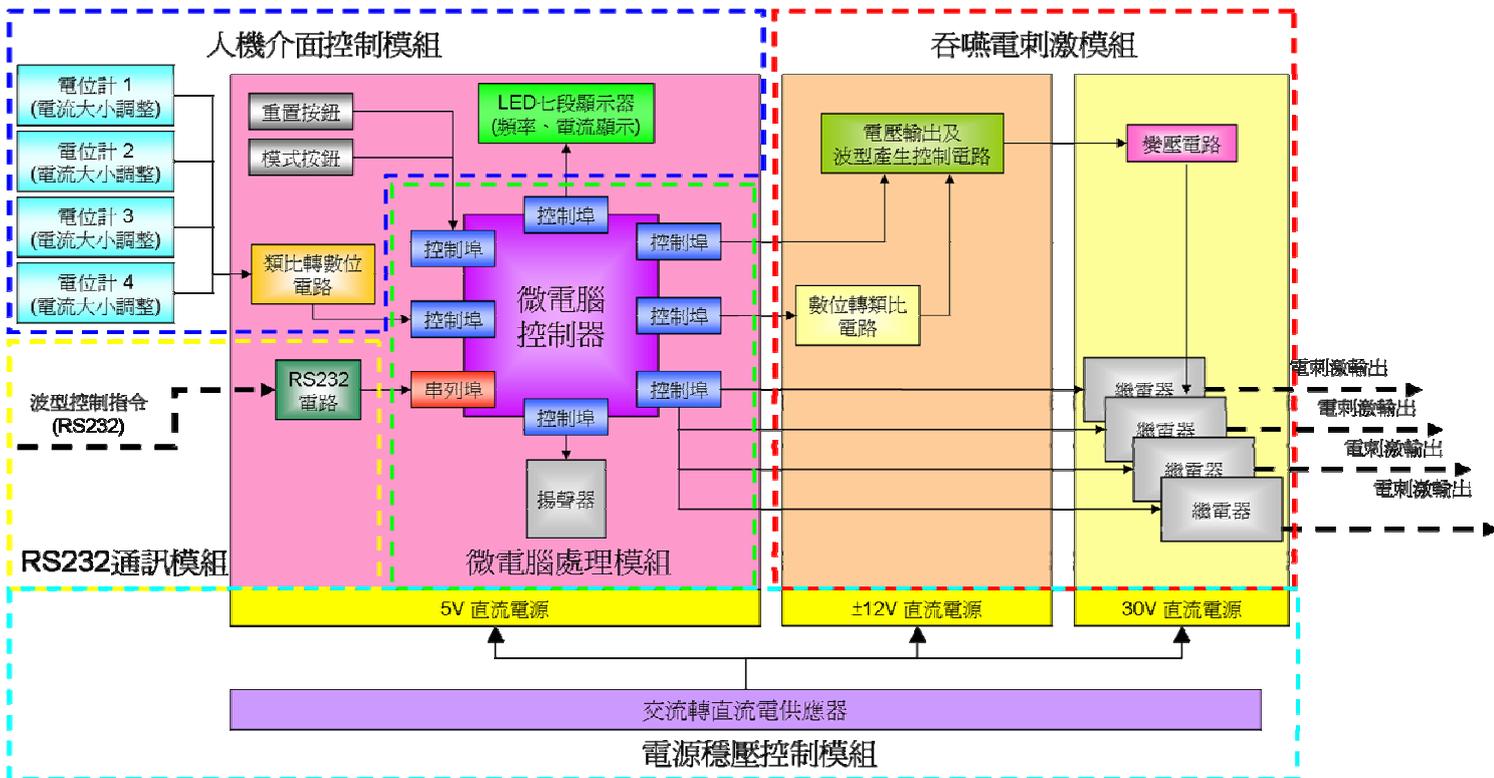


圖 2 吞嚥電刺激神經輔具硬體架構圖

a. 吞嚥電刺激模組設計製作

本研究所開發吞嚥電刺激模組之電路設計概念如圖 3 所示，其主要硬體元件包括：開集電路緩衝器、場效應電晶體、輸出變壓器、數位式可變電阻及二極體等元件所構成，各元件並且分別說明如下：

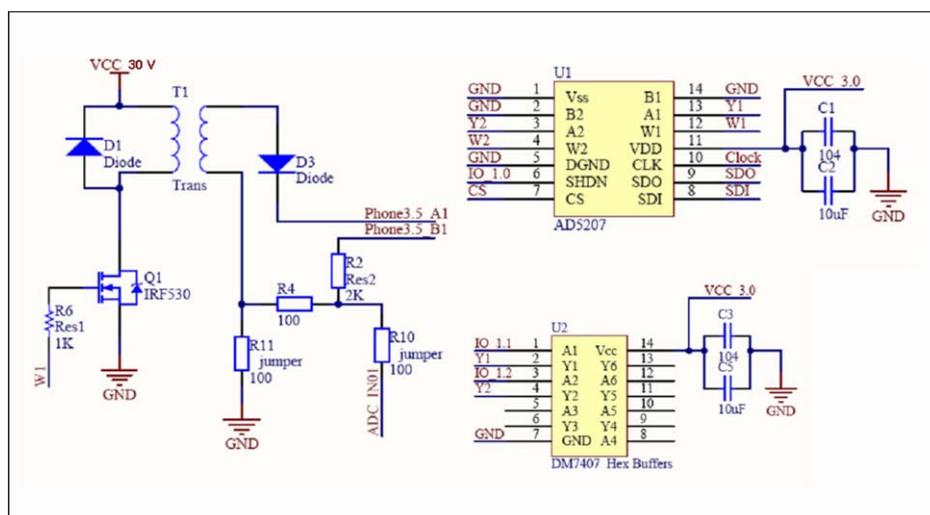


圖 3 吞嚥電刺激模組初步電路設計圖

(a1) 開集極電路緩衝器

開集極電路緩衝器(open collector buffer)採用 Fairchild Semiconductor 公司所生產之 DM7407N 元件，此元件可提供高電壓之輸出，最高電壓輸出可達 30 伏特，操作溫度則介於 0°C~70°C 之間，因此，DM7407N 元件具備高輸入阻抗與低輸出阻抗之特色。

(a2) 場效電晶體

場效電晶體也將採用 Fairchild 公司所生產之 IRF530 元件，此元件係一個金氧場效電晶體(Metal-Oxide Semiconductor FET, MOSFET)，其電流可達 14 安培，電壓可達 100 伏特，具有高輸入電阻，以線性方式進行電壓、電流及電阻之間轉換，並有十億分之一秒轉換速度，而其包含 3 個電極，分別為閘極(Gate)、吸極(Drain)及源極(Source)，可將電壓加在吸極和源極之間時，電流會改變，即當電壓增加時，電流亦相對提高。

(a3) 輸出變壓器

由於所開發之電刺激器將使用 6 伏特之直流電源，因此將製作一個圈數比為 1:30 之輸出變壓器，可將 1 伏特之電壓提高至 30 伏特。

(a4) 數位式可變電阻

本研究所開發之數位式可變電阻將採用 Analog Device Inc.公司所生產之 AD5207 數位式可變電阻，電阻阻值將採用 10k 歐姆。其封裝及腳位圖如圖 9 所示。AD5207 數位式可變電阻內含兩組可程式之可變電阻，微電腦處理單元可透過序列周邊介面 SPI (Serial Peripheral Interface Bus, SPI)調整 AD5207 數位式可變電阻之阻值大小，其功能方塊圖如圖 10 所示。本研究將利用 AD5207 數位式可變電阻調整輸出變壓器之輸入端電壓大小，來控制輸出變壓器之輸出端吞嚥電刺激電壓輸出大小。

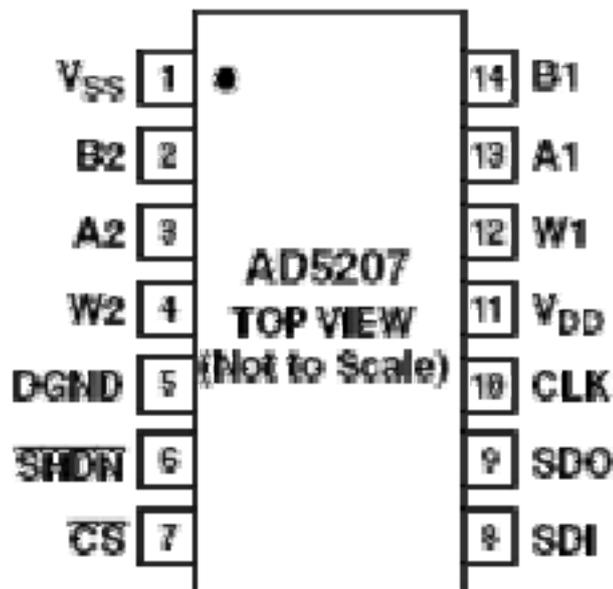


圖 4 AD5207 封裝及腳位圖

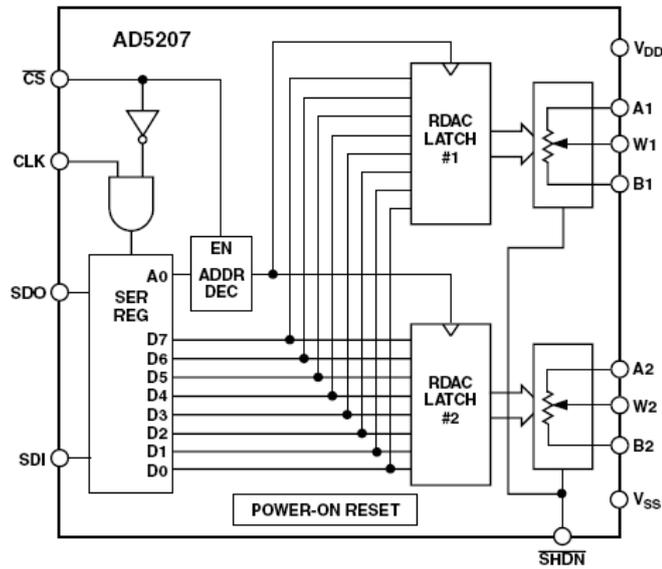


圖 5 AD5207 數位式可變電阻內部功能方塊圖

b. 微電腦處理模組設計製作

本系統所開發之微電腦處理單元將採用 Atmel 公司生產之 AT89S52 微電腦處理器，為本模組之核心。AT89S52 是一款低功耗、高效率的 CMOS 架構的 8 位元處理器，內建有 8K bytes 的可程式快閃記憶(Flash Memory)、2K bytes 電子清除式可程式唯讀記憶體(EEPROM)及 256 bytes 的隨機存取記憶體(RAM)。AT89S52 內建週邊包含有：32 個輸出、輸入埠(I/O port)、可程式看門狗計時器、三個 16 位元的計時/計數器、六組中斷向量、全雙工串列通訊埠。此外，AT89S52 擁有二種省電模式，可依環境需求在不同的省電模式下進行切換，以達到最大節能目的。其腳位圖及功能方塊圖如圖 6、圖 7 所示。

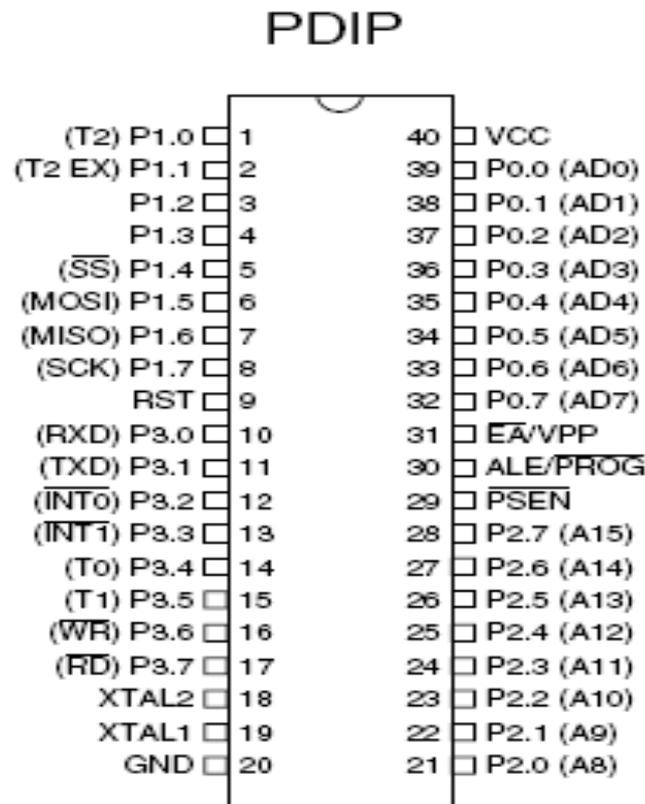


圖 6 AT89S52 腳位圖

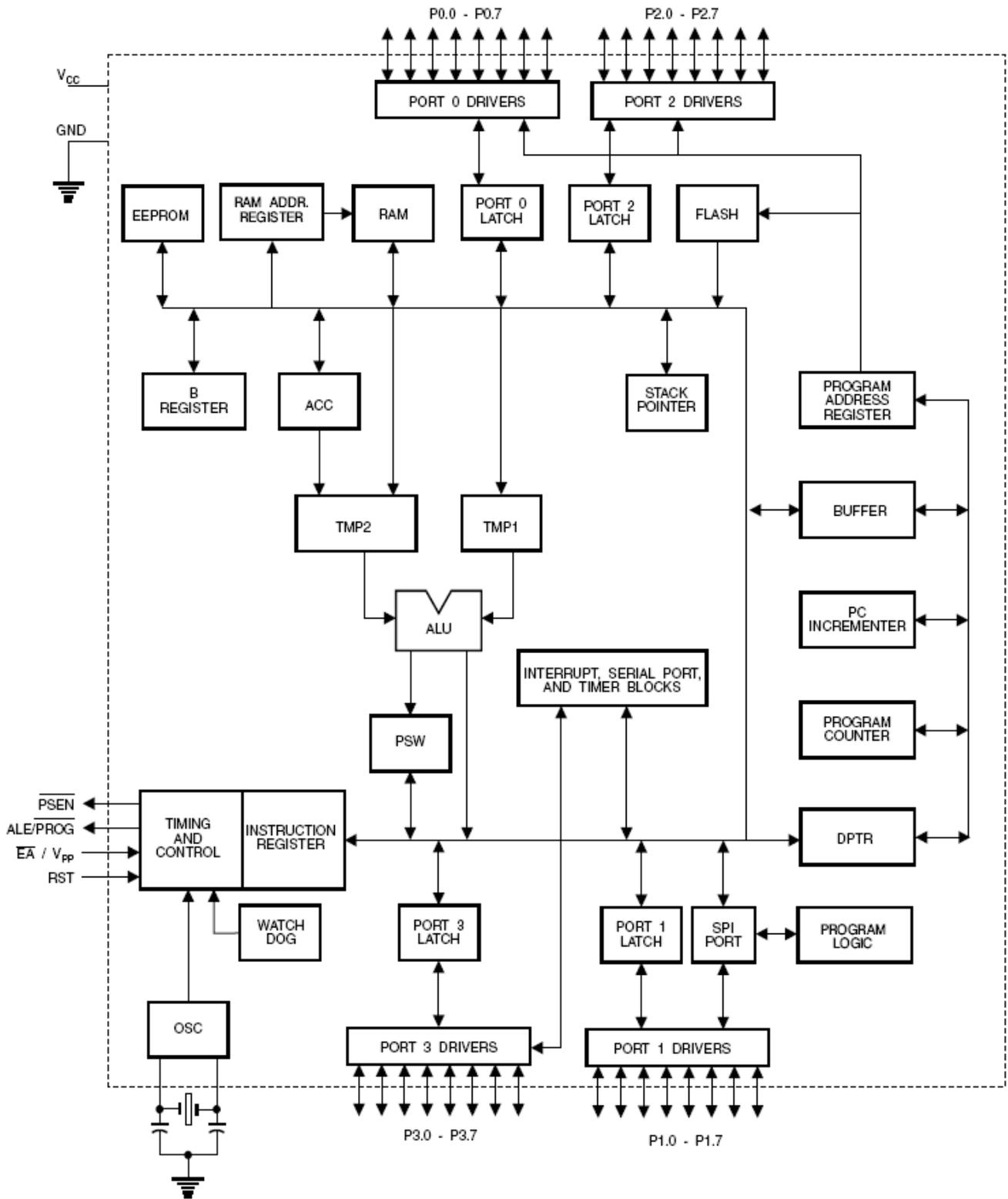


圖 7 AT89S52 內部功能方塊圖

c. 人機介面控制模組設計製作

人機介面模組分成資訊顯示及控制輸入兩個部份：1. 資訊顯示將採用 LED 七段顯示器為顯示元件，主要負責各通道之電流輸出顯示、模式選擇顯示、計時器顯示等三項資訊顯示，以提供操作者了解目前的刺激訓練的模式、強度以及治療時間。2. 控制輸入則以按鈕及電位計為吞嚥電刺激之控制輸入，電位計主要負責調控電刺激電流輸出大小、重置按鈕則是強制停止電刺激輸出並重置系統狀態回到初始設定值，模式選擇按鈕則是選擇不同的電刺激模式，其人機介面模組正視圖，如圖 8 所示。

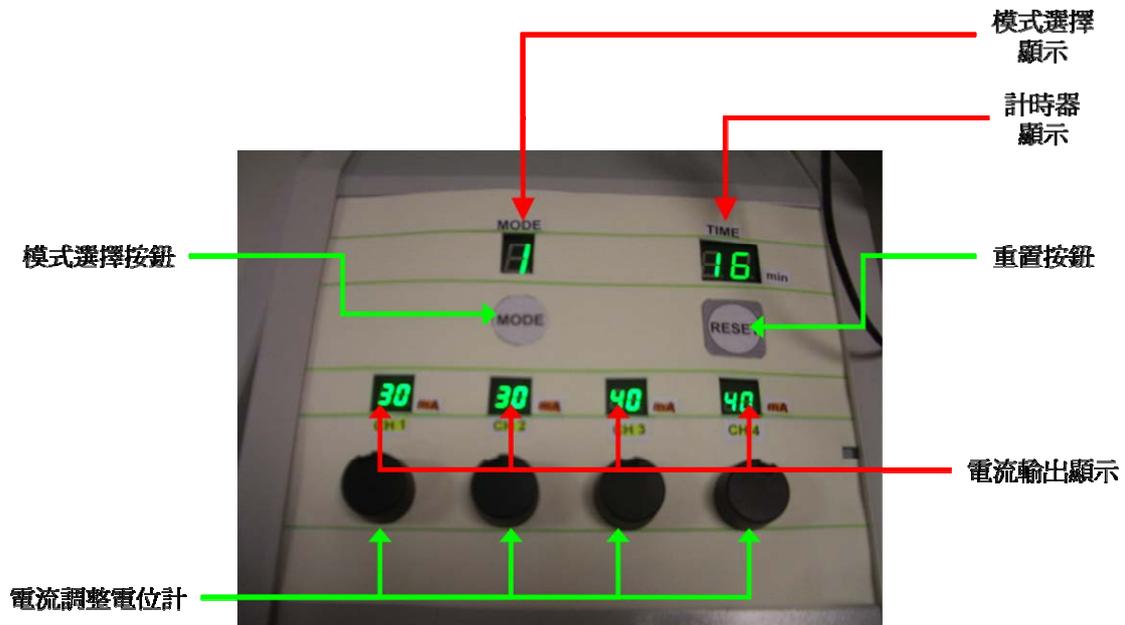


圖 8 人機介面模組正視圖

d. RS232 傳輸模組設計製作

本系統所使用的 RS232 傳輸模組，是利用德州儀器所出產的 RS232 雙通道傳送/接收積體電路(型號：MAX232)設計製作。MAX232 可將 RS232 的訊號準位(邏輯 0 = -3 ~ -15 伏特，邏輯 1 = 3 ~ 15 伏特)轉換為 TTL/CMOS 訊號準位。本系統之微電腦處理器可透過 RS232 傳輸模組跟個人電腦進行通訊，接收來自電腦的電刺激波型設定，本系統之電路設計圖及實作完成圖如圖 9、圖 10 所示。

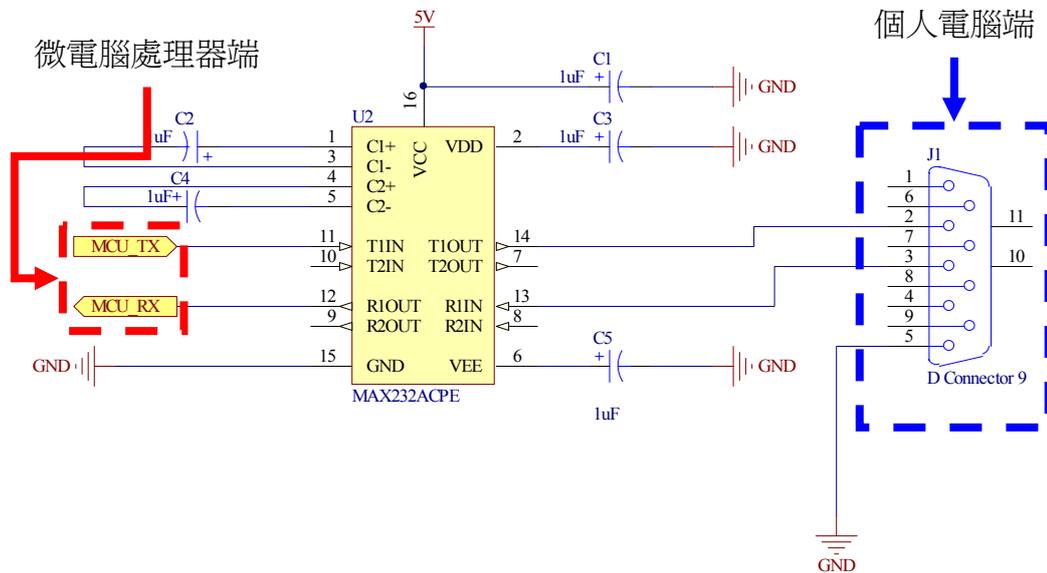


圖 9 RS232 傳輸模組電路設計圖

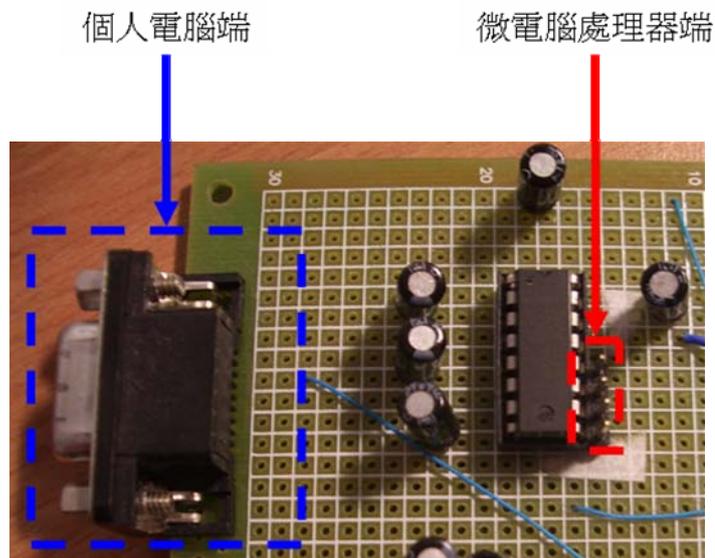


圖 10 RS232 通訊模組實作完成圖

e. 電源控制模組

電源控制模組由交流變壓器將 110V 的交流電壓，分別轉換成兩組 16V、一組 10V、一組 30V 的交流電壓，再分別透過橋式整流器將 16V、10V、30V 交流電壓轉為直流電壓。10V 直流電壓則透過 LM7805 穩壓積體電路轉換穩定的 5V 電壓提供給微電腦處理器使用。而兩組 16V 的直流電壓，利用兩顆 MC7812 穩壓積體電路，將轉換為±12V 的直流電壓與 30V 的直流電壓同時應用於電刺激波型的產生及輸出使用，其電路設計圖如圖 11 所示。

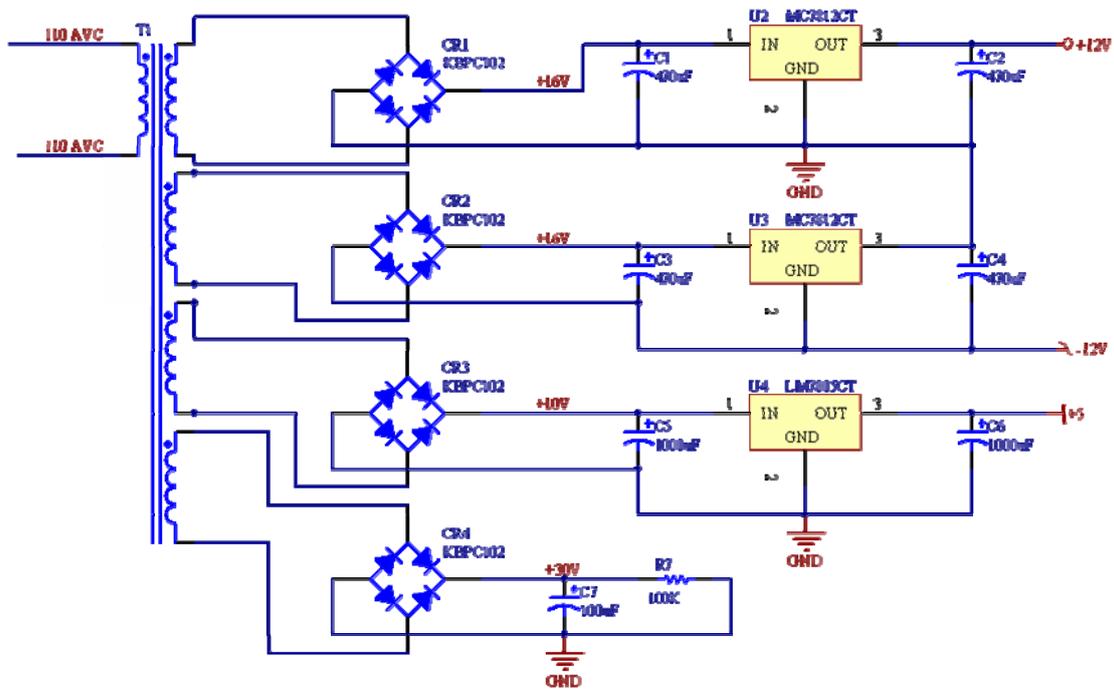


圖 11 電源控制模組電路圖

3.1.2 吞嚥電刺激主控模組軟體及韌體程式設計開發

a. 吞嚥電刺激電極片貼範例程式

吞嚥電刺激主控模組軟體是利用 Labview 開發工具進行設計開發，為使操作者或治療人員將電極貼在正確的位置，本系統之人機操作介面初始介面為吞嚥電刺激電極片貼範例。用以引導操作者或治療人員吞嚥電刺激電極貼片的貼法，其吞嚥電刺激電極片貼範例程式畫面，如圖 12 所示。

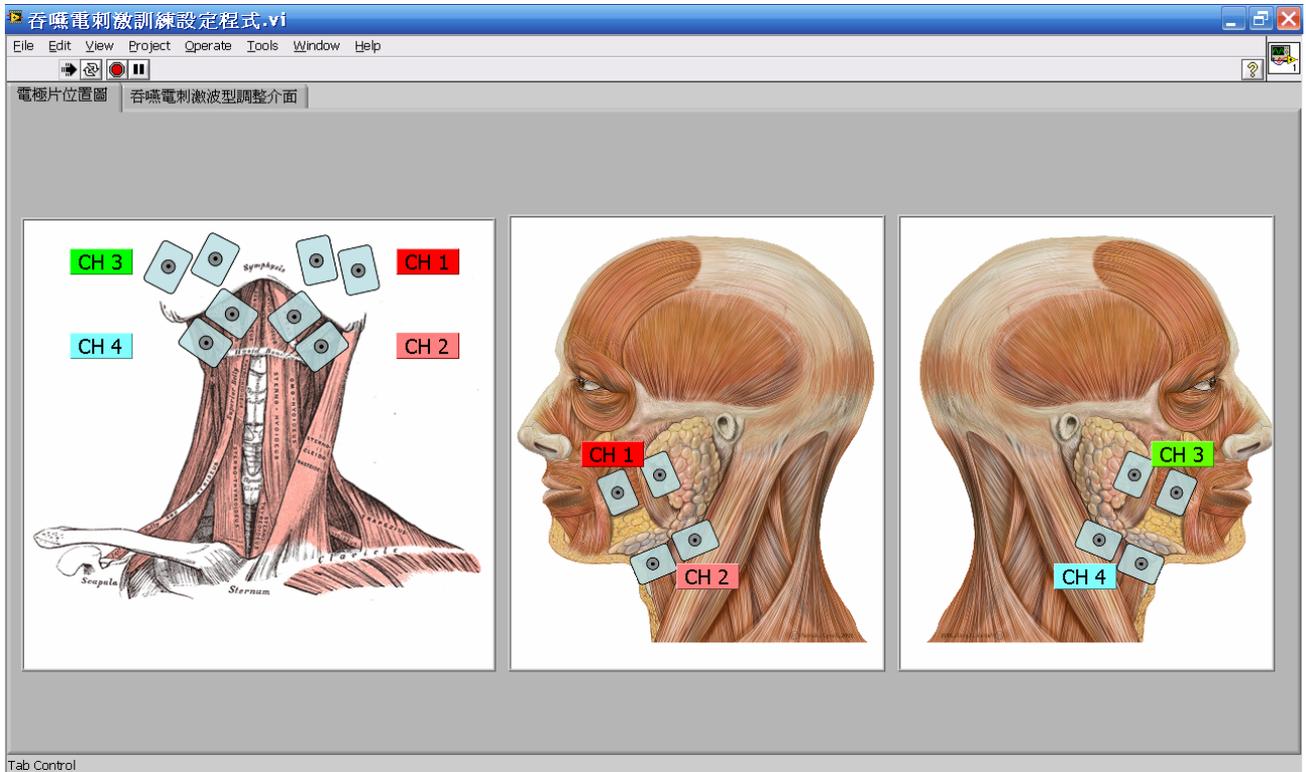


圖 12 吞嚥電刺激電極片貼範例程式畫面

b-1. 吞嚥電刺激參數設定程式開發

參數設定程式介面將包含電刺激頻率(Frequency)設定功能、電刺激波寬(Pulse width)設定功

能、電刺激工作週期(Duty Cycle)設定功能、電刺激工作週期相位(Phase)設定功能、RS232 參數傳送功能，其介面視窗及程式碼如

圖 13、圖 14 所示。各參數設定範圍如表 1 所示。各參數調整後，程式會立刻產生相對應的波形，用以告知操作者或臨床治療人員，參數設定是否符合操作者或臨床治療人員的需求。

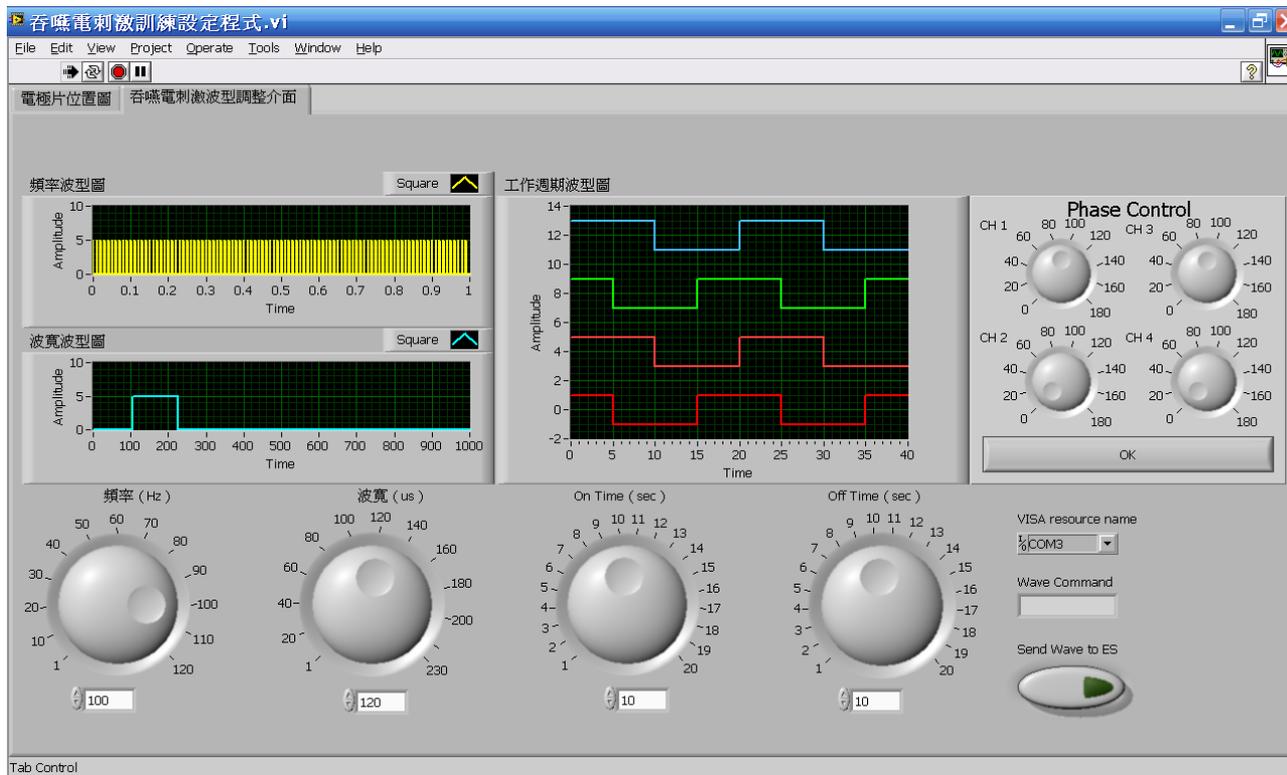


圖 13 吞嚥電刺激參數設定程式介面

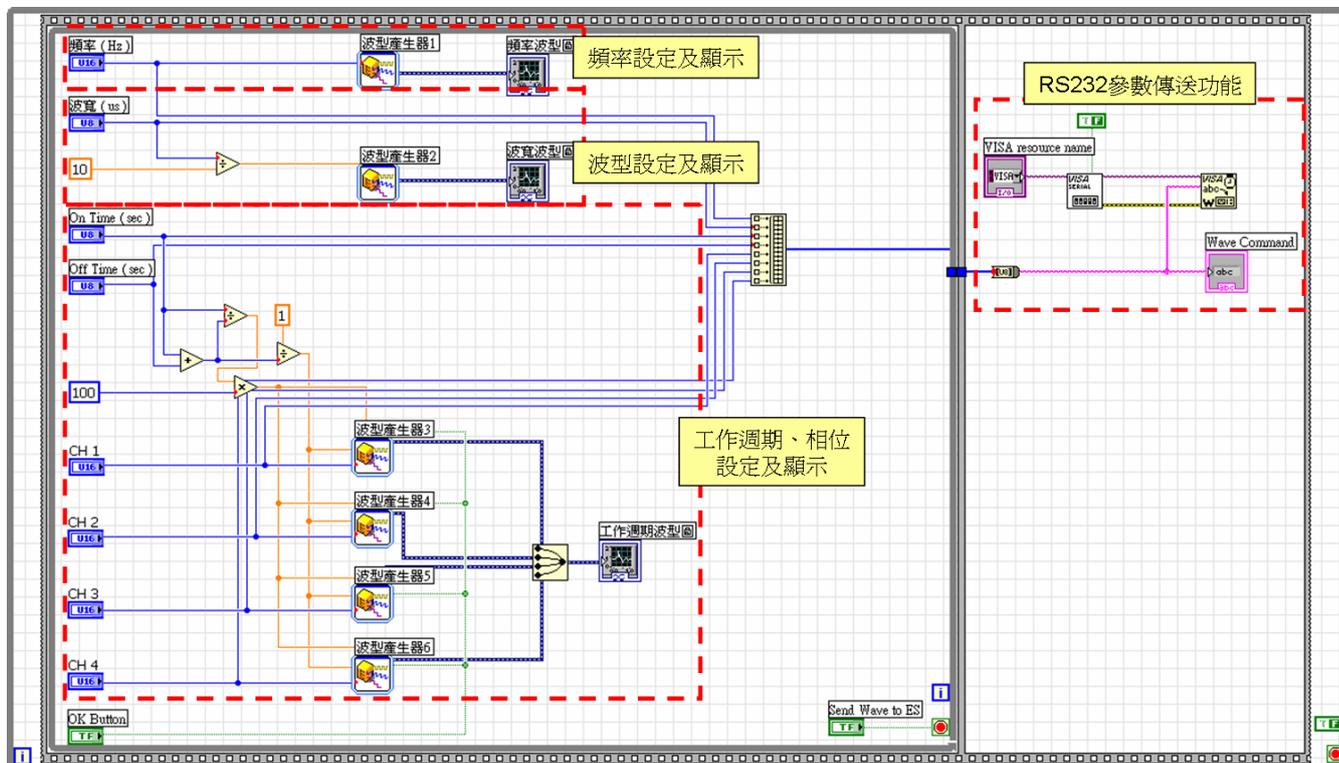


圖 14 吞嚥電刺激參數設定程式 Labview 程式碼

表 1 吞嚥電刺激參數設定範圍一覽表

輸出頻率設定(Frequency)	1-60 Hz
輸出波寬(Pulse width)	1-230 μ s
輸出電流(Curren)	80mA (@ 1k Ω)
工作週期 – 輸出時間 (On Time)	1~20 sec
工作週期 – 休息時間 (Off Time)	1~20 sec
工作週期 – 相位調整 (Phase)	0~270°
RS232 通訊埠選擇	COM1、COM2、.....依電腦配置而定

3.1.3 吞嚥電刺激器系統整合與功能測試

a. 吞嚥電刺激神經輔具系統整合

本研究完成各項「吞嚥電刺激器系統」中之硬體製作和軟體程式模組開發完成後，也進行軟、硬體功能測試。初步規畫之系統功能測試項目包括訓練系統程序控制、感測器訊號擷取測試、A/D 及 D/A 輸入/輸出訊號測試、吞嚥電刺激機制及主控電腦與感測器/訓練系統介面測試等。另外，本研究也對系統雛形進行外觀工業設計工作。至於外殼設計將採用 SolidWorks 2000 版套裝軟體繪製，以利於加工和裝配工作。系統整合時與與臨床復健訓練之治療師一起討論修改設計方案，確保設備更符合實務需求。其成品外觀圖如圖 15 所示。



圖 15 吞嚥電刺激器系統外觀圖

b. 吞嚥電刺激神經輔具系統功能測試

為了評估本研究所開發的「吞嚥電刺激神經輔具系統」能達到原設定之設計規範，本研究也針對實體雛型機，進行系統功能測試，本研究開發機台接於示波器 TDS1012 上，並於各通道上接了 1K Ω 的水泥電阻，進行電刺激輸出的各項參數測量，至於測試項目包括頻率、波寬、強度及波型等，測試方式如圖 16 所示。



圖 16 吞嚥電刺激神經輔具系統測試方式

經由示波器 TDS1012 量測電刺激輸出波型：波寬 229.4us、電壓最大輸出 81.6V、電流最大輸出 81.6mA(@ 1kΩ)、頻率 60.4473Hz，與規格要求的波寬 230us、電壓最大輸出 80V、電流最大輸出 80mA(@ 1kΩ)、頻率 60Hz 近乎一致。其量波型輸出量測結果圖如圖 17 所示。

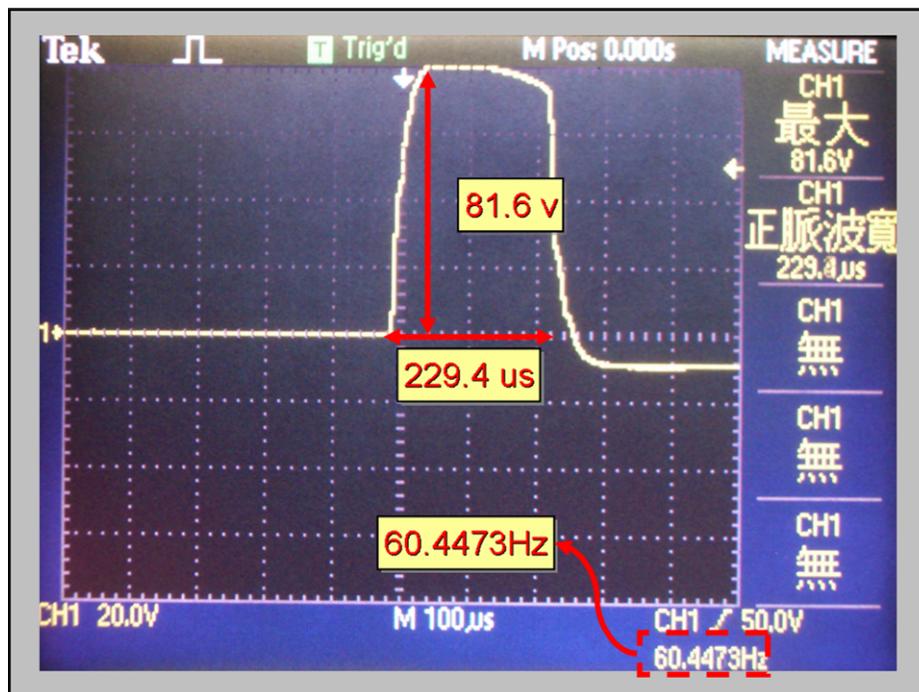


圖 17 電刺激波型輸出量測結果圖

由於進行吞嚥刺激訓練時，為配合吞嚥肌群間收縮的時序，所以電刺激通道與

通道間的工作週期及工作週期相位的關係變得非常重要。本系統透過吞嚥電刺激參數設定程式建立了四種不同的刺激訓練模式。各模式的工作週期都是設定為刺激 10 秒、休息 10 秒，但透過改變輸出的工作週相位，實現四種不同的刺激時序，各模式分別介紹如下：

模式 1：CH1、CH2 工作週期相位為 0° ，CH3、CH4 工作週期相位為 90° ，故刺激方式為當 CH1、CH2 刺激 5 秒後，CH3、CH4 始開始刺激。如圖 18 之模式 1 所示。

模式 2：CH1、CH2 工作週期相位為 0° ，CH3、CH4 工作週期相位為 0° ，故刺激方式為當 CH1、CH2 與 CH3、CH4 同時開始刺激，並同時結束。如圖 18 之模式 2 所示。

模式 3：CH1、CH2 工作週期相位為 0° ，CH3、CH4 工作週期相位為 180° ，故刺激方式為當 CH1、CH2 刺激結束後，CH3、CH4 始開始刺激。如圖 18 之模式 3 所示。

模式 4：CH1、CH2、CH3、CH4 工作週期相位為 0° 、 45° 、 90° 、 135° ，故刺激方式為從 CH1 開始刺激，每隔 5 秒，以序啟動下一通道的電刺激。如圖 18 之模式 4 所示。

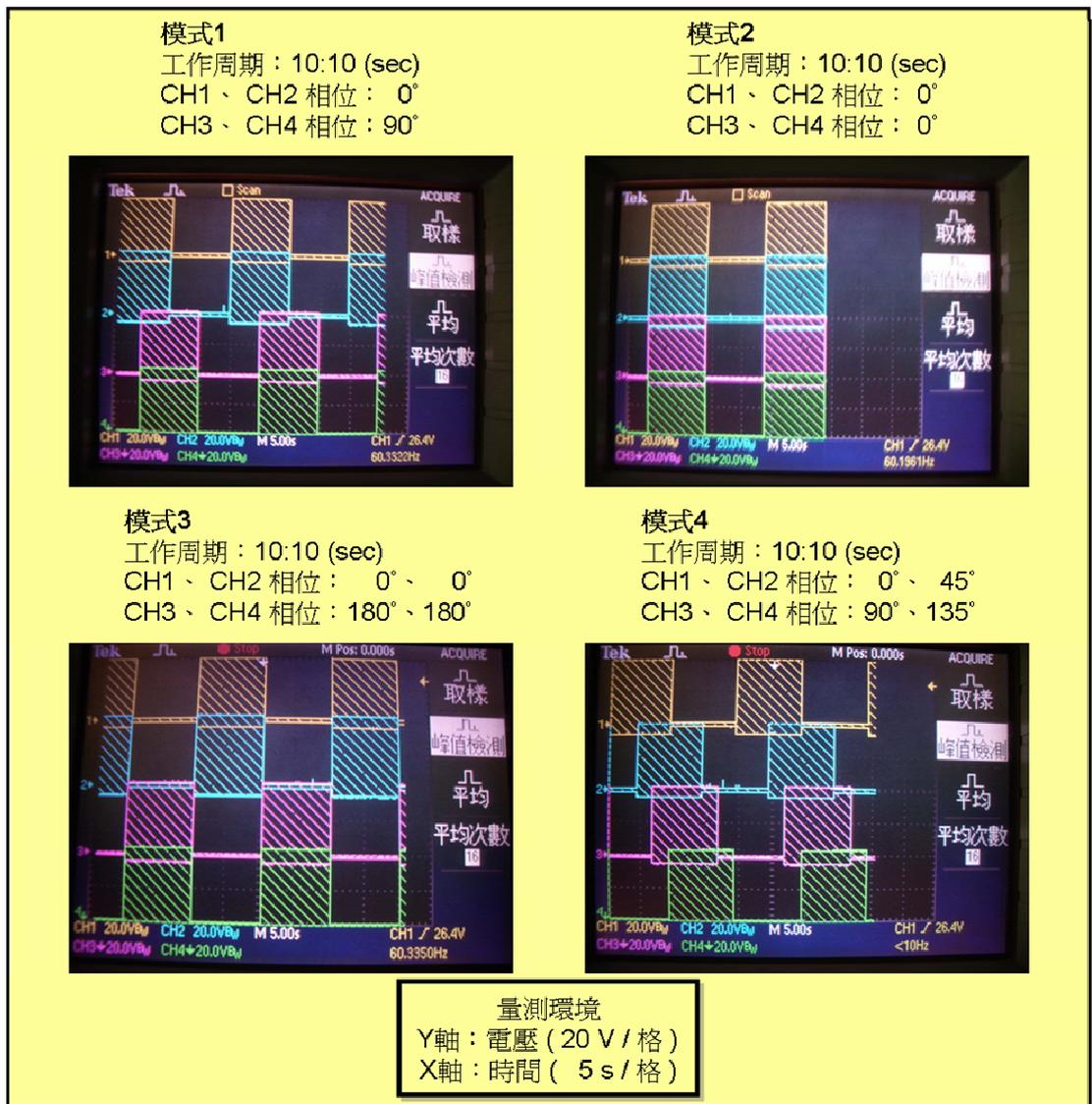


圖 18 四種吞嚥電刺激刺激模式

3.1.4 吞嚥肌群復健訓練電刺激神經輔具驗證

3.1.4.1 吞嚥研究對象及條件

本研究以十一名吞嚥障礙受測者(9位男性及2位女性)平均年齡為 47.6 ± 16.14 歲，平均身高 169.4 ± 4.8 公分，平均體重 64.1 ± 8.4 公斤。所有受測者必須是年齡大於十八歲的成年人，同時診斷無急性疾病造成舌骨延遲性吞嚥障礙的病徵且有吞嚥困難長達一個月以上者。受測者排案條件包括目前仍有氣切管的病患、過去一年內，曾經動過口腔、食道手術者、曾經或是現在患有惡性腫瘤相關疾病的病患、無法有效溝通者、懷孕婦女與曾經或是現在正在進行放射線治療的病患。每位受測者在口頭告知實驗目的及流程後，同意接受參與本實驗者皆須簽署受測同意書。

3.1.4.2 實驗設備

本研究臨床實驗所使用之設備包括自行研發之吞嚥肌復健訓練電刺激神經輔具(如圖19所示)及德國Zebris公司所生產之表面肌電圖(surface electromyography, sEMG)評估系統(如圖20所示)。吞嚥肌復健訓練電刺激神經輔具主要是針對左右側嚼肌(masseter muscle)與舌骨上肌(submental muscle)進行電刺激治療介入時使用；肌電圖評估系統則於電刺激治療介入前進行前測與介入4週後之後再進行後測以擷取左右側嚼肌與舌骨上肌群咬、吞口水與吞嚥時之肌電圖訊號。

本研究所採用自行開發之「吞嚥肌群復健訓練電刺激神經輔具」針對吞嚥肌群(左右側嚼肌與舌骨上肌)進行電刺激(吞嚥肌群復健訓練電刺激神經輔具的設定模式以及受測者電刺激肌肉位置如圖21所示)。此「吞嚥肌群復健訓練電刺激神經輔具」係採用四頻道可同時刺激左右側嚼肌與舌骨上肌群四組肌肉，可調控兩頻道間的休息時間、頻率大小以及任兩頻道間可調控為交互刺激或是同時刺激。自黏式電極片尺寸為 $1.85\text{in} \times 3.85\text{in}$ 。



圖 19 吞嚥肌群復健訓練電刺激神經輔具雛型機外觀實體照片



圖 20 受測者使用 Zebris EMG 肌電圖評估實況照



圖 21 電極片實際黏貼於患者左右側嚼肌與舌骨上肌

3.1.4.3 吞嚥肌群肌電圖與口腔動作功能評估

本研究利用坐姿進行吞嚥肌群肌電圖評估與口腔動作功能評估 (Mann Assessment of Swallowing Ability, MASA)；針對左右側嚼肌與舌骨上肌四組肌群，指示受測者配合做最大咬合、輕咬、乾吞(吞口水)與分別喝2ml/5ml/10ml及150ml開水測試，受測者必須在最短時間內完成動作，在測試時間全程記錄肌電訊號。將受測者臉頰毛髮加以清除，並以酒精棉擦拭，電極片貼於受測者各作用肌群肌腹上，此四組電極片之頻道分別是channel 1: 左側嚼肌；channel 2: 右側嚼肌；channel 3: 左側舌骨上肌；channel 4: 右側舌骨上肌。正負極與地線電極之間取 2-3 公分的電極間距，且需平行於肌纖維方向 (如 圖22 所示)。將Zebris Bluetooth EMG analysis system 肌電導線(含放大器)扣於電極片鈕扣上，並用3M膠帶加強固定，肌電訊號經放大處理後，經由類比數位轉換再以藍牙無線方式傳輸至手提電腦，提高真實訊號與雜訊比例，以上初步完成類比訊號擷取與儲存，Zebris EMG DAB-Bluetooth Basic Unit 如 圖 23 所示；所有訊號後處理的過程皆透過美國MathWorks 公司開發之MATLAB 7.9 版訊號處理軟體做進一步離線(off line)資料處理與分析，MATLAB分析EMG訊號流程如 圖24 所示， 圖24是以左側嚼肌 (channel 1)為例，受測者在黏貼EMG電極片後由施測者先放輕鬆儘量避免口腔肌肉產生收縮同時呼吸也控制在較平緩後，施測者即開始EMG量測，先量取5秒EMG肌電訊號接著令受測者開始做最大咬的動作，受測者在咬的同時按下

On-off switch 按鈕作為開始咬的起端直到放鬆並同時放開按鈕結束咬的動作，但是EMG量測還是繼續記錄並在咬動作5秒後才結束本次咬合EMG量測，相同動作需重複3遍方進入下一動作量測。

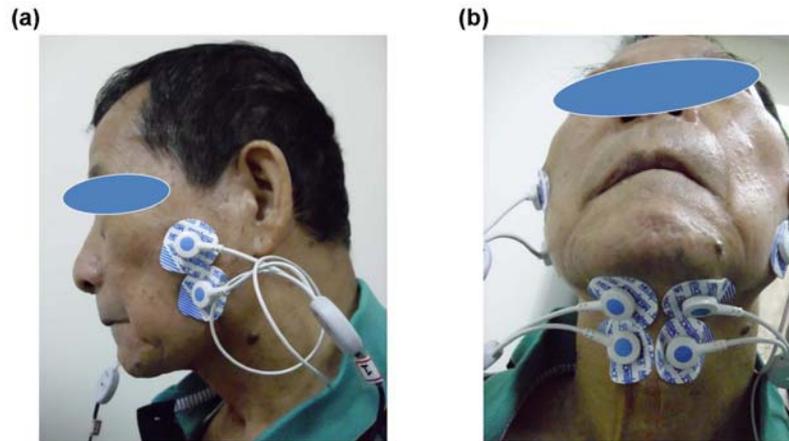


圖 22 肌電圖評估過程中電極片黏貼於受測者(a)左側嚼肌；(b)左右側舌下肌實況照



圖 23 德國 Zebris 公司生產之藍牙無線肌電訊號類比/數位轉換單元 (DAB-Bluetooth Basic Unit)

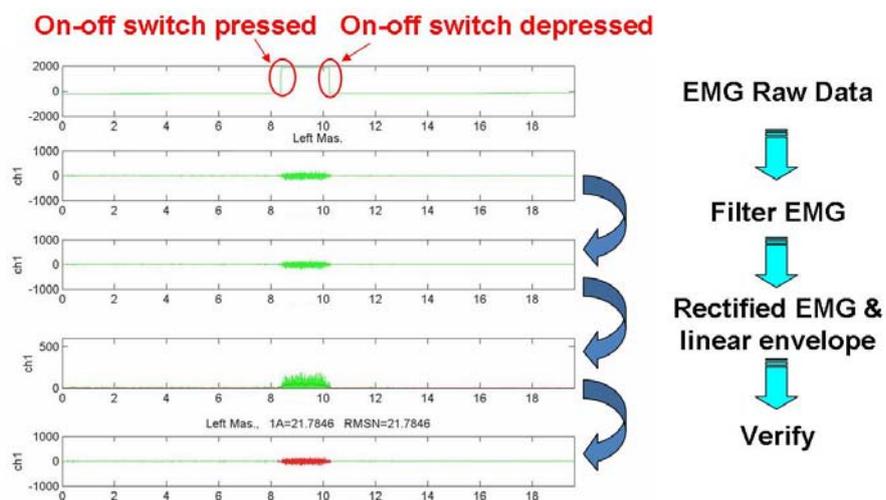


圖 24 MATLAB 分析咬合運動產生之 EMG 訊號流程

3.1.4.4 資料收集與處理

肌電圖 (electromyography, EMG) 是將單個或多個骨骼肌細胞活動時的生

物電變化加以引導、放大、顯示和記錄所獲得的一維時間序列圖形。根據生物電活動引導方法的不同分為表面肌電圖 (sEMG)。由於其可反映肌肉的興奮程度，因此經常被用來評定神經-肌肉系統的功能狀態。訊號分析方法：收集到之原始肌電訊號，訊號取樣頻率為 800Hz，原始訊號以軟體 MATLAB (version 7.9) 進行數位濾波，濾波方式採用帶通濾波(bandpass filters)進行，頻帶為 5-500Hz，評估參數與分析方式包括時間域分析(Time domain)與吞嚥肌群復健訓練電刺激前與電刺激後肌電圖反應時間(EMG Reaction time)、方均根振幅 (Root mean square, RMS)，所有評估參數皆為標準化後再做比較。(一)時間域分析(Time domain)：評估參數為方均根振幅 (Root mean square, RMS)，RMS 被認為是在時間域分析上最可信賴之評估參數(Basmajian & DeLuca, 1985)。(二)肌電圖反應時間(EMG Reaction time)：指大腦下達動作訊號到肌電訊號出現開始徵召肌肉動作的時間，本研究之健側及患側肌電圖反應時間差之定義，是以健側之反應時間減去患側之反應時間所得之時間差，參數若為正值表示健側反應時間較長，亦表示患側反應較快；反之若為負值，表示健側之肌電出現速度較患側快。健側與患側肌電圖反應時間差於本研究中分別針對左右側嚼肌與舌骨上肌進行統計分析。(三)肌肉收縮順序：本研究針對健側及患側之嚼肌與舌骨上肌反應時間順序分別進行交叉分析比較。

3.1.4.5 口腔動作功能評估量表(Mann Assessment Swallowing Ability, MASA)

臨床口腔動作功能評估普遍以 MASA 量表作為主要評估工具，MASA 評估項目包括醒覺程度(檢測病患對於周遭環境及自我的意識、刺激敏感度和注意力)、配合度(維持注意力並配合指示做動作的表現)、領悟力(基本對話能力)、呼吸狀況(肺功能與吞嚥協調能力)、失語情況、失用狀況、發音(異常狀況)、唾液(口腔分泌唾液的能力)、唇閉合力(控制嘴唇的動作和閉合能力)、舌頭靈活度(舌頭前半與後半部活動能力、舌頭肌力、協調程度)、口腔功能、嘔吐反射、軟顎功能、食團攪動能力、吞嚥咽喉期表現、咽喉反應、吞口水速度、咳嗽反射、自主咳嗽、發聲與氣管功能。MASA 量表共有 24 項，其中第 1-4、11-14、16-20、22-24 項採十點計分方式，其計分為 2、5、8、10 分，10 分視為正常，其餘 8 項採五點計分方式，5 分定義為正常，得分越高表示受測者口腔動作功能與吞嚥能力越佳，MASA 最高積分為 200 分。

3.1.4.6 吞嚥肌群復健訓練電刺激實驗步驟

實驗進行前先對每位受測者詳述本研究目的以及內容，每位患者充分了解實驗背景與流程後必簽署實驗同意書以示自願參與實驗，完成同意書簽章後即開始進入評估階段。評估部份首先請受測者以坐姿接受 MASA 量表評估其口腔動作功能，本項評估結束則進行吞嚥肌群 EMG 評估。受測者於評估(前測)過後則開始接受吞嚥肌群電刺激復健訓練，進行電刺激介入時 2 組電極片分別黏貼於受測者左右嚼肌，左側嚼肌由第一頻道給予電刺激、右側嚼肌為第二頻道；另外兩組電極片則分別是第三頻道的左側舌骨上肌與四頻道的右側舌骨上肌(電極片黏貼位置如圖 21)。本研究吞嚥肌群復健訓練電刺激時序仿照 Milos 對於吞嚥時的肌肉收縮順序，將吞嚥肌群復健訓練電刺激神經輔具設定成第一、二頻道作用 4 秒，

第三、四頻道作用 4 秒，第三、四頻道延遲時間 2 秒，ramp 時間定為 1 秒(示意如圖 25)，兩頻道電流傳送完畢的休息時間為 10 秒，兩頻道頻率為 5Hz，治療時間為 15 分鐘，每週 3~4 次，電流輸出強度依每位受測者的最大忍耐度為主。

吞嚥肌群復健訓練電刺激神經輔具於電流輸出時會以紅燈提示，因此，施測者於訓練前皆以口頭說明提醒受測者在第一、二頻道的紅燈亮起時，必須隨著電流刺激緊閉雙唇，用以訓練口腔期；第三、四頻道的紅燈就在 2 秒後亮起時，受測者須即時隨著電刺激以舌尖頂上顎以訓練咽部期。每位受測者必須接受持續六週，每週 3~4 次，每次 15 分鐘的吞嚥訓練。並於六周訓練後進行實驗後評估(後測)。

本研究係採用德國 zebris Medical GmbH 所生產的 Zebris Bluetooth EMG analysis system (以下簡稱 Zebis EMG) 作為 EMG (Electromyography) 量測肌肉肌電位的工具。Zebis EMG 有八個頻道，可同時擷取 4 左右嚼肌與舌骨下肌之肌電訊號，而所偵測到的信號經 MATLAB 軟體後處理顯示在電腦上，繪成肌電圖。EMG 評估項目包括最大咬、輕咬、吞口水及杯飲 2ml、5ml、10ml、150ml 水。

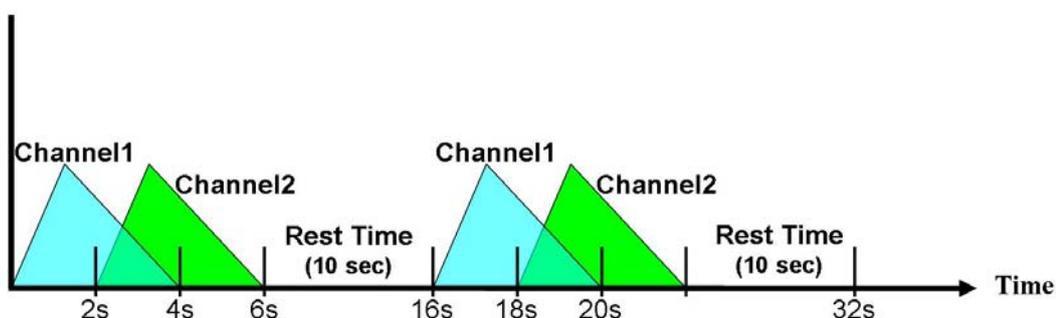


圖 25 吞嚥肌群復健訓練電刺激神經輔具電刺激頻率與間關係圖

3.1.5 肌電圖與口腔動作功能評估結果

3.1.5.1 肌電圖評估結果

最大咬肌電圖分析結果(如圖26 分析11位受測者最大咬肌電圖之時間域與RMS電刺激前後條形圖)，11位受測者完成前測最大咬動作平均需4秒，但經六週電刺激介入後，後測結果顯示11位受測者完成最大咬動作反應變快，平均只需要3.33秒即可完成最大咬動作。受測者肌電圖之RMS於前測皆比後測者高，前測之RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS 分別為39.37 μ v、49.09 μ v、40.67 μ v；後測之RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS 則分別為36.56 μ v、43.07 μ v、38.10 μ v；另外，RMS Left與RMS Right比值為1.03：0.87。圖26中之Improvement Ratio = $\frac{\text{前測} - \text{後測}}{\text{前測}} \times 100$ ，11位受測者最大咬肌電圖以Time Spend與RMS Right指標進步趨勢較明顯，分別為16.75與12.26。

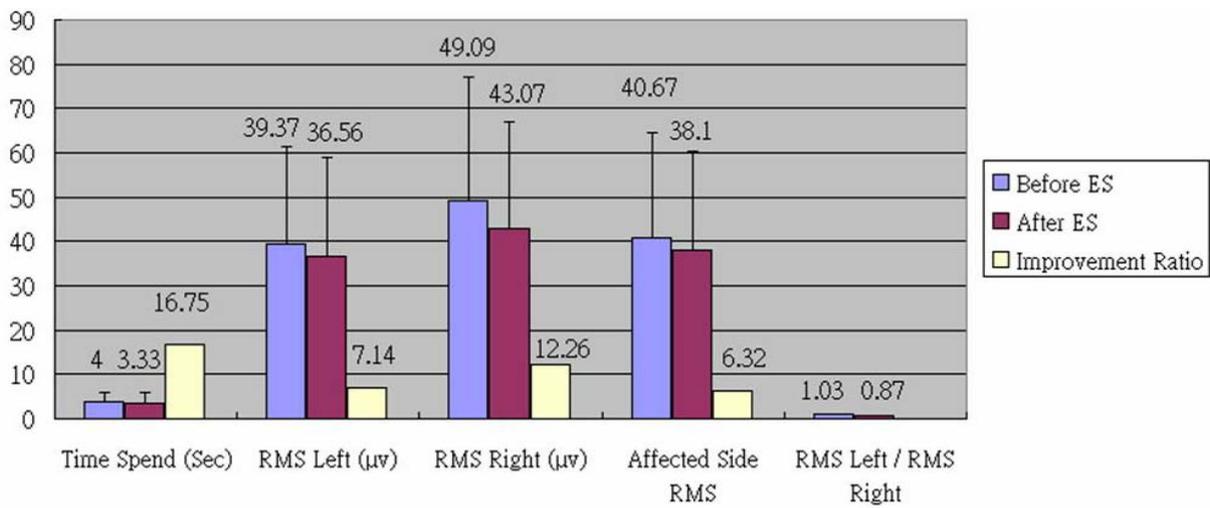


圖 26 分析 11 位受測者最大咬肌電圖之時間域與 RMS 電刺激前後條形圖

輕咬肌電圖分析結果(如圖27)，11位受測者完成前測輕咬動作平均需2.06秒，但經六週電刺激介入後，後測結果顯示11位受測者完成輕咬動作反應變快，平均只需要1.83秒即可完成輕咬動作。受測者肌電圖之RMS於後測皆比前測者高，前測之RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS 分別為11.45µv、13.25µv、12.08µv；後測之RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS 則分別為14.85µv、16.59µv、15.31µv；另外，RMS Left與RMS Right比值為1.16：0.85。在Improvement Ratio方面，11位受測者之RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS指標進步趨勢皆超過10，分別為11.17、29.69、25.21與26.74。

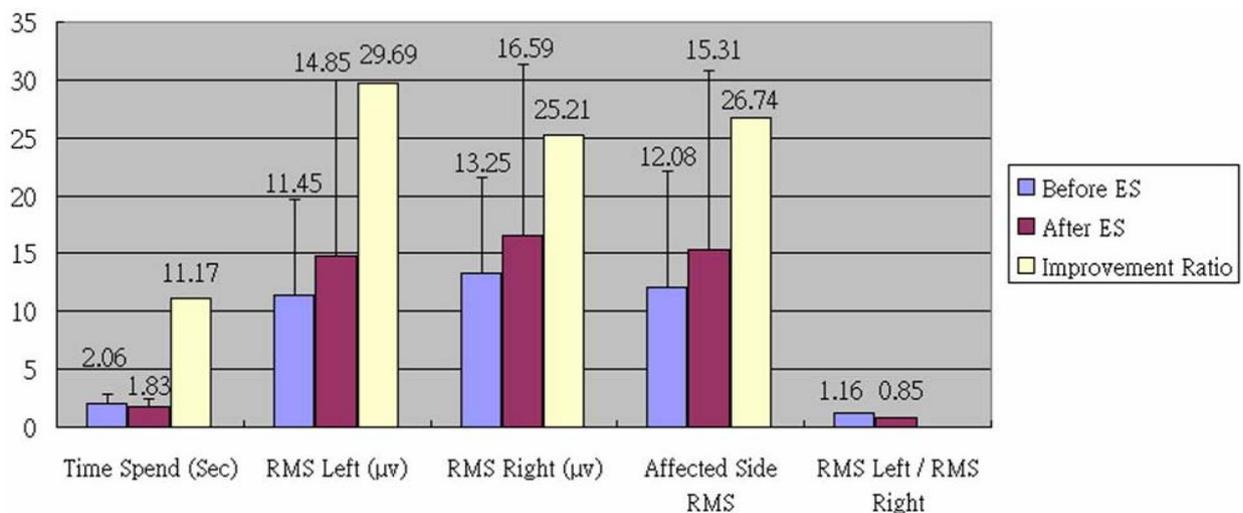


圖 27 分析 11 位受測者輕咬肌電圖之時間域與 RMS 電刺激前後條形圖

乾吞(吞口水)之肌電圖分析結果(如圖28)，11位受測者完成前測乾吞動作平均需9.37秒，但經六週電刺激介入後，後測結果顯示每位受測者完成乾吞動作反應皆有變快趨勢，平均只需要3.12秒即可完成吞口水動作。受測者肌電圖之RMS Left與Affected Side RMS前測值低於後測值，前測之RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS分別為7.59µv、9.54µv、7.81µv；後測之RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS 則分別為8.08µv、9.25µv、8.27µv；另外，RMS Left與RMS Right比值為0.84：0.89。在Improvement Ratio方面，除了Time Spend進步趨勢為66.70

較明顯外其他指標皆不明顯，受測者之RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS 指標分別為6.46、3.04與5.89。

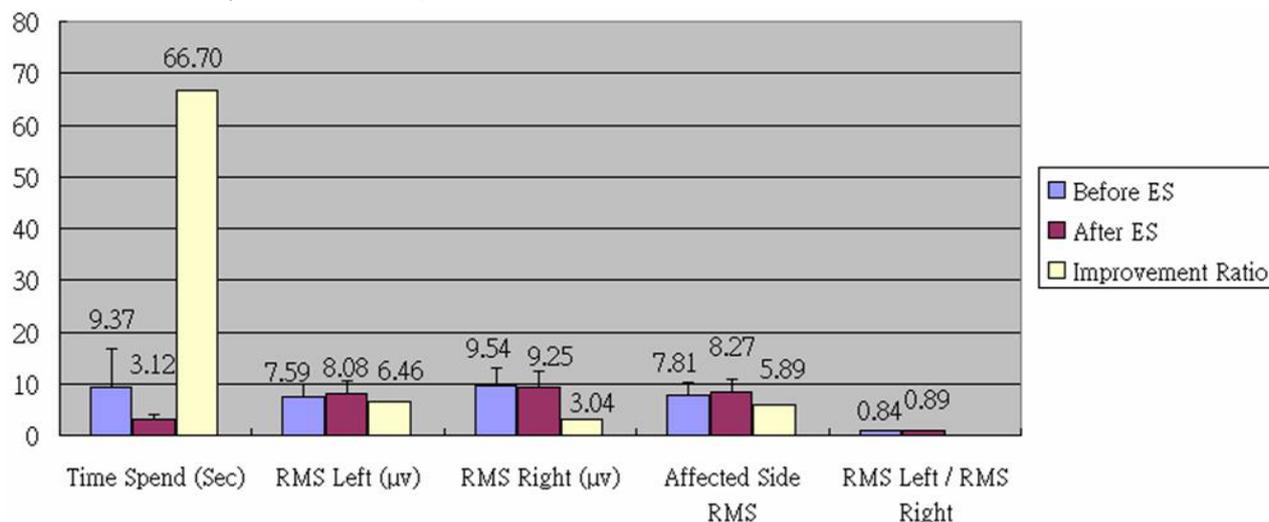


圖 28 分析 11 位受測者乾吞肌電圖之時間域與 RMS 電刺激前後條形圖

受測者以最快速度完成杯飲 2ml 開水之肌電圖分析結果(如圖 29)，11 位受測者完成前測杯飲 2ml 動作平均需 8.85 秒，但經六週電刺激介入後，後測結果顯示 11 位受測者完成杯飲 2ml 動作反應變快，平均只需要 6.30 秒即可完成杯飲 2ml 動作。受測者肌電圖之 RMS 於前測皆比後測者高，前測之 RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS 分別為 7.38µv、8.28µv、7.65µv；後測之 RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS 則分別為 7.16µv、7.46µv、7.13µv；另外，RMS Left 與 RMS Right 比值為 0.91:0.96。在 Improvement Ratio 方面，除了 Time Spend 進步趨勢為 28.81 較明顯外其他指標皆不明顯，受測者之 RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS 指標分別為 2.98、9.90 與 6.80。

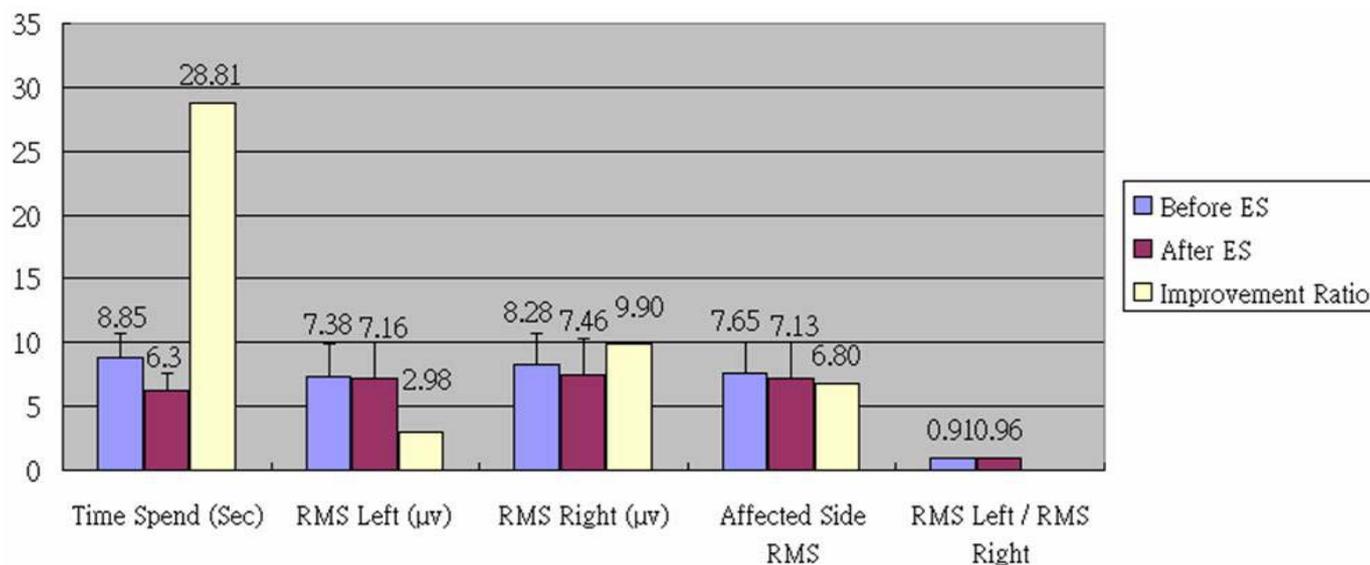


圖 29 分析 11 位受測者杯飲 2ml 開水肌電圖之時間域與 RMS 電刺激前後條形圖

受測者以最快速度完成杯飲 5ml 開水之肌電圖分析結果(如圖 30)，11 位受測者完成前測杯飲 5ml 開水動作平均需 9.84 秒，但經六週電刺激介入後，後測結果顯

示11位受測者完成杯飲5ml開水動作反應變快，平均只需要6.47秒即可完成杯飲5ml開水動作。受測者肌電圖之RMS於前測皆比後測者高，前測之RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS 分別為6.98 μ v、8.32 μ v、7.17 μ v；後測之RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS 則分別為6.87 μ v、7.34 μ v、6.88 μ v；另外，RMS Left與RMS Right比值為0.85：0.96。在Improvement Ratio方面，在Improvement Ratio方面，除了Time Spend進步趨勢為34.25較明顯外其他指標皆不明顯，受測者之RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS指標分別為1.58、11.78與4.04。

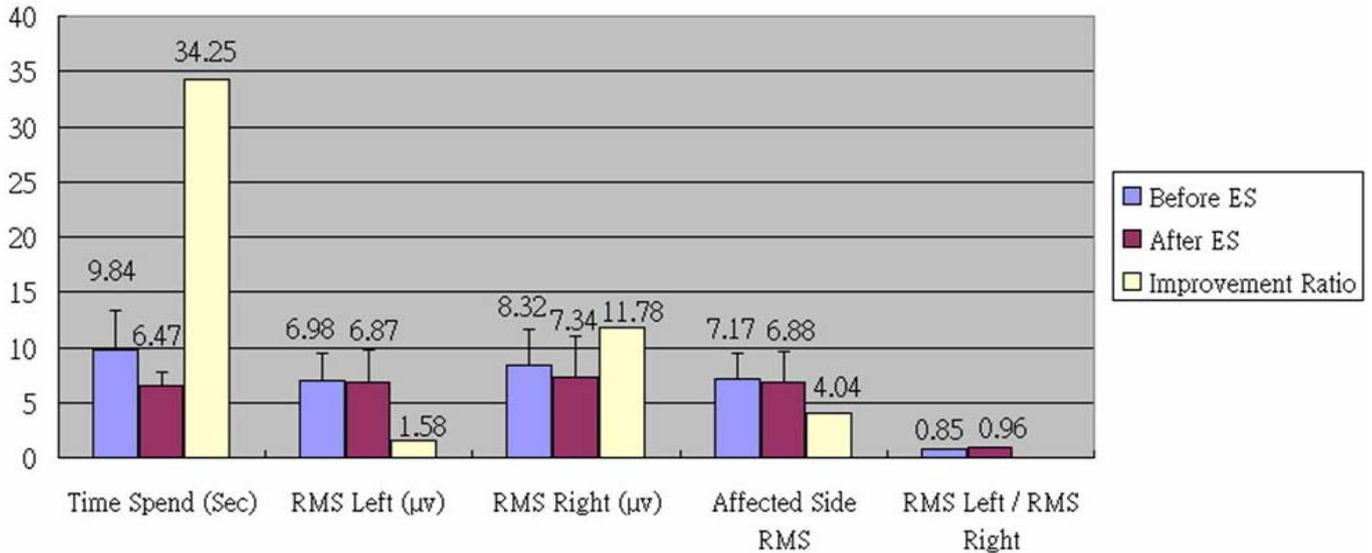


圖 30 分析 11 位受測者杯飲 5ml 開水肌電圖之時間域與 RMS 電刺激前後條形圖

受測者以最快速度完成杯飲10ml開水之肌電圖分析結果(如圖31)，11位受測者完成前測杯飲10ml開水動作平均需11.97秒，但經六週電刺激介入後，後測結果顯示11位受測者完成杯飲10ml開水動作反應變快，平均只需要7.57秒即可完成杯飲10ml開水動作。受測者肌電圖之RMS於前測皆比後測者高，前測之RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS 分別為8.31 μ v、9.88 μ v、8.56 μ v；後測之RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS 則分別為6.70 μ v、7.17 μ v、6.61 μ v；另外，RMS Left與RMS Right比值為0.86：0.96。在Improvement Ratio方面，除了Time Spend進步趨勢為36.76較明顯外其他指標皆也很明顯，受測者之RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS指標分別為19.37、27.43與22.78。

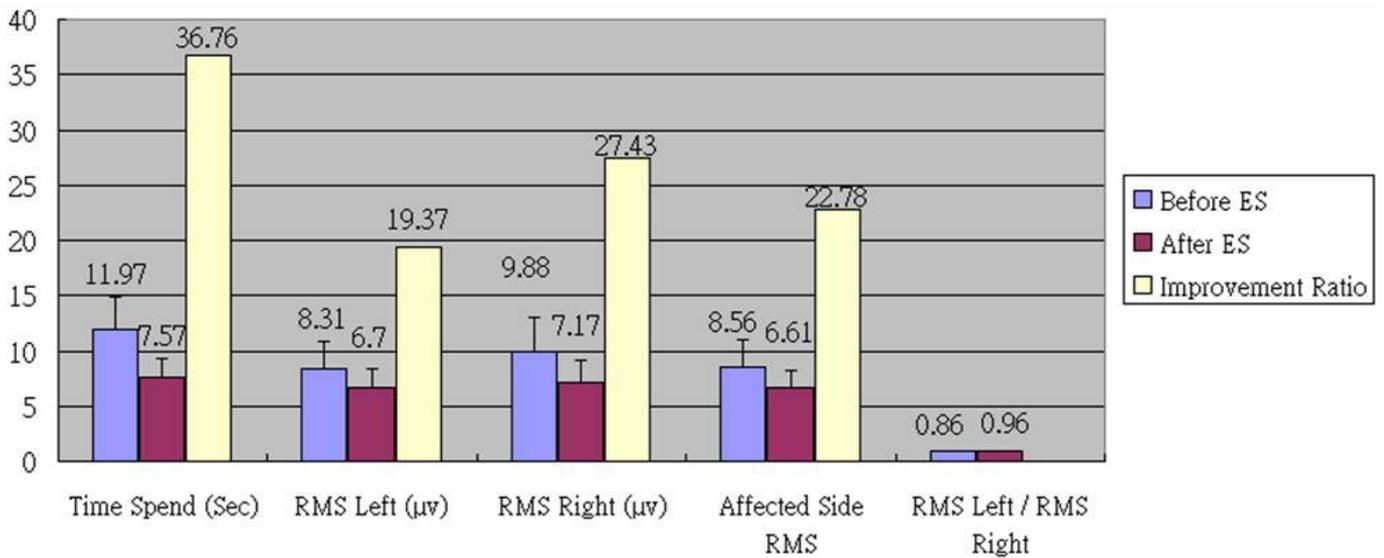


圖 31 分析 11 位受測者杯飲 10ml 開水肌電圖之時間域與 RMS 電刺激前後條形圖

受測者以最快速度完成杯飲 150ml 開水之肌電圖分析結果(如圖 32)，11 位受測者完成前測杯飲 150ml 開水動作平均需 64.4 秒，但經六週電刺激介入後，後測結果顯示 11 位受測者完成杯飲 150ml 開水動作反應變快，平均只需要 35.96 秒即可完成杯飲 150ml 開水動作。受測者肌電圖之 RMS 於前測皆比後測者低，前測之 RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS 分別為 8.91µv、9.69µv、8.94µv；後測之 RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS 則分別為 9.18µv、11.01µv、9.24µv；另外，RMS Left 與 RMS Right 比值為 0.98：0.89。在 Improvement Ratio 方面，在 Improvement Ratio 方面，除了 Time Spend 與 RMS Right 進步趨勢分別為 44.16、13.62 較明顯外其他指標皆不明顯，受測者之 RMS Left、Affected Side RMS 指標分別為 3.03 與 3.36。

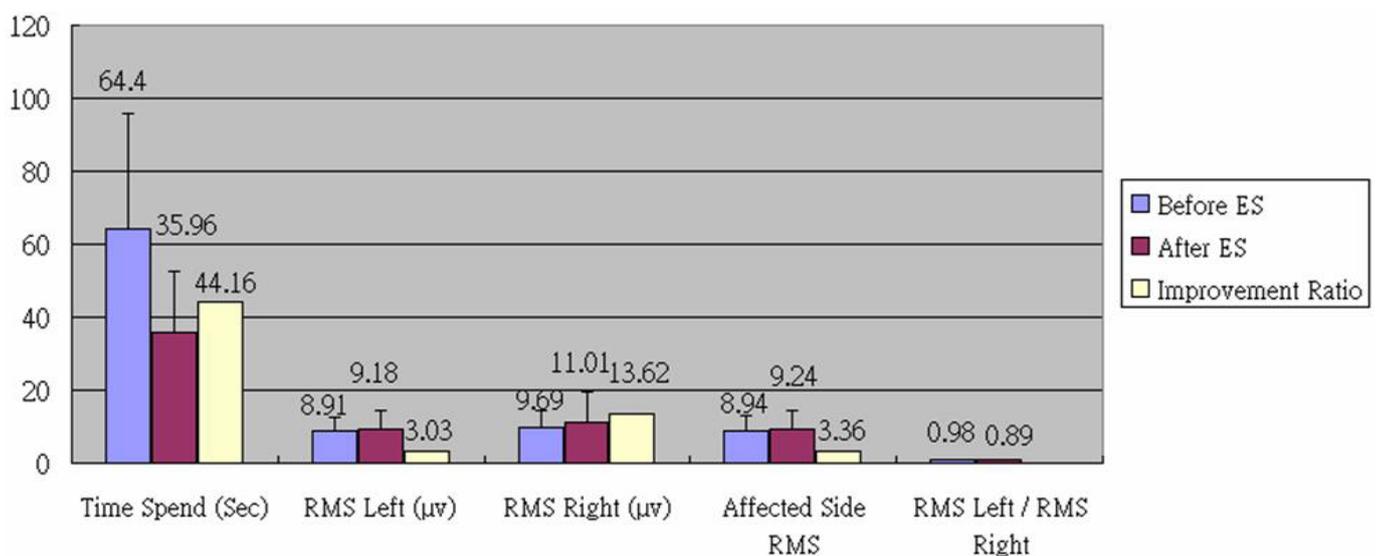


圖 32 分析 11 位受測者杯飲 150ml 開水肌電圖之時間域與 RMS 電刺激前後條形圖

3.1.5.2 口腔動作功能評估結果

受測者口腔動作MASA(如圖 33) 評估方面，11位受測者之MASA前測平均為 156.91 ± 14.11 ，但經六週電刺激介入後，後測結果顯示11位受測者MASA得分有進步趨勢，後測平均得分為 166.91 ± 11.51 。

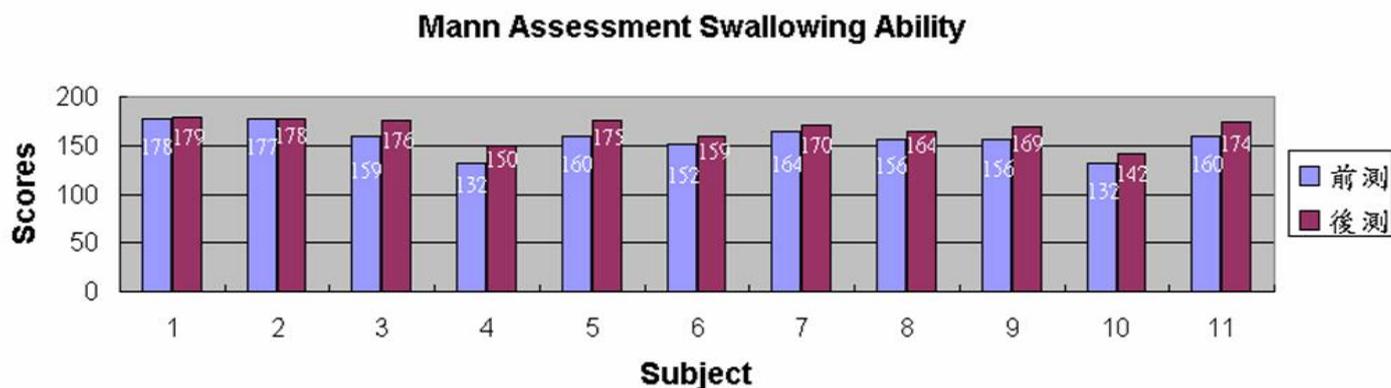


圖 33 分析 11 位受測者之 MASA 前、後測比較條形圖

3.2 探討與結論

目前國內並無針對吞嚥障礙患者之吞嚥肌群進行電刺激復健訓練的研究，但是，近年來中風、腦外傷患者與老人吞嚥障礙問題逐漸被提及與重視。因此，本研究為突破中風病患吞嚥障礙與吞嚥肌群復健訓練之瓶頸，已完成設計開發吞嚥肌群復健訓練用電刺激神經輔具，並進行臨床應用驗證。本研究係以 EMG 作為吞嚥肌群 (嚼肌與舌上肌) 的主要評估工具，其中時間域(time domain) 分析評估參數為方均根振幅 (Root mean square, RMS)，RMS 被認為是在時間域分析上最可信賴之評估參數 (Basmajian & DeLuca, 1995)，因此，在 EMG 分析方面以 RMS 為主，分析 RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS。最大咬之 EMG 分析結果顯示出受測者在後測時完成最大咬的動作較快且輕鬆，由後測的 RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS 得知受測者較不費力即可完成最大咬動作，由此趨勢可推論經由電刺激嚼肌有助於強化受測者之咬合能力。輕咬動作則與最大咬之 RMS 數值相反，EMG 分析結果顯示出受測者在後測時完成輕咬的動作速度比最大咬快(最大咬：3.33sec；輕咬：1.83sec)，但是輕咬後測的 RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS 比前測數值高，本研究推論受測者因中風與慣用側進食等因素造成嚼肌控制能力在電刺激介入後肌力有增加趨勢。乾吞口水的部份，受測者在吞嚥肌群進行電刺激復健訓練後吞嚥口水能力明顯效率更高(前測 Time Spend:9.37sec；後測 Time Spend: 3.12sec)，由吞口水的速度可推測受測者之舌骨上肌群經電刺激介入後相對肌力也提高。至於杯飲 2ml、5ml、10ml 與 150ml 開水之後測也發現喝水速度在吞嚥肌群進行電刺激復健訓練後喝水能力與效率明顯提高，EMG 分析結果顯示出受測者在後測時完成喝水動作較快且無嗆咳情形，由後測的 RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS 可得知受測者較不費力即可完成杯飲開水動作，由此趨勢可推論經由電刺激嚼肌有助於強化受測者之喝水吞嚥能力。在杯飲 150ml 開水的部份明顯可看出喝水速度由前測 64.4sec 降至 35.96sec，此趨勢對於本研究的結果有正面的意義，受測者對於更多水量的飲用較無嗆咳，經吞嚥肌群進行電刺激復健訓練後受測者可更有效率的喝水，對於經由口部攝取足夠水份無需仰賴鼻胃管亦可提升中風患者生活品質。

3.3 研究限制與建議

本研究受到研究者能力、時間、人力、經費等因素的限制，未臻完善。以下說明研究限制，以作為未來研究之參考：

3.3.1 研究設計

本研究設計抹前實驗性一單組前後測設計，無法達到實驗性研究設計中的控制所有可能影響實驗結果的變數，且於電刺激復健訓練介入前均接受前測 (EMG 與 MASA 評估)，可能會造成對吞嚥動作的熟練度增加；因此，未來研究建議應採用對照組前後測設計，以避免研究的推論上有所限制，並建議增加對照組，以利研究作更加深入之成效探討。

3.3.2 研究樣本

本研究為方便取樣僅限於台中市的中山醫學大學附設醫院為收案場所，因此所得結果不足以推論至研究對象的母群體，故建議未來研究可擴大地域性，並盡可能採取隨機抽樣之方式，以增加研究結果的代表性與推論性並提昇外在效度。

3.3.3 研究工具

本研究之研究工具僅以 EMG 與 MASA 評方法來評量吞嚥障礙之效益，尚有未不足之處。故未來研究應可採用螢光錄影吞嚥檢查(Videofluoroscopic swallowing examination)實際觀察吞嚥時口腔內部的狀況，以能在臨床實務上實際觀察研究對象在吞嚥障礙的吞嚥復健訓練及照護措施之應用情形，則成效評估將更具體與客觀。

3.3.4 研究步驟本

研究僅評估吞嚥電刺激復健訓介入六週後之成效，建議未來研究朝追蹤性效果方向進行，並探究介入成效之持續性以瞭解吞嚥電刺激復健訓的立即效果及成效之持續時間。本研究僅以 Time Spend、RMS Left、RMS Right、Affected Side RMS、Improvement Ratio 及 MASA 得分作為評估指標，對於實際進食之食材性質、濃度與進食的方法皆未在本研究中探討，無法展現日常生活飲食的成效。建議未來可增加以接受服務者身心狀況的維持或改善，如生理功能的恢復或維持、心理及社會功能的進步、生活品質之改善、醫療花費或成本控制等相關的指標以進行第四層級的評估，更能反映吞嚥障礙的照顧服務品質。

**國科會補助專題研究計畫項下
出席國際學術會議心得報告**

Date: 99.07.20

計畫編號	NSC98-2221-E-040-008		
計畫名稱	吞嚥障礙復健訓練電刺激神經輔具之開發與應用		
出國人員姓名	林志峰	服務機構 及職稱	中山醫學大學 物理治療學系 副教授
會議時間	2010.06.22 ~ 06.25	會議地點	Seoul, Korea
會議名稱	8th International Conference on Smart Homes and Health Telematics		

參加會議經過：

根據資料顯示，台灣65歲以上人口在2025年將達20%以上。因此，必須思考如何加強新銀髮族面對生活自立的能力，以降低傳統安養照護的模式之老人長期照護的需求，避免導致醫療與照護服務的財務支出大增。據此，整合人文、科技與服務管理的智慧生活新模式，創造一個智慧生活空間和遠距醫療架構，以滿足老者身體與心理上的生活需求，協助未來銀髮族邁向長壽新世代。而如何建構智慧生活空間及遠距醫療技術已成為身為個人關注的課題。

個人於2010年6月22日至25日至韓國的首都首爾 (Seoul, Korea) 參與 8th International Conference on Smart Homes and Health Telematics 研討

會。此屆活動的主辦單位為包括：The Korean Gerontological Society (KGS), The Center for Sustainable Healthy Buildings (CSHeB), Institute of Millennium Environmental Design and Research at Yonsei University (MEDR)，可說韓國傾全力主辦，內容豐富。

22日至24日會議內容主要為專題演講與口頭及壁報論文發表。專題演講一共有七場，主辦單位邀請包括美、英、法、日、韓各國專家學者分享該國最新的發展，題目與講座分述如下：

Keynote 1.

題目 --- “Quality of Life Technology: Challenges and Opportunities”

講座 ---Takeo KANADE

Professor, Robotics Institute, Carnegie Mellon University, USA

Keynote 2.

題目 --- “Ubiquitous Computing and Universal Design”

講座 ---Ken SAKAMURA

Professor, Information Science, University of Tokyo, Japan

Keynote 3.

題目 --- "Telemedicine to Support the Home as Primary Point of Care”

講座 ---Ronald MERRELL

Professor, Dept. of Surgery, Virginia Commonwealth University, USA

Keynote 4.

題目 --- “Technology Mediated Care: Who cares? What

Technology?”

講座 ---Nick HINE

Professor, School of Computing, University of Dundee,
UK

Keynote 5.

題目 ---"The Current Status and Future Prospects on Health
Telematics in Korea"

講座 ---Myoungho LEE

Professor, Electrical & Electronic Engineering, Yonsei
University, Korea

Keynote 6.

題目 --- “Present and Future of Aging Friendly Technology for
Smart & U-Health”

講座 ---Mounir MOKHTARI

Professor, Institute TELECOM/TELECOM Sud Paris,
France/CNRS IPAL (UMI 2955), France

Keynote 7.

題目 ---"Human-friendly Smart Home with e-Telehealth Care
Function"

講座 ---Z. Zenn BIEN

Professor, Ulsan National Institute of Science and
Technology, Korea

論文發表計有百餘篇分成口頭發表及壁報張貼兩種方式，包括
有日本、台灣、韓國、英國、法國、德國、加拿大、美國、澳洲、
紐西蘭...等十餘個國家的專家學者參與發表。

論文發表依特性分為 4 大領域 28 個子題，精采題目和摘要分述如下：

Topic 1-- S : Smart Home & Village

S1- Intelligent Environments with emphasis on Smart Homes

Smart home aims at assisting independent living of the elderly and people with disabilities. The work focuses on technical solutions for human-friendly assistance in motion/mobility, smart home organization/architecture, and home-installed equipments.

S2- Human-Machine Interface and Ambient Intelligence

Human-machine interfaces focus on designing human-friendly interfaces that allow human-machine about the circumstances under which they are able to operate considering the user's health/emotional state and interaction in a very natural way similar to communication between humans. The work includes devices that not only identify the user's instructions but also recognize the user's intentions.

S3- Context Awareness/Autonomous Computing

Smart devices/systems possess a high level of intelligence for control, actions and interactions. The systems sense and react based on their information and intention.

S4- Modeling of Physical and Conceptual Information in Intelligent Environments

Modeling of physical and conceptual information includes data structure and communication protocol that are used for information processing, data exchange, simulation, and understanding of information.

S5- Digital Life Scenario & Life Style Engineering

Digital life scenario and life style engineering includes transforming various life scenarios and people's life style into cutting-edge technology using digital technology. Life scenarios contain general benefit, welfare, leisure-culture, environmentally friendly life scenarios and etc of diverse aspects on information-orientated society. All of these life scenarios are based around housing, community and urban environment context.

S6- User Response & Consumer Evaluation of Smart Home

Actual end users' responses and their evaluation on various services of smart homes as customers are covered here. The end users' responses & evaluation tools and the process of discussing their utility are included. Diverse, eclectic and innovative methodologies in both micro & macro level and context are included.

S7- User Interface and Universal Design

To utilize products and technologies in intelligent environments ultimately, user interface has to be exquisitely considered. All of strategic methods to make user interface convenient and affordable are also sought. Here, Universal Design paradigm theories and practical examples can be introduced, and merge of Universal Design principles into user interface are emphasized.

S8- Universal Design for Smart Home & Village

There are needs to look into Universal Design strategies to make smart homes and villages as real life environments in the future for diverse members of society including socially disadvantaged people, including the disabled, and the elderly. This is especially pursued to aging in place & active aging which is expected to be a substantially long period, a third age.

Topic 2-- H : Health Telematics & Healthcare Technology

H1- Personal Medical Data Collection and Processing (Health Vaults)

This technology handles a method for creating, storing and transferring electronic patient records and for more effectively managing patient accounts. The work also includes storing one or more medical forms and converting each of the forms.

H2- Home Health Monitoring and Intervention

Health monitoring system to aid independent living includes measurement devices, monitoring system for caregivers, and devices for processing and archiving medical data. The work also deals with detection of abnormal signals, call alarm and prediction.

H3- Tele-Assistance and Tele-Rehabilitation

This technology allows caregivers to partially assist the elderly and people with disabilities at remote sites employing tele-nursing and tele-care. The

work includes physical interaction and medication management via telecommunication.

H4-Middleware Support for Smart Home and Health Telematic Services

Middleware for smart home and health-care services connects software components or applications running on one or more systems to interact. This technology provides interoperability and reusability of software components, and includes middleware architecture, communication, transaction, etc.

H5- Real World Deployments and Exp. in Smart Homes, Hospitals & Living Communities

This work includes real implementation and deployment of assistive systems, usability tests, and the user's suggestions collected by experiences in smart homes, hospitals and living communities to improve design solutions for system development.

H6- Elder Perspectives on Health Telematics

This section covers health telematics technologies' pros and cons and their possibilities to the elderly who experiences physical, psychological, social health decline due to aging. The extents of the elderly are from the healthy & active elderly to the frail elderly who require assistive services.

H7- Technology for Holistic Health and Independence

Technologies that promote holistic health (physical/physiological health, psychological/emotional health and social health) and support each individual's independence, and case studies or researches that indicated & dealt these technologies are included here.

H8- U-Health for Smart Global Village

Products, software, interface, data transferring technology and others that support possibilities of location-free healthcare services, which can be serviced to people anywhere in urban context are included here. All technologies that can be connected to all parts of a city on top of smart homes are incorporated.

Topic 3-- A : Aging Friendly & Enabling Technology

A1- Devices, Systems and Algorithms for Vision/ Hearing/ Cognitive/ Com.Impairments

Devices and systems to aid vision/hearing/cognitive/communication impairments include guiding and obstacle detection for navigation, sign language recognition, sound detection, assistive memory, event notification, behavior recognition, etc.

A2- Assistive and Rehabilitative Robotics and Smart Wheelchairs

Robotics technology plays an important role in the life of people with special needs to help their movement, manipulation of objects and rehabilitation activities. The work also improves productivity and social activities to maintain a higher quality of life.

A3- Elder Perspectives on Smart Home Technologies

This section covers smart home technologies' pros and cons and their possibilities to the elderly who experiences physical decline due to aging. The extent of the elderly are from the healthy elderly to the elderly who require assistive services.

A4- Assistive Technology to Improve Quality of Life for Older Adults and their Caregivers

This technology is designed to be utilized in an assistive technology device or assistive technology service to achieve a higher quality of life of older people. The work includes assistive, adaptive and rehabilitative devices and the process used in selecting, locating and using them.

A5- Gerontechnology, Social Science and Health Care

Gerontechnology concerns technological environments, assistive technology and inclusive design for health, housing, mobility, communication, leisure and work of older people to provide an optimum living environment for them.

A6- Universal Design Technology for Active Aging

Technologies that are developed to promote the active elderly live more energetic and healthy in their later lives are covered here. These technologies are not only for the elderly but also all other people, which are Universal Design Technologies and they are ranged from products to environments.

A7- Philosophy & Foundation for Age-Friendly Care

This contains philosophy and basic knowledge background in implementing age- friendly care services. Adequate technology can be

developed in a very creative way and be successful in a very pragmatic market when it is truly based on robust philosophy & strong knowledge base.

A8- Enabling Homes for Next Generation

The main members of next generation are going to be socially disadvantaged people i.e. the elderly and the disabled. Thus, this section includes characteristics and technologies of houses that actively support socially disadvantaged people, so they can live without any constraints due to their physical deterioration or disabilities.

Topic 4-- M : Medical Health Telematics & Healthcare Technology

M1- Multi-Agent-Based U-Healthcare & Monitoring for Patient Care Management

Advanced healthcare support and patient care system in ubiquitous computing environment. The work deals with information regarding patient condition and user-oriented healthcare support system focusing on design and implementation of the multi-agent technology system.

M2- U-Healthcare for Medical & Clinical Information Management

This technique includes various integrated applications which extended to all clinical departments and automated the medical (administrative and clinical) documentation tasks in ubiquitous computing environment.

M3- U-Healthcare for ICU & Emergency Patient Care

Regarding ubiquitous computing environment for maintaining and improving the quality of patient care in the ICU and emergency environment.

M4- U-Healthcare for Point-Of-Care & Management System

This work combines wireless technologies to link physicians, nurses and the pharmacy at the point of care, i.e. the clients' units. Through the use of hand-held mini-computers, computer networks and medication storage units, clients medication can be supported through the system.

各領域論文發表的時間非常緊湊，發表後之討論與交換意見亦十分熱烈。由於近年來我國國科會重視此議題，投注許多人力、

經費於相關研究，因此國內之臨床醫學工程技術於老人議題之發展建樹良多，故在此次會議上國內所發表的論文備受重視。

我國有台灣大學、陽明大學、臺南大學、中山醫學大學、雲林科技大學等單位多所學校師生參加此次會議，參與人員積極參與活動，並於會場內外與各國知名講者與與會學者討論心得交換觀點，也同時闡述國內在相關主題的研究能量及推廣能見度。

與會心得：

從此次研討會所發表之論文及多場邀請講席之演講主題和內容可知世界各國在 Smart living home、Technology for health and independence 等議題均投注不少研究人力及經費。

智慧居家工程(smart home engineering)屬於一種跨領域的技術，個人感覺首次參加此主題的研討會，不但可看到世界各國在此領域的發展情形，也對於個人今年研究主題提供新的思維與未來研究方向產生創新構想，可謂收穫良多。

建議：

這次研討會有很多學者提出不少智慧居家工程及老人科技的新概念，例如：智慧控制系統的技術開發與運用研究、居家照顧服務系統科技化、高齡人因工學研究與運用、生醫技術與資訊系統建構與雲端網路發展新用途等可作為國內科技發展重點的參考。

四、攜回資料名稱及內容：

大會之論文集，

名稱： Aging Friendly Technology for Health



大會現場



與台灣教授合影

無研發成果推廣資料

98 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：林志峰		計畫編號：98-2221-E-040-008-					
計畫名稱：吞嚥障礙復健訓練電刺激神經輔具之開發與應用							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	1	1	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	1	0	100%	人次	
		博士生	1	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	1	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		章/本
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>無</p>
--	----------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

已發表研討會口頭報告論文一篇並即將申請專利與積極尋求產學合作之可能性

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

學術成就

本研究已完成「吞嚥障礙復健訓練電刺激神經輔具」之開發與應用驗證，並將研發成果與臨床驗證以口頭報告方式於學術研討會發表。

技術創新

本研究之完成開發「吞嚥障礙復健訓練電刺激神經輔具」，可提供臨床神經系統病患吞嚥障礙復健訓練使用。另外，應用實驗結果將可作為復健治療策略選擇及治療處方之參考。本研究所設計開發之「吞嚥障礙復健訓練電刺激神經輔具」具有申請專利之潛力，未來將透過技術轉移由合作廠商進行量產及商品化工作。

社會影響

本研究開發設備過程，除了由醫療機電工程背景研發人員外，復健醫療人員也全程參與整合工程設計與臨床驗證工作，有助於研究人員間之溝通交流。使開發之成品更能符合功能和市場需求，也可藉此訓練參與之研發人員。