

物理因子治療學

電磁療學

編著者

廖文炫 張梅蘭 蔡美文 王淑芬



合記圖書出版社 發行

第十三届全国书市样书

物理因子治療學

電磁療學

編著者

廖文炫 張梅蘭

蔡美文 王淑芬



合記圖書出版社 發行

國家圖書館出版品預行編目資料

物理因子治療學－電磁療學／張梅蘭等合著

－初版－ 臺北市：合記，民90

面： 公分

ISBN 957-666-776-3（精裝）

1. 電磁療法

418.978

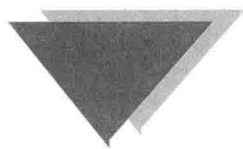
90015786

書 名 物理因子治療學－電磁療學
編 著 廖文炫 張梅蘭 蔡美文 王淑芬
發行人 吳富章
發行所 合記圖書出版社
登記證 局版臺業字第0698號
社 址 台北市內湖區(114) 安康路322-2號
電 話 (02) 2794-0168
傳 真 (02) 2792-4702

總 經 銷 合記書局
北 醫 店 臺北市信義區(110) 吳興街249號
電 話 (02) 27239404
台 大 店 臺北市中正區(100) 羅斯福路四段12巷7號
電 話 (02) 23651544 (02) 23671444
榮 總 店 臺北市北投區(112) 石牌路二段120號
電 話 (02) 28265375
台 中 店 臺中市北區(404) 育德路24號
電 話 (04) 22030795 (04) 22032317
高 雄 店 高雄市三民區(807) 北平一街1號
電 話 (07) 3226177

郵政劃撥 帳號：19197512 戶名：合記書局有限公司

中華民國九十年十月十日 初版一刷



作者簡介

(按姓氏筆劃順序排)

王淑芬

學歷：國立台灣大學物理治療學系理學士
美國北卡大學教山分校物理治療碩士
美國維吉尼亞醫學院解剖學博士
現職：國立台灣大學醫學院物理治療學系暨研究所副教授

余松年

學歷：國立台灣大學電機系理學士
國立台灣大學電機研究所碩士
美國凱斯西儲大學醫學工程博士
現職：國立中正大學電機系助理教授

施怡芬

學歷：國立台灣大學物理治療學系理學士
美國匹茲堡大學物理治療碩士
英國倫敦大學帝國學院機械工程學系生物力學組博士候選人
現職：英國倫敦 Hammersmith Hospital NHS Trust 臨床工程師

高木榮

學歷：國立台灣大學物理治療學系理學士
國立台灣大學醫學院學士後醫學系醫學士
中國醫藥學院醫務管理研究所碩士
現職：中國醫藥學院附設醫院復健部主任

陳信水

學歷：中國醫藥學院醫學士
現職：中國醫藥學院北港附設醫院復健科主任

張梅蘭

學歷：國立台灣大學物理治療學系理學士
美國科瑞格醫院進修
世界衛生組織老人機構進修
國立陽明大學衛生福利研究所碩士班進修
現職：台北榮總復健醫學部總技師
國立陽明大學物理治療學系兼任講師

黃英修

學歷：國立台灣大學物理治療學系理學士
美國德州大學奧斯汀分校醫學工程博士
現職：國立成功大學物理治療學系助理教授

楊政峰

學歷：國立台灣大學物理治療學系理學士
美國匹茲堡大學物理治療碩士
美國德勒氏大學運動科學博士班進修
現職：國立成功大學物理治療學系講師

蔚順華

學歷：國立台灣大學物理治療學系理學士
國立成功大學醫學工程研究所碩士
美國愛荷華大學物理治療研究所博士
現職：國立陽明大學物理治療暨研究所副教授

廖文炫

學歷：國立台灣大學物理治療學系理學士
日本東京大學子母保健碩士
美國紐約大學物理治療博士
現職：私立義守大學醫務管理學系助理教授

廖華芳

學歷：國立台灣大學物理治療學系理學士
國立台灣大學公共衛生研究所碩士
現職：國立台灣大醫學院物理治療學系暨研究所副教授

蔡美文

學歷：國立台灣大學物理治療理學士
國立台灣大學生理學碩士
國立台灣大學流行病學博士候選人
現職：國立陽明大學物理治療學系暨研究所講師

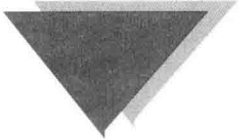


連 序

電療學雖然一直是物理治療中之重要部門之一，但是在近三十年來它的急速發展與多樣化，纔使這門學問更加紮實。記得五十八年，我因為「蜀中無大將」，硬著頭皮向第一屆物理治療的學生開「電療學」時，手中能參考的書籍實在不多，而授課的內容亦大致侷限於低週波的直、交流電刺激，高週波的短波、微波、超音波透熱，光譜中之紅外線、紫外線治療以及電泳療法等。但自從1970年代以來，陸續出現的功能性電刺激 (FES)，經皮電刺激 (TENS)，中頻電療，使電療學著實熱鬧起來，而自九〇年代後，又有磁療新機種問世，更是錦上添花。不過花樣多起來，令人眼花撩亂，初學者靠著幾本英文教科書實在不容易滲透其中道理。國內幾位物理治療的先驅者，包括物理治療學會現任理事長張梅蘭，前任理事長廖華芳等人鑑於國內尚無這方面的中文教科書，歷經數年之努力，終於編寫成這一本「物理因子治療學」全書，本人有幸先睹為快，發現本書涵蓋面很廣，大凡到目前為止有關電磁療的新發展都有涉獵，文獻回顧很仔細，段落分明，文筆通順，每一章文前有重點，文末有練習題，可以說是國內物理治療方面的創舉，亦是學子們最好的參考書籍。因此除了向著者們祝賀多時以來的辛苦終獲成功外，亦樂意為之作序推介。

國立台灣大學醫學院復健科名譽教授

連倚南 九十年九月於台北



詹序

電療學與熱療學是物理治療專業入門的學科之一。其重要性從國考科目的演變史就可以看得清清楚楚。這幾年來國考政策始終搖擺不定，以致於物理治療應考的專業科目也跟著起舞，其間歷經多次的分分合合，但「電療學與熱療學」專科一路走來始終如一，永遠百分百的為一獨立的單科。由此可見電療學與熱療學在物理治療專業領域中的重要性。

中華民國物理治療學會成立將近三十年來，幾乎每屆的理事會皆會有人建議學會應系統性地編輯各類專科書籍，讓台灣的物理治療學子能更輕易的上路。可是各專業科目的領域涵蓋的範圍又大，像這本電療儀器就區分為十個章節，參考文獻共三、四百篇。如此浩大的工程實非三兩人可分工完成的。此次在張梅蘭理事長的號召之下，動員全國物理治療的菁英，從籌劃到出書，前後費時三年多，此刻終將大家引頸盼望數十年的成品，呈現在大家的面前，實在是可喜可賀。尤其更應該向張梅蘭理事長致上十二萬分的敬意，因為此書的誕生，除了靠她個人的魅力號召全國各路英雄好漢共襄盛舉外，更要有堅忍不拔的毅力去從旁催促與協助，否則這十二位學者專家都在學術領域各居要職，忙碌異常，在時間的夾縫中還要他（她）們再額外的為學會出書，談何容易！

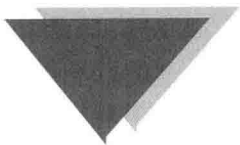
耳聞學會要出「電熱療學專書」已有一段時間，今天張理事長拿了完整的初稿來邀我寫序，我才驚訝此書內容涉及之廣與執筆者都是當今台灣物理治療學界的一時之選。有的章節其參考文獻就一百多篇，足見著者對此書的負責態度與治學之嚴謹。此書網羅全國各大學電熱療學的主授者；所以這本專書可以當做物理治療學生上課的參考書，當然更可以當做國考出題的範圍書籍。由於十二位作者下筆之前用心之深與審慎，除了觀念述說清楚，更能引經據典，因此這本書也可列為研究生的參考用書。本書將會是臨床骨科物理治療專家與神經物理治療專家的好幫手。因為書中有數篇章節是介紹針對這類患者的臨床應用；尤其有一章節由王淑芬副教授執筆的

「電刺激止痛之應用」更是基礎與臨床學的結合。

此書可稱得上當今台灣物理治療學界的巨擘。值得大家人手一書，可當手冊也可當參考用書。中華民國物理治療學會三十年來才誕生了這本夠水準的好書，它是空前的巨作，更希望不是絕後。

詹美華

於台大物理治療學系辦公室
九十年八月三十日



編者序

電磁療學是物理治療專業主要的學門之一，這幾十年來隨著科技的發展，已有相當豐富的內涵，在臨床上也實際嘉惠許多的病患。台灣物理治療的發展已有三十多年的歷史，卻鮮有中文專業書籍問世。因此，一心一意希望有本國文字、本土研究內容的書籍和醫界朋友分享我們專業的成果。於是在擔任中華民國物理治療學會編輯委員會書籍編輯的職務時，得到前任理事長廖華芳副教授以及編輯委員會主任委員徐阿田副教授的支持下，開始本書的籌劃工作。主要由廖文炫博士，蔡美文講師，王淑芬副教授和我擔任主編。記得我們在國家戲劇院福華餐廳舉行第一次籌備會時，針對書名就思考良久，最後決定用“物理因子治療學—電磁療學”以延續傳統的精神並涵蓋最新的發展。期間歷經多次的會議討論，包括從上、下冊各章節的選定，邀請撰稿者以及審稿者，決定編排的方式，最後進行修編、校對、終至付梓，歷時三年多。很高興這本中文版的“物理因子治療學—電磁療學”終於出版了。

本書共分上、下兩冊。上冊分為四部份。第一部份包括「電療儀器之原理」、「電刺激波型之介紹」、以及「基本電生理學及其應用原則」共三章，主要闡述電療學中的基礎知識，並對於電刺激的儀器和波型做完整的介紹。有助於後續各項電刺激應用之學習。第二部份包括「神經肌肉電刺激之應用」及「功能性電刺激」共兩章，提供許多電刺激之臨床應用方式及其效果的說明。第三部份則包括「電刺激止痛之應用」、「電刺激促進組織癒合及其他療效之應用」、「離子電泳法」共三章，針對非興奮性的電刺激功能做深入之解說。第四部份包括「肌電迴饋治療」以及「臨床神經電學檢查簡介」則為電學中以肌電訊號做為評估與治療的方法，給予從事物理治療工作者明確的概念。至於下冊亦分成四部份，主要包括冷熱療、短波、超音波、微波、磁場治療、紅外線及紫外線光電療、水療、脊椎牽引以及循環機治療等章節。容後再詳述。本書適合在校物理治療學系的學生做為教科書籍，對於已經在臨床上工作的物理

治療師亦可做為手邊隨時取用的參考書。至於其他醫療人員，如對電磁療學有興趣的話，亦可參考閱讀，以增進對於電磁療學的認識。本書編排的方式，在每頁皆留有充分的空間，便於閱讀時加上眉批並補充其他書籍期刊所獲得的相關資料以符合個人做學問的需求。同時，在每章之後皆附有練習題，主要希望讀者對於自己所學再做整合並自我測驗，以強化學習的效果。

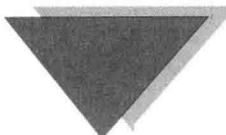
這是一項新的嘗試，也是學會重要的里程碑之一。在科技日新月異的時代裡，我們不但要建立良好的基礎，更需要不斷日益求新；學海浩瀚，有賴大家不斷地從臨床的經驗及各方的研究中多加貢獻，以實證的基礎做為奠定專業紮實的基石。

本書的完成非常感謝所有撰稿者及審稿者包括台大物理治療學系詹美華副教授、陽明大學物理治療學系主任兼所長王瑞瑤教授、長庚大學物理治療學系李元貞講師大力的支持。其間我也要感謝我的學生李詠慈治療師、黃佳琦治療師的協助整理，以及合記圖書出版社提供寶貴的意見並進行編排等工作，此書才得以和大家見面。由於才疏學淺，經驗不足，如有疏漏之處，敬請各方不吝指正。

中華民國物理治療學會
理事長 張梅蘭 謹識
九十年八月於台北

電療儀器總論

廖文炫



目 錄

▼電療儀器總論 (廖文炫)	1
前 言	1
第一節 國外電療歷史之重點回顧	2
第二節 國內電療之演進	5
第三節 近代電刺激之發展	9
第四節 結論	10

物理因子治療學－電磁療學－第一部份

▼第一章 電療儀器之原理 (余松聿)	15
第一節 基本電學	16
第二節 低頻電療儀器之原理及裝置	28
第三節 中頻電療儀器之原理及裝置	36
第四節 電療儀器之安全規則	44
▼第二章 電刺激波型之介紹 (蔡美文)	55
第一節 電刺激之電流形式分類	56
第二節 電流形式之定性描述	58
第三節 電流形式之定量描述	62
第四節 臨床電刺激儀器使用的電流特性	69
▼第三章 基本電生理學及其應用原則 (黃英修、楊政峰)	73
第一節 靜止膜電位	74
第二節 動作電位之產生	76
第三節 動作電位之傳遞	78
第四節 肌肉神經之電刺激	80
第五節 強度－時間曲線	87
第六節 其他組織的電生理反應	91

物理因子治療學－電磁療學－第二部份

▼第四章 神經肌肉電刺激之應用 (施怡芬)	99
第一節 維持及增加關節活動度之應用	100
第二節 強化肌肉力量之應用	102

第三節	增加肌肉耐力之應用	112
第四節	肌肉再教育及誘發	113
第五節	降低肌肉痙攣之應用	116
第六節	減少肌肉萎縮之應用	120
第七節	去神經肌肉電刺激之應用	121
▼第五章	功能性電刺激 (廖華芳)	137
第一節	應用原理	138
第二節	肢體肌肉之刺激	146
第三節	臨床應用	153

物理因子治療學－電磁療學－第三部份

▼第六章	電刺激止痛之應用 (王淑芬)	161
第一節	疼痛的理論與傳導	162
第二節	臨床適用症及禁忌症	169
第三節	經皮神經電刺激的止痛之各種刺激模式	173
第四節	經皮神經電刺激止痛應用原則及方法	175
第五節	經皮神經電刺激止痛之注意事項	177
第六節	其他電刺激止痛之原理及應用	178
▼第七章	電刺激促進組織癒合及其他療效之應用 (蔡美文)	189
第一節	電刺激與傷口癒合	190
第二節	電刺激與骨折的癒合	194
第三節	電刺激改善循環的應用	197
第四節	電刺激減少水腫問題的應用	200
第五節	電刺激改善尿失禁的應用	202
第六節	結論	205
▼第八章	離子電泳法 (張梅蘭)	213
第一節	基本原理	215
第二節	基本生理效應及臨床治療效果	216
第三節	臨床適用症及禁忌症	221
第四節	臨床應用之原則及方法	228
第五節	臨床應用之注意事項及安全基準	230

物理因子治療學－電磁療學－第四部份

▼第九章	肌電回饋治療 (翁順華)	241
第一節	基本動作控制理論	242
第二節	肌電回饋治療儀器之基本原理	244

第三節	肌電迴饋訓練的臨床考慮.....	247
第四節	臨床應用的原則與方法	250
第五節	肌電迴饋之臨床應用	252
▼第十章	臨床神經電學檢查簡介(高木榮、陳信水)	255
第一節	神經電學檢查的目的	256
第二節	常用的電學檢查	256
第三節	傳統的神經學檢查	256
第四節	神經傳導檢查.....	258
第五節	肌電圖檢查	264
▼索引		271

前言

物理治療是唯一將電療理論與實際應用納入課程的專業。物理治療師的養成教育中，電療學及電療學實習為一門必修的課程。歸類在基礎物理治療學中臨床應用的部份。早期課程名稱為電療學及電療學實習，分上、下兩學期。爾後由於其中一學期的授課內容大多為熱療，才將電療學拆成電療學與熱療學。

2000年江炳焱在全國物理治療教育研討會中建議將電、熱療學及實習課程可正名為「物理因子治療學」(Physical Agent)，課程內容應包含生理學的相關應用課程（如電生理學、神經損傷機轉、組織發炎反應及癒合過程、疼痛生理機轉等），使用各物理因子的相關評估和治療原理及臨床應用。至於所涵蓋的物理因子及儀器種類，則應以國內應用廣泛且有確實效果的儀器為主，配合各校師資特色加以講授，而新發展或療效尚有爭議（或不明確）的儀器，只需入門簡介即可。1990年Charman提出現行之電物理治療模式；只注重在可被刺激的細胞如神經細胞、肌肉細胞等；而將一些不可被刺激的細胞，如纖維母細胞、肌腱細胞、骨細胞等等完全忽略掉，且將組織視為一均質體。由於電與磁密不可分，因此Charman建議將電療學改為電磁療學，且新的電磁療學模式應將一些不可被刺激細胞之電磁效應也應包含進去。1999年美國南加大貝克博士應邀來國內講解“以證據為基礎的電刺激療法”。由這些演變看來，電療學已不是侷限在電刺激對神經肌肉之效應，而是要整合各物理因子的相關治療和評估的儀器，對一些不可被刺激的細胞之電磁效應也應加以建立在以證據為基礎的電磁療法。在進入新的電磁療模式前，對電療之歷史作一些歷史回顧以提供一些背景知識。

第一節

國外電療歷史之重點回顧¹

1. 電鰻與琥珀

用電來治療疾病已經有好幾個世紀的歷史。早期的記錄是利用可以產生高壓（100-150 伏特）電擊的電鰻，或摩擦琥珀來產生電源。紀元前400年（400 B.C.）就有人將電鰻放置在頭部治療頭痛、放置在腳部治療關節炎。利用這種電，其治療的範圍很廣。如頭痛、關節炎，甚至於出血等等。據說吃煮熟的電鰻可治療氣喘、痔瘡等。琥珀是一種樹脂化石，很早就有人知道摩擦琥珀可以產生電流。有人利用它製成藥丸來治療發炎、出血及暈眩等。

“Electrica”－“電”這個字的語源來自拉丁文其意思即為琥珀。

2. 麻痺的治療

早期的電療主要是用來治療麻痺。如西元1600年就有人敘述用電刺激使肢體產生刺刺的感覺及動作。西元1744年，一位德國醫師，Kratzenstein，曾敘述過一位手指麻痺的女病人，經過十五分鐘的靜電治療後，麻痺就好了。西元1753年，Samuel Quelmalz 也報告用電治療一位十八歲半身不遂的麻痺病人。經電刺激治療後，這位病人的手的活動就有改善、語言也恢復；功能的恢復很快，並且可以拉小提琴。

在十八、十九世紀，雖然大家都知道引起麻痺的原因很多，但麻痺仍被認為是一種單獨的疾病。當時的醫師Golding Bird認為要預測麻痺是否能夠恢復幾乎是不可能的事。他非常相信利用電療來治麻痺，但對有些即使是使用電療仍然無法恢復的麻痺病人，則認為是在浪費時間。

3. 電療學之父－Duchenne

Duchenne在巴黎修習醫學後回到家鄉行醫，但他接受一位著名的神經科醫師Charcot的邀請又回到巴黎。Duchenne最初的興趣在研究肌肉的動作以及肌肉群混合的複雜的動作。為了解肌肉的動作，Duchenne試圖解釋他所看到的畸形與動作模式的改變。他使用電導線

圈產生的電流經過針頭去隔離特殊的肌肉以產生不同的動作。Duchenne 發現有持正常肌肉和麻痺肌肉的反應是一樣的、但有時卻是有明顯的不同。他將這個結果於 1849 發表在法國科學雜誌。六年後他將結果再加以整理發表在有名的藍西特 (Lancet) 雜誌。並且由著名的國立麻痺與癲癇醫院院長翻譯成英文。Duchenne 的發現解決了 Golding Bird 的問題。也就是 Duchenne 利用交流電對肌肉的反應來判定神經的正常生理現象。如果正常肌肉和麻痺肌肉對交流電的反應是一樣的，則麻痺可能是歇斯底里引起。此時之只要給予一次強大電擊刺激即可治癒。相反地，如果麻痺的肌肉對交流電反應很差時，則麻痺的恢復就會很慢，甚至於不會恢復。Duchenne 的後繼者如 Erb、Benedict、Ziemssen、Remak 等人將電流種類加以擴大，包含各種類型的電流。Duchenne 利用交流電的反應來判定神經之正常與否以及他還發展出用布包的電極刺激局部肌肉的方法。由於這些特殊貢獻使得 Remak 尊稱 Duchenne 為電療學之父。也使他贏得了“電學診斷之父”的美譽。

4. 電療儀器與電學診斷之歷史

萊登瓶 (Leyden Jar) 於 1745 年問世，可說是早期的電療儀器。萊登瓶可以儲存電能，是電容器的前身。Galvani 將不同的金屬插在青蛙肌肉的神經上，可以使青蛙的肌肉收縮。Galvani 認為這是青蛙的神經本身可以產生“動物電”，而這種動物電儲存在肌肉裡，不同的金屬只是提供一個通路而已。但是 Volta 卻不這樣認為，Volta 認為青蛙肌肉的收縮不是青蛙的神經本身可以產生電，而是兩種不同的金屬片，其界面才會產生電，使青蛙的肌肉收縮。伏特於 1799 年將銀幣與鋅板交替的擺放，中間用溼的卡隔開，發明了產生恆定生直流電的機器。伏特的這項發現，是電池的前身。後人將這種恆定性直流稱為佳凡尼電流。而電壓的單位也採用伏特的名字。伏特還發現用他設計的機器產生的電流去刺激時，只有在剛開始通電及電路被切斷時肌肉才會收縮。1801 年 Ritter 將電池一個一個串聯起來用以控制電流的強度。瑞特的結論是“如果電刺激不是很尖銳的話，則無法引起肌肉收縮。”

1831 年 Michael Faraday 改進了許多當時電磁儀器的硬體，他的發明可說是電療儀器的前身。目前利用金屬線纏繞在磁場，感應出