
The Application of Capillary Electrophoresis in Analysis of Chinese-Herb Drugs

Follow this and additional works at: <https://www.jfda-online.com/journal>



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-Noncommercial-No Derivative Works 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Recommended Citation

Liu, Ying-Mei and Sheu, Shuenn-Jyi (1993) "The Application of Capillary Electrophoresis in Analysis of Chinese-Herb Drugs," *Journal of Food and Drug Analysis*: Vol. 1 : Iss. 4 , Article 2.

Available at: <https://doi.org/10.38212/2224-6614.3069>

This Original Article is brought to you for free and open access by Journal of Food and Drug Analysis. It has been accepted for inclusion in Journal of Food and Drug Analysis by an authorized editor of Journal of Food and Drug Analysis.

毛細管電泳在中藥分析上的應用

劉英玫 許順吉

國立臺灣師範大學化學研究所

摘要

毛細管電泳(Capillary Electrophoresis, CE)是新近發展出來的一種分析方法,已廣泛應用於蛋白質、胺基酸、核苷酸、有機酸、藥物等的分離分析,效果良好。CE分析時間短、再現性佳、自動取樣,尤其特別適合於分析高極性物質的特性,應可有效地應用於中藥成分的定量。本文介紹其在芍藥、黃檗、黃連、麻黃、黃芩等中藥材,及含麻黃、含黃連、含黃檗、含黃芩、含甘草、含杏仁等中藥製劑的應用情形。 藥 藥 藥 藥 藥

前言

中藥材因基源、產地、栽培方法、生長環境、採收季節及加工處理過程的不同,往往在品質上有很大的差異,傳統上以外觀判斷品質之優劣,缺乏科學數據評估,常有誤謬。自中藥製劑預定列入公勞保給付後,民衆接受中藥治病的觀念更爲普遍,爲求公正客觀,應有一套快捷、便利、準確、又嚴謹的品質評估方法。

目前分析中藥以高效能液相層析法(HPLC)最爲理想,但中藥製劑組成成分複雜,用HPLC分析常存有許多變數和困難,諸如:(a)分離管柱的個別差異—不同廠牌的同一材質管柱,或同一廠牌的不同批次產品,都可能存在若干差異,分析過程中若改換一支管柱,可能得到前後不完全一致的圖譜;(b)管柱常因試劑的破壞或雜質的殘留導致性能持續衰退—中藥成分繁多,分析時不易顧及所有成分的特性,導致若干成分的殘留,清洗不易,加上分析高極性物質時所用緩衝溶液的添加劑常會損及逆相管柱的填充物,因此雖裝置保護管柱並勤加清洗亦常見管柱性能迅速衰退;(c)分析時間長—中藥製劑從低極性到高極性成分衆多,一般分離清洗時間甚長,當作日常品管分析工具效率很受影響;(d)自動化限制多—不同樣品使用不同管柱不同沖提液,尤其改換溶媒、清洗管柱,很難在短時間內完成

,自動化執行不易;(e)分析成本高—管柱及溶劑費用高。因此,尋找新的分析方法,提供多元化資料,極爲必要。

毛細管電泳(capillary electrophoresis, CE)是近年來新發展的分析方法,對離子性或高極性化合物有非常良好的分離分析效果,它具有分析時間短,樣品和沖提液用量少,使用內徑25-100 μm的毛細管價格低廉,中空管柱清洗容易換液迅速,採自動化注射等優點,是甚具發展潛力的分析工具。中藥的生物鹼、配醣體、有機酸、酚類等常爲製劑的主要藥理活性成分,也是水煎煮時的主要抽提物,這些高極性物質是評估中藥品質的重點所在,但也正是用HPLC分析時較會產生困擾的部份,已有的資料顯示CE在這方面會成爲一個很好的分析方法。

毛細管電泳

電泳是電介質中帶電粒子在電場作用下以不同速度向電荷相反的電極方向移動的現象,利用這種現象對某些化學成分進行分離分析的技術,稱爲電泳技術。

電泳作爲一種分析工具出現,已有近百年的歷史,但真正被視爲有重要意義的技術,則是在1937年由瑞典科學家Arene Tiselius⁽¹⁾首先提出的,後來,Tiselius等人利用這技術從人的血清中成功地

分離出白蛋白、 α 球蛋白、 β 球蛋白和 γ 球蛋白，由於Tiselius對電泳技術發展和應用的傑出貢獻，使他成為1948年諾貝爾化學獎的得主。

傳統電泳最大的問題是難以克服由兩端的高電壓所引起的電介質離子流的自熱，或稱焦耳熱，這種焦耳熱會引起載板從中心到兩側或管子內徑向的粘度梯度和速度梯度，導致區帶展寬，降低效率，這種影響會隨電場強度的增加而迅速加劇，因此大大的限制了高電壓的使用，當然也就難以加快整個過程的速度。毛細管電泳和傳統電泳的最大區別，就在於前者設法使電泳過程在散熱效率極高的毛細管內進行，所以可引入高的電場強度，全面改善分離效果。

1967年Hjerten⁽²⁾首先提出在高電場，直徑為3 mm的毛細管中作自由溶液的區帶電泳(capillary zone electrophoresis, CZE)。1974年Virtanen⁽³⁾提出用200–500 μm 內徑的毛細管作電泳分離。而在目前所談及的那種細管徑毛細管內實現電泳的最初工作是由Jorgenson和Lukacs^(4,5)在1981年首先提出的，當時，他們使用了75 μm 內徑的玻璃毛細管柱，用螢光檢測器作線上(on-line)檢測，同時他們還就分離的原理、高電場和小內徑對高效的決定性影響等問題進行了討論。1984年Terabe⁽⁶⁾等人引入了毛細管電泳的一個重要分離模式，即以各組成成分(特別是中性粒子)在毛細管內的膠束和緩衝液之間的分配為基礎的膠束電動力學毛細管層析(micellar electrokinetic capillary chromatography, MECC or MEKC)。1987年Hjerten⁽⁷⁾把傳統的等電聚焦過程移到毛細管內進行，提出毛細管等電聚焦(capillary isoelectric focusing, CIEF)分析方法。同年，Cohen和Karger⁽⁸⁾發表了毛細管凝膠電泳(capillary gel electrophoresis, CGE)論文。1988年，Rose和Jorgenson⁽⁹⁾首先探討利用毛細管電泳作微量製備的可行性，並提取了50微微莫耳的蛋白質和肽。

和傳統的電泳相比，毛細管電泳最主要的特點有三：一是高效能，二是快速，三是微量。在毛細管區帶電泳中，柱效一般為每米幾十萬理論板數，高的可達每米百萬以上，而在凝膠電泳中這一指標竟能達到幾百萬甚至上千萬。商品儀器的操作皆自動化，通常的分析時間不超過30分鐘，在採用電流檢測器時，毛細管電泳的最低檢測極限可達 10^{-19} 莫耳，而即使是一般的紫外光檢測器，大體也在 10^{-13} – 10^{-15} 莫耳之間，樣品用量僅為納升(nl)而已。

毛細管電泳和高效能液相層析(HPLC)同屬液相分離技術，它們遵循不同的分離機理，都有許多

的分離模式，因此在很大程度上CE與HPLC呈現互補，但無論從效率、速度、樣品用量和成本各方面來看，毛細管電泳都顯示了一定的優勢。與HPLC相比，毛細管電泳的柱效更高，速度更快，同時，它幾乎不消耗溶劑，而樣品用量僅為HPLC的幾百分之一，CE沒有泵輸送系統，因此成本相對要低，改變操作模式和緩衝液的成份，毛細管電泳有很大的選擇性，可以根據不同的分子性質(諸如大小、電荷數、疏水性等)對極廣泛的對象進行有效的分離，相比之下，為達到類似的目的，HPLC要消耗許多價格昂貴的管柱和溶劑。

CE那具有特色的扁平流型(flat flow profile)是導致毛細管高效的重要原因。而HPLC中由壓力控制的流型則呈拋物線型，流體移動速度不一，導致吸收峰變寬，理論上流型限制了HPLC的分離效率。

另一方面，HPLC已發展有許多的固定相和移動相可供分離時選擇。以此觀點，CE相對上是較少發展的工具。在儀器方面，HPLC和CE在某些觀點相似但彼此不同，CE較簡單，因為沒有注射器、泵、特定的偵測槽等。在HPLC中，樣品是用注射器注入，注入溶液的體積可算得很精確；而CE並沒有如HPLC的注射閥，樣品溶液通常用電驅動或重力(壓力)的方式注入，注射量較難計算，定量時一定要加內標準品。

HPLC和CE的偵測方式類似，許多早先為HPLC開發的偵測器，諸如UV、螢光、電化學、導電度、Raman和放射線同位素偵測器，也適於CE的偵測。在光學偵測技術中，如UV偵測器，HPLC的濃度靈敏度要比CE好⁽¹⁰⁾，這是因為CE的槽徑長(毛細管寬度)通常小於傳統的HPLC的槽徑長的關係。為彌補這方面的缺憾，各種不同的偵測方法正陸續開發中，例如CE由雷射誘導螢光^(11,12)和電化學偵測^(13,14)就有極靈敏的檢測效果，偵測極限可達attomole(10^{-18} 莫耳)以下。

毛細管電泳在定量分析上的應用

雖然毛細管電泳的實際分析應用僅是最近幾年的事，但各雜誌上已出現了相當大量的論文，應用的範圍也很廣泛，包括：利用導電度偵測分析無機陰離子及有機酸根離子^(15,16)；用電滲流修飾劑得到帶正電的管壁後進行果汁中有機酸的分析⁽¹⁷⁾；以phenylthiohydantoin衍生物⁽¹⁸⁾和ortho-phthalaldehyde衍生物⁽¹⁹⁾分析胺基酸；用於內臟荷爾蒙motilin的定量⁽²⁰⁾及各種抗原肽類的分析⁽²¹⁾；用

MECC分離核苷酸衍生物⁽²²⁾,用coating管柱分離ribonucleoside triphosphate (NTP)和deoxyribonucleoside triphosphate (dNTP)⁽²³⁾;多氯芳香烴⁽²⁴⁾及多環芳香烴⁽²⁵⁾的分析;用gradient方式增加2-propanol和Triton X-100濃度以分離4-nitrobenz-2-oxa-1,3-diazole (NBD)衍生的胺類⁽²⁶⁾;血漿中asproxicillin的定量⁽²⁷⁾,以CE/MS分析四種benzodiazepines⁽²⁸⁾,及藥物antihistamines的分析⁽²⁹⁾;用酸性磷酸鹽溶液分離maltooligosaccharide的pyridylamino(PA)衍生物⁽³⁰⁾,配合不同濃度的borate緩衝液分離各種醣類⁽³¹⁾;用於分析具有不同數量carboxylate或sulfate官能基之聚合物乳液粒子⁽³²⁾,分析聚合物中作為plasticizer的phthalates⁽³³⁾;及天然物Uncaria tomentosa中六個oxindole生物鹼之分析⁽³³⁾等。

毛細管電泳在中藥分析上的應用

中藥用水煎煮,所得萃取液主要含高極性物質,其藥效成分尤以生物鹼、配醣體、有機酸等最為普遍。1990年Honda⁽³⁵⁾等人最早將CE應用於芍藥之藥效成分paeoniflorin和oxypaeoniflorin的定量,發現CE再現性佳,定量結果與HPLC近似。

黃蘗的主要藥理活性成分有berberine、palmatine、jatrorrhizine、和phellodendrine,黃連則為berberine、palmatine、coptisine、epiberberine、jatrorrhizine、columbamine、berberastine和magnoflorine,均為四級銨鹽,本身已帶一個正電荷,但因粒子之質量差異不大,需要選擇一個適當的配對離子(counter ion),利用它與氮作用力之不同,使各粒子之淨正電荷出現差異,造成移動速度不同,並在緩衝溶液中加入有機溶劑(甲醇或氘甲烷)當修飾劑,以減少毛細管壁的負電對正電離子的吸附,如此就可得到較陡峭的吸收峰。

黃蘗藥材檢液以0.5M醋酸鈉溶液和50%的氘甲烷分析,在八分鐘內可將各生物鹼有效分離⁽³⁶⁾;而黃連藥材檢液則在0.1M醋酸鈉溶液和15%的甲醇下,於十三分鐘內順利完成八種生物鹼的分析⁽³⁷⁾。分析大量樣品,發現市售川連及雅連之品質優於日連及日連變種植物,日連無berberastine和epiberberine,日連變種無berberastine及僅含微量的epiberberine,極易辨識⁽³⁸⁾;魏氏黃蘗和日本黃蘗之品質優於關黃蘗和川黃蘗,另berberine是黃蘗各藥材中含量最多的成分,約佔魏氏黃蘗、日本黃蘗總生物鹼含量的80%,但只佔關黃蘗、川黃蘗的40%⁽³⁹⁾,顯示一般僅由berberine含量評估黃蘗品質,

或值得再檢討。

麻黃藥材中的ephedrine和pseudoephedrine為二級胺,methylephedrine和methylpseudoephedrine為三級胺,norephedrine和norpseudoephedrine為一級胺,若使用酸性緩衝溶液,均能使它們帶正電,但三對非鏡像異構物(diastereomer)間則無法分離,所以利用有光學活性之胺基酸與之結合,再配合銨離子使具有不同之移動速度,可在十分鐘內達到分離之目的⁽⁴⁰⁾。各麻黃藥材都以ephedrine和pseudoephedrine含量最多,草麻黃、木賊麻黃、雙穗麻黃之ephedrine均多於pseudoephedrine,中麻黃的pseudoephedrine為ephedrine的三倍有餘;一般草麻黃優於中麻黃⁽⁴¹⁾。

黃芩之六個黃酮類成分(三個配醣體baicalin、wogonin 7-0-glucuronide、oroxylin A 7-0-glucuronide和它們的水解物baicalein、wogonin、oroxylin A)則是另一種類型,它們可在鹼性條件下可變成陰離子,但三個非醣體之差異太小,所以在緩衝溶液中加入十二烷基硫酸鈉(sodium dodecyl sulphate, SDS),並調整pH值,使它們與SDS的互溶程度出現差異,達到分離之目的⁽⁴²⁾。

用0.01M valine和氨水配成的緩衝溶液可分析十九種含麻黃製劑之ephedrine和pseudoephedrine含量,其回收率在98.0-102.3%之間,相對標準偏差是0.86-0.87%,每次分析時間約三分鐘⁽⁴³⁾。用50%的0.2M醋酸鈉溶液和50%的氘甲烷可在八分鐘內分別分析二十三種含黃連黃蘗製劑之coptisine、berberine和palmatine,其回收率在98.0-101.9%之間,相對標準偏差是0.96-1.50%(intraday)和2.22-2.68%(interday)⁽⁴⁴⁾。將0.01M磷酸二氘鈉、0.0125M焦性硼酸鈉(sodium borate, Na₂B₄O₇)和0.02M SDS溶液混合可分析九種含黃芩製劑中的四個黃酮類成分(baicalin、baicalein、wogonin 7-0-glucuronide、和wogonin),各成分之回收率在98.1-102%之間,相對標準偏差是0.88-2.42%⁽⁴⁵⁾。

甘草是近半數中藥製劑的組成藥材,其所含glycyrrhizin為主要藥效成分,已知該化合物使用過量可能產生一些副作用,因此一般規定為必須定量的成分。用pH7.5的磷酸二氘鈉為緩衝溶液,加上修飾劑氘甲烷,可在十分鐘內精確地計算glycyrrhetic acid和glycyrrhizin之含量,其回收率在98.1-101.4%之間,相對標準偏差是glycyrrhizin 1.02%,glycyrrhetic acid 0.91%⁽⁴⁶⁾。苦杏仁苷(amygdalin)是杏仁、桃仁的主要藥理活性成分,也是評估含杏仁製劑品質的指標物質,這類製劑用HPLC分析時極易造成管柱的污染,用焦性硼酸鈉

和SDS配成的緩衝溶液分析十三種含杏仁的製劑,除在十四分鐘內可順利完成外,並有很好的回收率(98.2-100.1%)及再現性(相對標準偏差 intraday 1.29%, interday 1.55%)(⁴⁷)。

綜合已知資料發現利用CE分析各種中藥製劑,結果要比HPLC好,因為CE的選擇性高,對製劑中其它成分的干擾,可藉緩衝溶液之選擇予以排除,且毛細管之清洗容易,一般清洗只需兩分鐘,若要更換毛細管也相當方便,只要規格相同,任何一支毛細管均可得到相同結果。基於CE分析時間短、再現性佳、可自動化等特性,推測其應非常適宜大量品管之用。

參考文獻

1. Tiselius, A. 1937. A new apparatus for electrophoretic analysis of colloidal mixtures. *Trans. Faraday Soc.* 33 : 524-531.
2. Hjerten, S. 1967. Free zone electrophoresis. *Chromatogr. Rev.* 9 : 122-129.
3. Virtanen, R. 1974. Zone electrophoresis in a narrow-bore tube employing potentiometric detection. Theoretical and experimental study. *Acta Polytech. Scand.* 123 : 1-67.
4. Jorgenson, J. W. and Lukacs, K. D. 1981. Zone electro-phoresis in open-tubular glass capillaries. *Anal. Chem.* 53 : 1298-1302.
5. Jorgenson, J.W. and Lukacs, K.D. 1983. Capillary zone electrophoresis. *Science.* 222 : 266-272.
6. Terabe, S., Otsuka, K., Ichikawa, K., Tsuchiya, A. and Ando, T. 1984. Electrokinetic separations with micellar solutions and open-tubular capillaries. *Anal. Chem.* 56 : 111-113.
7. Hjerten, S., Liao, J. L. and Yao, K. 1987. Theoretical and experimental study of high-performance electrophoretic mobilization of isoelectrically focused protein zones. *J. Chromatogr.* 387 : 127-138.
8. Cohen, A. S. and Karger, B. L. 1987. High-performance sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel capillary electrophoresis of peptides and proteins. *J. Chromatogr.* 397 : 409-417.
9. Rose, D.J. and Jorgenson, J.W. 1988. Characterization and automation of sample introduction methods for capillary zone electrophoresis. *Anal. Chem.* 60 : 642-648.
10. Steuer, W., Grant, I. and Erni, F. 1990. Comparison of high-performance liquid chromatography, supercritical fluid chromatography and capillary zone electrophoresis in drug analysis. *J. Chromatogr.* 507 : 125-140.
11. Wu, S. and Dovichi, N.J. 1989. High-sensitivity fluorescence detector for fluorescein isothiocyanate derivatives of amino acids separated by capillary zone electrophoresis. *J. Chromatogr.* 480 : 141-155.
12. Cheng, Y.F. and Dovichi, N.J. 1989. Subtomole amino acid analysis by capillary zone electrophoresis and Laser-induced fluorescence. *Science.* 242 : 562-564.
13. Wallingford, R. A. and Ewing, A. G. 1988. Capillary zone electrophoresis with electrochemical detection in 12.7 um diameter columns. *Anal. Chem.* 60 : 1972-1975.
14. Wallingford, R. A. and Ewing, A. G. 1989. Separation of serotonin from catechols by capillary zone electrophoresis with electrochemical detection. *Anal. Chem.* 61 : 98-100.
15. Beckers, J. L., Verheggen, Th. P. E. M. and Everaerts, F. M. 1988. Use of a double-detector system for the measurement of mobilities in zone electrophoresis. *J. Chromatogr.* 452 : 591-600.
16. Romano, J., Jadik, P., Jones, W.R. and Jackson, P.E. 1991. Optimization of inorganic capillary electrophoresis for the analysis of anionic solutes in real samples. *J. Chromatogr.* 546 : 411-421.
17. Kenney, B.F. 1991. Determination of organic acids in food samples by capillary electrophoresis. *J. Chromatogr.* 546 : 423-430.
18. Liu, J., Cobb, K.A. and Novotny, M. 1988. Separation of precolumn ortho-phthalaldehyde-derivatized amino acids by capillary zone electrophoresis with normal and micellar solutions in the presence of organic modifiers. *J. Chromatogr.* 468 : 55-65.
19. Albin, M., Weinberger, R., Sapp, E. And Moring, S. 1991. Fluorescence detection in capillary electrophoresis : evaluation of derivati-

- zing reagents and techniques. *Anal. Chem.* 63 : 417-422.
20. Florance, J.R., Konteatis, Z.D., Macielag, M. J., Lessor, R.A. and Galdes, A. 1991. Capillary zone electrophoresis studies of motilin peptides. Effects of charge, hydrophobicity, secondary structure and length. *J. Chromatogr.* 559 : 391-399.
21. Pessi, A., Bianchi, E., Chiappinelli, L., Nardi, A. and Fanali, S. 1991. Application of capillary zone electrophoresis to the characterization of multiple antigen peptides. *J. Chromatogr.* 557 : 307-313.
22. Row, K.H., Griest, W.H. and Maskarinec, M. P. 1987. Separation of modified nucleic acid constituents by micellar electrokinetic capillary chromatography. *J. Chromatogr.* 409 : 193-203.
23. Takigiku, R. and Schneider, R.E. 1991. Reproducibility and quantitation of separation for ribonucleoside triphosphates and deoxyribonucleoside triphosphates by capillary zone electrophoresis. *J. Chromatogr.* 559 : 247-256.
24. Terabe, S., Miyashita, Y., Shibata, O., Barnhart, E.R., Alexandrer, L.R., Patterson, D. G., Karger, B.L., Hosoya, K. and Tanaka, N. 1990. Separation of highly hydrophobic compounds by cyclodextrin-modified micellar electrokinetic chromatography. *J. Chromatogr.* 516 : 23-31.
25. Bruin, G.J.M., Tock, P.P.H., Kraak, J.C. and Poppe, H. 1990. Electrically driven open-tubular liquid chromatography. *J. Chromatogr.* 517 : 557-572.
26. Balchunas, A.T. and Sepaniak, M.J. 1988. Gradient elution for micellar electrokinetic capillary chromatography. *Anal. Chem.* 60 : 617-621.
27. Nishi, H., Fukuyama, T. and Matsuo, M. 1990. Separation and determination of aspoxicillin in human plasma by micellar electrokinetic chromatography with direct sample injection. *J. Chromatogr.* 515 : 245-255.
28. Johansson, I.M., Pavelka, R. and Henion, J. D. 1991. Determination of small drug molecules by capillary electrophoresis-atmospheric pressure ionization mass spectrometry. *J. Chromatogr.* 559 : 515-528.
29. Ong, C.P., Ng, C.L., Lee, H.K. and Li, S.F.Y. 1991. Determination of antihistamines in pharmaceuticals by capillary electrophoresis. *J. Chromatogr.* 588 : 335-339.
30. Nashabeh, W. and Rassi, Z.E. 1990. Capillary zone electrophoresis of pyridylamino derivatives of maltooligosaccharides. *J. Chromatogr.* 514 : 57-64.
31. Amankwa, L.N. and Kugr, W.G. 1991. Indirect fluorescence detection in micellar electrokinetic chromatography. *Anal. Chem.* 63 : 1733-1777.
32. Amankwa, L.N., Scholl, J. and Kuhr, W.G. 1990. Characterization of the oligomeric dispersion of poly(oxyalkylene)diamine polymers by percolumn derivatization and capillary zone electrophoresis with fluorescence detection. *Anal. Chem.* 62 : 2189-2193.
33. Ong, C.P., Lee, H.K. and Li, S.F.Y. 1991. Separation of phthalates by micellar electrokinetic chromatography. *J. Chromatogr.* 542 : 473-481.
34. Stuppner, H., Sturm, S. and Konwalinka, G. 1992. Capillary electrophoretic analysis of oxindole alkaloids from *Uncaria tomentosa*. *J. Chromatogr.* 609 : 375-380.
35. Honda, S., Suzuki, K., Kataoka, M., Makino, A. and Kakehi, K. 1990. Analysis of the components of *Paeonia radix* by capillary zone electrophoresis. *J. Chromatogr.* 515 : 653-658.
36. Liu, Y.M. and Sheu, S.J. 1993. Determination of quaternary alkaloids from *Phellodendri Cortex* by capillary electrophoresis. *J. Chromatogr.* 634 : 329-333.
37. Liu, Y.M. and Sheu, S.J. 1992. Determination of quaternary alkaloids from *Coptidis Rhizoma* by capillary electrophoresis. *J. Chromatogr.* 623 : 196-199.
38. Liu, Y.M., Sheu, S.J., Chiou, S.H., Chang, H. C. and Cheu, Y.P. 1993. Capillary electrophoretic analyses of alkaloids on commercial samples of *Coptidis Rhizoma*. submitted to *Phytochemical Analysis*.

39. Liu, Y.M., Sheu, S.J., Chiou, S.H., Chang, H.C. and Cheu, Y.P. 1993. A comparative study on commercial samples of Phellodendri Cortex. *Planta Medica*. in press.
40. Liu, Y.M. and Sheu, S.J. 1992. Determination of ephedrine alkaloids by capillary electrophoresis. *J. Chromatogr.* 600 : 370-372.
41. Liu, Y.M., Sheu, S.J., Chiou, S.H., Chang, H.C. and Cheu, Y.P. 1993. A comparative study on commercial samples of Ephedrae Herba. *Planta Medica*. 59 : 376-378.
42. Liu, Y.M. and Sheu, S.J. 1993. Determination of the six major flavonoids in *Scutellariae Radix* by micellar electrokinetic capillary electrophoresis. *Anal. Chim. Acta*. in press.
43. Liu, Y.M. and Sheu, S.J. 1993. Determination of ephedrine and pseudoephedrine in Chinese herbal preparations by capillary electrophoresis. *J. Chromatogr.* 637 : 219-223.
44. Liu, Y.M. and Sheu, S.J. 1993. Determination of coptisine, berberine and palmatine in traditional Chinese medicinal preparations by capillary electrophoresis. *J. Chromatogr.* 639 : 323-328.
45. Liu, Y.M. and Sheu, S.J. 1993. Determination of baicalein, baicalin, wogonin and wogonin 7-O-glucuronide in traditional Chinese medicinal preparations by capillary electrophoresis, submitted to HRC.
46. Chen, H.R. and Sheu, S.J. 1993. Determination of glycyrrhizin and glycyrrhetic acid in traditional Chinese medicinal preparations by capillary electrophoresis. *J. Chromatogr.* 653 : 184-188.
47. Lu, C.F. and Sheu, S.J. 1993. Determination of amygdalin in traditional Chinese medicinal preparations by capillary electrophoresis. *Chin. Pharm. J.* in press.

The Application of Capillary Electrophoresis in Analysis of Chinese-Herb Drugs

YING-MEI LIU AND SHUENN-JYI SHEU

National Taiwan Normal University

ABSTRACT

Capillary electrophoresis (CE) is a newly developed instrument widely used with very good results in the analysis and separation of proteins, amino acids, peptides, organic acids as well as pharmaceuticals. It offers short analysis times, good reproducibility, autosampling, and is especially suitable for the analysis of high polar compounds. These characteristics lead to conjecture about possible application to analysis of

Chinese herbal drugs. This paper describes the use of capillary electrophoresis in analysis of such crude drugs as Paeoniae Radix, Phellodendri Cortex, Coptidis Rhizoma, Ephedrae Herba, Scutellariae Radix and the Ephedrae Herba-containing, Coptidis Rhizoma-containing, Phellodendri Cortex-containing, Scutellariae Radix-containing, Glycyrrhizae Radix-containing, Armeniacae Semen-containing Preparations.

Key words : Capillary Electrophoresis, Chinese-Herb Drugs, Chinese-Herb Preparations.

