Rehabilitation Practice and Science

Volume 11
Issue 1 *Taiwan Journal of Physical Medicine and Rehabilitation (TJPMR)*

Article 13

12-1-1983

電腦化肌電圖之定量分析簡介

瑞棋 陳

道昌 徐

Recommended Citation
陳, 瑞棋 and 徐, 道昌 (1983) "電腦化肌電圖之定量分析簡介," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 11: Iss. 1, Article 13.
DOI: https://doi.org/10.6315/3005-3846.1646
Available at: https://rps.researchcommons.org/journal/vol11/iss1/13

電腦化肌電圖之定量分析簡介

陳瑞棋　　徐道昌

一、前　言

Licht S. 在其 Electrodiagnosis and Electromyography(1)一書中即指出，早在一八四二年，Dubis-Reymond 即發現人類的肌肉可產生電流。一八五一年，他作了第一個人類的肌電圖檢查。其後肌電圖的知識及裝備逐步改進。一九〇九年，Lapicque 定下了"Rheobase"及"Chronaxia"的名稱。一九一六年 Adrian 報告了第一個人類的"力量一間期曲線"。一九二二年，陰極射線管被用於肌電圖的示波器。一九二九年 Adrian 製成了同軸針極，並裝設擴音器以輔助檢查。一九四四年，單極針極問世。一九五三年，由 Lambert 首創神經傳導速度的檢查方法。雖然有很多人一直致力於肌電圖的定量分析，但是大部分僅限於直接觀察示波器中的電波，或用紙記錄下一連串的肌電波而後以人工量其波幅、間期、相數等(2)。不但費時費力，而且主觀因素的影響很大，所報告的數值變動幅度也甚鉅（見表一）(1)～(6)。彼時因囿於對解剖及電機知識瞭解有限，肌電診斷學無法得以有突破性的進展，而始終停留在半定量的階段。甚至於需藉戰爭造成的傷患檢查才得以流行一陣子(1)。這種情形直到二次世界大戰之後才改觀。

二、電腦化肌電圖的演進及簡介

自從 Liddell 及 sherrington 於一九二五年定下運動單位（Motor Unit）的名稱以後，肌電圖的檢查及解釋即以運動單位的發現爲依據，肌電圖的定量分析研究也多以運動單位爲中心。自一九五〇年代以來，即有很多學者提倡各種不同的自動分析方法，目的便是要使肌電圖的判讀數據更爲客觀可靠而且可以再現（Reproducible）(4)。一九五一年 Richardson 提出了頻率的自動分析(7)；Lenman 使用表面電極記錄肌肉的輸出功及負重的比率(8)；一九六七年 Fitch 藉電子分析來量度干擾狀況的波數和波幅變化，這些都是最早期的肌電圖自動化分析的報告。Eberstein 及 Goodgold 對肌電圖的定量分析有極有系統的描述(9)。他歸納近代自動化定量肌電圖檢查多是朝著(1)衡量個別動作單位之波幅、間期、波型及點發型態。(2)衡量多數動作單位一齊點發時之干擾狀況等兩個方向研究。玆略述如下：

(1)個別動作單位之衡量：每條肌肉包含了 100 至 1000 個動作單位(3)(10)；故要記錄單獨的動作單位電波實屬不易。在以往唯有令病人盡量放鬆肌肉，只作最輕微的收縮，而用肉眼直接由示波器判讀，然而病人往往無法完全合作，而且傳統的流動記錄方式經常會誤將早期的神經病變肌電波誤認爲是肌肉病變，也不可能看出神經再生時所呈現的遠端小波（Late Component）及顫移現象（Jittering）。於是有各種新的方法及裝置來改善(9)。最重要的關鍵則在於選擇適當的動作單位電波，並予以固定於螢幕而重複記錄，以消除其他散在的雜波，前者可藉激發裝置（Trigger Mode）達到目的(11)，後者則要加上平均裝置（Average Mode），而且爲了認清整個波型，常要附加延遲線（Delay line）以使電波顯示在螢幕之某一固定位置(12)(13)。取得單獨的動作單位電波後，即可將訊息輸入電腦予以記錄及計算。在文獻報告中用於肌電圖的電腦種類很多，如 ANOPS (14)，BIOMAC 1010 (15)，DIGITAL Equipment Corporation PDP8 (11)，PDP12 (16)，PDP 11／40 (17)，PDP 11／55 (18)，PDP 12－A－8K memory (11)，Cyber 73 (19)，HP 2100 (20)，BIOMAC 500 (21)…等等，由於所用的電腦及程式不同，所記錄的動作單位的數據及其定義也就不一樣，不外是計算其波幅（Amplitude）、間期（Duration）、相數（Phases

）、點放方式（ Firing Pattern ）(9)。最近瑞典的stalberg 氏設計了一套可連接於Apple Ⅱ電腦的程式，比前述數種方法更爲新顯、完備而且實用，當運動單位訊息經過肌電圖機的激發，平均處理後輸入電腦，即可由程式自動算出下列各項數據：①波幅：係衡量尖端至尖端（ Peak To Peak ）的幅度。②間期：由動作單位電波離開基線 15 uV 以外開始，至回到基線 15 uV 以內之期間。③表面積：係動作單位電波所包含的表面積大小，單位是 MV ×MS，④相數：爲動作單位電波通過基線的次數。⑤轉折數（ Turns ）：爲動作單位電波轉變極向而其幅度大於 50 uV 之次數。⑥尖端間期（ Peak Duration ）：係第一個至最後一個轉折之間的間期。①至③項與動作單位的大小有關，④至⑥項則與動作單位電波的複雜性有關。每條肌肉記錄 20 至 30個動作單位後即可算出各項數據的平均值及標準差，所有數據皆可貯存於另一電腦軟體記憶卡中，非常適合臨床之檢查及統計、比較、分析等研究。例如神經病變患者，其動作單位的各項數據皆有偏高的趨勢，而且與正常人之數據相差具有統計學上的意義，我們由電腦資料看到的，不但客觀、可靠，可以逐項定量比較，更可以進而推知動作單位的病理變化。

(2)干擾狀態（Inter-ference Pattern）之衡量：干擾狀態係指多數動作單位同時點放時之結合情形。Willison 首先使用一定重量加於肌肉，而用電腦紀錄其轉折數及綜合波幅等情形(21) Fuglsang — Frederiksen及Masson 亦利用電腦計算肌肉作不同程度的收縮時之轉折、波幅及間期之關係(27)；而 Hirose，Uono 及 Sobue用相同方法比較了神經病變與肌肉病變患者不同之干擾狀況(28)；其後干擾狀況的研究雖然續有論文發表，但並無重大突破(29)—(32)。直到一九八二年，Cenkorich, Hsu 及 Gersten發表了新的論點(33)，他們經由電腦肌電圖實驗，發現波幅及轉折數在干擾狀態下呈一定的線性關係，此關係並不因肌肉之收縮程度不同而受影響。而在此同時，stålberg 及 Chu 也已設計出與肌肉收縮程度無關的轉折--波幅圖，他們並作出了不同年齡群，不同性別的正常人轉折--波幅範圍而用之於臨床檢查。當病人有神經病變時，動作單位減少，剩餘的動作單位却可經由旁生而擴大支配範圍，所以得到的圖形常是高波幅的記錄；肌肉病變的患者則常出現高轉折及低波幅的傾向。（見圖一），檢查方法是令病人作各種不同程度的收縮，每個收縮圖形均用電腦記錄四秒鐘並立即算出其轉折及波幅數目，20個記錄點中若有兩點以上超出正常範圍即屬於病態轉折--波幅圖，利用此電腦程式，可在短短數分鐘內完成干擾狀態的檢查，而且得到具體的結果。

另外神經傳導的檢查也已邁入電腦化，當電刺激產生之肌電波出現於螢幕，電腦即可自動定出其潛期（ Latency ）及波幅，再刺激近端得到另一個電波，量好兩點間的距離輸入電腦，即可在螢幕上看到神經傳導速度；若所得的數值不在正常範圍時會有聲音警告，此可提醒檢查者重估其檢查步驟是否正確無誤。當神經傳導檢查完畢後，一份完整的報告便自動打出。

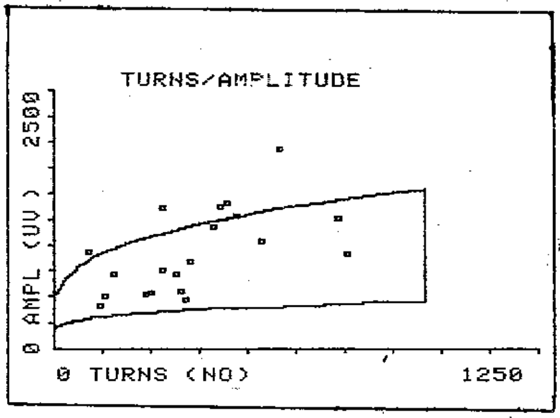
三、結　語

隨著科技的進展，電腦已逐步打入人類生活的各個層面，醫學電腦化更是必不可免的趨勢，實際上也早有無數患者蒙受其利--那就是電腦斷層攝影的應用，使中樞神經系統的病變一覽無遺。然而在週圍神經系統的檢查及診斷方面，尚無任何項目可與肌電圖相比擬，Marinacci的描述是對肌電圖最適切的評語：「肌電圖對於神經肌肉病變，就好像X光對於骨折的檢查一樣重要。」(34)國內醫學大部已臻世界水準，在肌電圖電腦化方面自亦應迎頭趕上，期在各專門範疇皆可與先進國家並駕齊驅，從而造福更多疾苦病患。

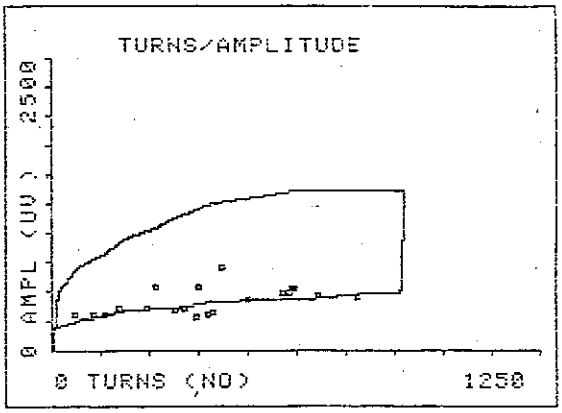
表一 Normal Values of Motor Unit Potential Parameters :

	Amplitude (mv)	Duration (msec)	Polyphasic (%)	Wave Form (phases)
Cohen	500-3,000	2-10	< 5 %	2-3
Marinacci	50-1,500	5-15	3 %	2-3
Smorto	100-1,000	3-15	2-12 %	3
Litch	100-2,000	2-10	1-12 %	2-3
Goodgold	300-5,000	3-16	< 10 %	2-3
Chu*	675 ± 11	15.2 ± 0.2	13.03 %	3.34

*: Computer reading from Biceps (long head), monopolar needle, average datas of 660 motor units. Using Dr. Stalberg's computer program.



Neurogenic Turn-Amplitude Test.



Myopathic Turns-Amplitude Test.

Abstract

The purpose of this paper is to introduce recent developments of automatic quantitative analysis of electromyography using computer reading. Retrograde tracing of the trend of electro-myographic evolution both in concepts and instrumentations were documented. Advanced computerized analysis of single motor unit potential, interference pattern and nerve conduction studies were also illustrated briefly.

REFERENCES :

1. Licht S.: Electrodiagnosis and Electromyography. Elizabeth Licht publisher. New Haven. 1971.
2. Smorto M.P., Basmajian J.V.: Electrodiagnosis. Hepper & Row Publishers. New York. 1977.
3. Goodgold J., Eberstein A.: Electrodiagnosis of neuromusclar diseases. The Williams & Wilkins Company. Baltimore. 1981.
4. Johnson E.W.: Practical Electromyography. Williams & Wilkins. Baltimore. 1980.
5. Marinacci A.A.: Applied Electromyography. Lea & Febiger. Philadelphia. 1968.
6. Cohen H.L., Brumlik J.: A Manual of Electroneuromyography. Harper & Row Publishers. New York. 1968.
7. Richardson : The Analysis of Muscle Action Potentials in the Differential Diagnosis of Neuromuscular Diseases. Archieves of Physical Medicine and Rehabilitation. 32 : 199-206, 1951.
8. Lenman JAR: Quantitative Electromyographic Changes Associated with Muscular Weakness. J. Neurology, Neurosurgery and Psychiatry. 15:219, 1952.
9. Eberstein A., Goodgold J.: Computer Analysis in Clinical Electromyography. American Journal of physical Medicine. 57:77-83, 1978.
10. Ludin H.P.: Electromyography in Practice. pp. 60-92. Thieme-Stratlon Inc. New York. 1980.
11. Rathjen R., Simons D.G., Peterson C.R.: Computer Analysis of the Duration of Motor-Unit Potentials. Achieves of Physical Medicine and Rehabilitation. 49 :524-527, 1968.
12. Nissen-Petersen H., Guld C., Buchthal F.: A Delay Line to Record Random Action Potentials. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. 26:100 -106, 1968.
13. CzekajeWski J., Ekstedt J., Stålberg E.: Oscilloscopic Recording of Muscle Fiber Action Potentials: The Window Trigger and the Delay Unit. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. 27:536-539, 1969.
14. Kopec J., Hausmanowa-Petrusewicz I.: On-Line Computer Application in Clinical Quantitative Electromyography. Electromyography. 16:49-64, 1976.
15. Moosa A., Brown B.H.: Quantitative Electromyography: A NeW Analogue Technique for Detecting Changes in Action potential Duration. J. Neurology, Neuro-

surgery and Psychiatry. 35:216-220, 1972.

16. Desmedet J.E.: New Developments in Electromyography and Clinical neurophysiology. Vol. 1-3. S.Karger. New York. 1973.

17. Bajada S., Touraine A., Sanson-Dollfus D.: Quantitative EMG: A Study of the Biceps Muscle in Normal Persons and Patients with Neurogenic Muscle Diseases. Acta. Neurologica Scandinavia (supplement). 73:298, 1979.

18. Gath I., Stålberg E.: Motor Unit Action Potentials Simulated Through Single Muscle Fiber Action Potentials. Acta. Neurologica Scandinavia (supplement). 73:150, 1979.

19. Blinowska K.J., Hausmanowa-Petrusewicz I., Miller-Larsson A., Zachara J.Z.: The Analysis of Single Electromyographic Potential by Means of Multivariate Methods. Electromyography and Clinical Neurophysiology. 20:105-123, 1980.

20. Sulg I.A., Hokkanon E., Mattila P., Toivakka E.: Quantitative Multiparameter Analysis of the Electromyography. Acta. Neurologica Scandinavia (supplement). 73:306, 1979.

21. Dowling M.H., Fitch P., Willison R.G.: A Special Purpose Digital Computer (Biomac 500) Used in the Analysis of the Human Electromyography. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. 25:570-573, 1968.

22. Dahl K., Buchthal F.: Digital Memory Recorder in Electromyography and Nerve Conduction Studies. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. 45 :538-544, 1978.

23. Peterson I., Kugelberg E.: Duration and Form of Action potential in the Normal Human Muscle. J. Neurology, Neurosurgery and Psychiatry. 12:124-128, 1949.

24. Heckmann R., Ludin H.P.: Differentiation of Spontaneous Activity from Normal and Denervated Skeletal Muscle. J. Neurology, Neurosurgery and Psychiatry. 45:331-345, 1982.

25. Buchthal F., Rosenfalck P.: Spontaneous Electrical Activity of Human Muscles. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. 20:321-326,1966.

26. Conard B., Sindermann F., Prochazka V.J.: Interval Analysis of Repetitive Denervation Potentials of Human Skeletal Muscles. J. Neurology, Neurosurgery and Psychiatry. 35:834-840, 1972.

27. Fuglsang-Frederikwen A., Månsson A.: Analysis of Normal Muscle in Man at Different Degree Of Voluntary Effert. J. Neurology, Neurosurgery and Psychiatry. 38:683-694, 1975.

28. Hirose K., Uono M., Sobue I.: Quantitative Electromyography: Difference Between Myopathic Findings and Neuropathic Ones. Electromyography. 15:431-449. 1975.

29. Haridasan G., Sanghvi S.H., Jindal G.D. et al.: A Comparative Study with a Fixed Fraction of a Subject's Maximum Effort and Two Levels of Threshold for

Analysis. Journal of the Neurological Science. 42:53-56, 1979.

30. Magora A., Gonen B.: Computer Analysis of the Relation Between Duration and Degree of Superposition of Electromyographic Spikes. Electromyography and Clinical Neurophysiology. 17:83-98, 1977.

31. Hayward M., Willison R.G.: Automatic Analysis of the Electromyography in Patients with Chronic Partial Denervation. Journal of the Neurological Science. 33:415-423, 1977.

32. Magon A., Gonen B.: Computer Edition of Electromyographic Recordings. Electromyography and Clinical Neurophysiology. 18:35-43, 1978.

33. Cenkovich F., Hsu S.F., Gersten J.W.: A Quantitative Electromyographic Index that is Independant of the Force of Contraction. Electromyography and Clinical Neurophysiology. 54:79-86, 1982.

34. Marinacci A.A.: Clinical Electromyography. San Lucas Press. Los Angeles. 1955.

35. Stålberg E., Young R.R.: Clinical neurophysiology. pp. 33-65. Butterworth & Co. Boston. 1981.