

手持式晶片讀取系統用於小鼠與家兔個體辨識及體溫量測之評估

吳建志*、林勇成、莊喬如

行政院農業委員會家畜衛生試驗所

摘要 本研究之目的在於評估以無線射頻辨識 (Radio Frequency Identification, RFID) 技術為基礎之商品化手持式晶片讀取系統用於小型實驗動物個體辨識及體溫量測之實用性。以 5 隻小鼠進行為期二週之測試，結果個別小鼠之晶片號碼均可於 5 公分之距離內被系統辨識，且個別小鼠於第一週與第二週測得之體溫平均值均無統計學上之差異 ($P>0.05$)。另以 6 隻家兔持續飼養 5 日，每日以晶片讀取系統與水銀溫度計量測體溫，結果顯示兩種方式所得之溫度變化一致性極高，且數值之差異僅有 $0.2\sim 0.3^{\circ}\text{C}$ ，於接種兔化豬瘟疫苗後一週內之體溫變化，兩者均可觀察到特殊之雙峰性熱反應，數值之差異亦僅有 $0.1\sim 0.3^{\circ}\text{C}$ ，顯示此系統具有應用於兔化豬瘟疫苗檢定之潛力。

關鍵字：實驗動物、無線射頻辨識、手持式晶片讀取系統

緒言

因應科學研究的需要，實驗動物被廣泛的使用於各個領域之實驗，而每一次實驗所需之動物往往不只一隻，因此如何對個別動物加以辨識，避免因誤認而導致實驗紀錄失真，進而影響實驗之結果與推論，是研究人員需要特別留意的一項課題。傳統上用於辨識的方法諸如塗色、釘耳標等，通常無法長時間維持原有之標記，而透過人工之辨認亦往往有錯誤之情況發生。此外，實驗過程中諸如體溫、體重之變化，需要人力加以量測與記錄，不但容易造成實驗動物的緊迫而影響實驗數據，且因是使用人力進行量測工作，夜間與例假日之加班輪值亦是一項令研究者困擾的問題。

無線射頻辨識 (Radio Frequency Identification, RFID) 是近幾年來新興的一項技術，其在農業之應用涵蓋許多領域，諸如：動物晶片、農產品生產履歷、農產品倉儲管理等[7,8]。以動物之辨識為例，無線射頻辨識系統的運作主要包括 2 個部份：標籤 (tag) 與讀取器 (reader)。當讀取器接近標籤時，讀取器發送之無線射頻電磁波被標籤接收，標籤利用感應到的

電流作為電能，將標籤內的數碼 (code) 資料傳送給讀取器讀取與解碼，由於每一隻動物所用標籤內的數碼均為獨一無二的，因此可進行個別動物之識別[11]。無線射頻辨識技術目前主要被使用於家畜禽 (如豬、雞)[4,8]與實驗動物 (如小白鼠)[3,12]，除了可以減少傳統辨識方法誤認的機率，透過監測系統讀取所需之資訊，亦大大減少對於動物產生的緊迫。

在實驗動物的使用上，取代 (replacement)、減量 (reduction) 與精緻化 (refinement) 的 3R 觀念已成為一項金科玉律，我國之「動物保護法」亦於第十五條中提及：使用動物進行科學應用，應儘量避免使用活體動物，有使用之必要時，應以最少數目為之，並以使動物產生最少痛苦及傷害之方式為之[2]。行政院農業委員會家畜衛生試驗所為提升對於實驗動物的人道管理，增進實驗動物的福祉，於 96 與 97 年度分別購置了一套適用於小白鼠及家兔之無線射頻辨識暨數據自動監測系統，前者期望能在小鼠休息與飲水時同時進行辨識與生理數據 (體溫與體重) 監測；後者則期望能在家兔飲水與吃食飼料時同時進行辨識與體溫與體重之監測。初步測試後發現雖然在動物辨識

*抽印本索取作者
行政院農業委員會家畜衛生試驗所

方面可符合原始需求，但在數據監測方面仍有若干缺點待克服，尤以體溫之讀取時常有整日讀不到數據或數據不合理（偏高或偏低）之現象[3,5]，因此於 98 年度再引進一套應用 RFID 技術之商品化手持式無線傳輸動物晶片讀取系統，本研究之目的即在經由小鼠與家兔之個體辨識及體溫量測，以瞭解此系統之實用性與優缺點。

材料與方法

手持式晶片讀取系統

此套系統是由美國 BMDS 公司出品，其組成如圖一所示，包含無線可攜式晶片讀取器與基座（型號：WRS-6007），以及不需電池之被動式微晶片與植入器套組（型號：IPTT-300）。使用時先將微晶片予以編碼，再將微晶片經由植入器植入動物背部之皮下組織，配合無線可攜式晶片讀取器之掃描，即可於讀取器之 LED 螢幕上讀取動物編號及體溫（量測範圍：32°C~43°C，最小量測單位：0.1°C）。

探針式溫度計

日本 SHIBAURA ELECTRONICS 公司出品（型號：TD-300），包含本體與探針二部份。使用時將連接於本體前端之探針插入動物之肛門內，於本體之 LED 螢幕上即可讀取其肛溫（量測範圍：-25°C~125°C，最小量測單位：0.1°C）。

實驗動物

所使用之小鼠為 ICR 種，購自國立台灣大學實驗動物中心；使用之家兔為紐西蘭（New Zealand）種，購自行政院農業委員會家畜衛生試驗所動物用藥品檢定分所。

手持式晶片讀取系統用於個體辨識與體溫監測之評估

（1）以 5 隻植入微晶片之小鼠持續飼養 2 週，於飼養期間每天固定於上午 9~10 時，以晶片讀取系統與探針式溫度計先後讀取個別小鼠之體溫，以瞭解晶片讀取系統於動物辨識之實用性，並比較兩種量測方式在體溫變化上有無一致性。

（2）以 6 隻植入微晶片之家兔持續飼養 5 日，於飼養期間固定於每日上午 9~10 時，以晶片讀取器與水銀溫度計先後讀取個別家兔之體溫，以評估晶片讀取系統用於辨識個別家兔之能力，並比較兩種量測方式所得體溫數據之差異。

手持式晶片讀取系統用於豬瘟疫苗檢定之評估

利用家兔接種兔化豬瘟疫苗後會於特定的時間產生特殊熱反應的特性，以上述用於個體辨識與體溫監測評估之 6 隻家兔分二階段進行試驗，第一階段先將 6 隻家兔隨機分為免疫組與對照組各 3 隻，免疫組家兔接種由家畜衛生試驗所生產之兔化豬瘟疫苗（批號：413）1 劑量；對照組家兔則接種疫苗稀釋液，於 7 天之觀察期內每隻兔子於第二與第三日每日上午 9~10 時、下午 14~15 時各利用晶片讀取器與傳統之水銀溫度計先後量取體溫與肛溫一次，其餘日數則每日上午量測一次；三週後原本之對照組改接種同批號之兔化豬瘟疫苗，原免疫組則接種疫苗稀釋液，以同樣方式量測各別家兔 7 日內之體溫數據。

結果

手持式晶片讀取系統用於小鼠個體辨識與體溫監測之評估

以 5 隻植入微晶片之小鼠（編號分別為：981027-5、6、7、8、9）持續飼養 2 週（98/10/28~98/11/10），於飼養期間每天以晶片讀取器與探針式溫度計讀取個別小鼠之體溫，結果顯示個別小鼠均可於 5 公分之距離內被讀取系統辨識，而個別小鼠於第一週（10/28~11/03）與第二週（11/04~11/10）之體溫平均值並無統計學上之顯著差異（ $P>0.05$ ）（表 1），但以每日 5 隻小鼠體溫平均值與探針式溫度計所測得之平均值進行比較，其溫度升降之變動趨勢一致性並不高，兩種量測方式之數值以探針式溫度計所測較高，與晶片讀取系統數據之差異為 0.4~1.5°C（圖 2）。進一步比較個別小鼠以晶片讀取系統與探針式溫度計的量測結果，均未見到較一致的溫度變化，顯示並非少數小鼠的量測結果影響到兩者之比較。

手持式晶片讀取系統用於家兔個體辨識與體溫監測之評估

以 6 隻植入微晶片之家兔（編號分別為：980825-01、02、03、04、05、06）持續飼養 5 日（98/8/26~98/08/30），於飼養期間每天以晶片讀取器讀取個別家兔之體溫，結果顯示個別家兔均可於 5 公分之距離內被讀取系統辨識；以每日 6 隻家兔體溫平均值與水銀溫度計所測得之平均值進行比較，結果顯示兩種量測方式之數值以水銀溫度計所測較高，兩者溫度升降之變動趨勢則相當一致，且兩種量測方式數值之差異僅有 $0.2\sim 0.3^{\circ}\text{C}$ （圖 3）。

手持式晶片讀取系統用於豬瘟疫苗檢定之評估

6 隻植入微晶片之家兔於 98/08/31 及 98/09/21 上午，分別接種免化豬瘟疫苗與稀釋液各 3 隻，並以晶片讀取系統及水銀溫度計讀取體溫持續 7 日，實驗結果顯示晶片讀取系統所得之數據變化與水銀溫度計之數據變化相關性極高，於免疫組均可觀察到特殊之雙峰性熱反應，兩者數值之差異僅有 $0.1\sim 0.3^{\circ}\text{C}$ ；於對照組則體溫均維持平穩，兩者數值之差異亦僅有 $0.1\sim 0.2^{\circ}\text{C}$ （圖 4）。

討論

本所先前購置的小白鼠及家兔無線射頻辨識暨數據自動監測系統，其原始構想期望在不干擾動物正常作息之前提下，持續性地蒐集個別動物體溫、體重、活動量等生理數據，然而經實際測試評估後雖在動物辨識方面符合原本之要求，但在數據自動監測部份尚有改善空間，尤以體溫監測常有終日未獲得任何一筆數據，或其數據與傳統水銀溫度計歧異較大之問題急待解決[3,5]。本次研究引進之手持式晶片讀取系統經實際測試後其動物辨識能力並無問題，在體溫量測部份之可信度顯著地優於家兔無線射頻辨識暨數據自動監測系統，究其原因應是前者係以人為主動量測而可固定其量測位置並排除干擾因子；而後者係以儀器被動量測而較不易固定其量測位置，致量得非臀部附近（如靠近耳朵附近）之溫度。

本實驗所使用之手持式晶片讀取系統目前僅試

驗性地用於小鼠與家兔身上，初步測試的結果似以用於家兔較為穩定，其與傳統水銀溫度計之量測結果差距甚小（僅 $0.1\sim 0.3^{\circ}\text{C}$ ），亦可掌握家兔接種免化豬瘟疫苗後之體溫升降趨勢；相形之下，用於小鼠時與電子式肛溫測定器之量測結果差距較大（介於 $0.4\sim 1.5^{\circ}\text{C}$ ），雖然之前以家兔作為實驗動物比較探針式溫度計與傳統水銀溫度計之量測結果，發現其一致性相當高，差異均在 0.3°C 以內，但因未以小鼠進行探針式溫度計與水銀溫度計量測數據之比較，是否可以探針式溫度計之量測結果作為與晶片讀取系統比較之基礎仍有待確認。另從 5 隻小鼠於 14 日之量測時間內，第一週與第二週以手持式晶片讀取系統量測溫度之平均值並無統計學上之差異，且其數據與 $36.5\sim 38^{\circ}\text{C}$ 之正常值[6]差異不大，顯示此系統之量測結果具有一定之可信度。至於本次實驗中均可觀察到水銀溫度計與探針式溫度計量測數據普遍高於晶片讀取系統，此應與前二者量測的是肛溫而後者是靠近體表之溫度有關。

免化豬瘟疫苗多年來一直是我國在豬瘟防治上最重要的利器，而依據行政院農業委員會動植物防疫檢疫局公告之動物用藥品檢驗標準，其檢定項目包含了以家兔作為實驗動物之認定試驗，接種 1 劑量疫苗之家兔中於一週之觀察期間，需至少有 2/3 呈現免化豬瘟病毒對家兔之特殊熱型反應[1]，因此頻繁地抓取動物以水銀溫度計量測肛溫勢所難免，不但對家兔造成持續性之緊迫，也耗費研究人員頗多之時間成本。在本次之研究中，接種免化豬瘟疫苗之家兔不論是以傳統之水銀溫度計或手持式晶片讀取系統均可觀察到特殊之雙峰性熱反應[9]，且兩者之數據差異僅有 $0.1\sim 0.3^{\circ}\text{C}$ ，顯示手持式晶片讀取系統具有取代水銀溫度計進行認定試驗之潛力。此外，生產免化豬瘟疫苗之廠商於進行自家品管時，亦需使用至少 12 隻家兔進行病毒含量試驗[9]，其對動物之緊迫與時間之耗費更甚於認定試驗，未來應配合病毒含量試驗之進行使用晶片讀取系統，以進一步驗證其在豬瘟疫苗檢定上之實用性。

目前 RFID 標籤在動物身上之使用有許多方式，例如用於犬、貓等寵物及小白鼠之標籤多為植

入式；用於雞隻者多為腳環式或翼標式；用於豬隻與牛隻者多為耳標式[4,8,10]，至於使用於家兔之標籤則甚為少見。基於可回收之便利性與降低成本之考量，在建置家兔無線射頻辨識暨數據自動監測系統時採用腳環式標籤，但實際使用於家兔時發現部份動物會因自行破壞束帶致標籤脫落頻繁，因此現階段似乎仍以使用植入式標籤為宜。由於動物保護的考量，目前使用於動物者均為 125 或 135 KHz 之低頻晶片或標籤，因此讀取距離較短，雖然仍不免對動物造成緊迫，但因不需直接抓取動物，因此其緊迫程度相對而言是較低的。另外，本套讀取系統之製造商以卡片測試後所建議之適當讀取距離為 2.5~3 英吋 (6.35~7.62 公分)，我們實際以動物測試之讀取距離則約為 5 公分，兩者之差異可

能與動物尚有一層皮毛有關。雖然此套系統所使用之晶片具有可根據使用者需求自行編碼之優點，但因價格甚高 (800 元/個) 且無法重覆使用，造成使用成本居高不下，所以使用於單價不高之小鼠與家兔並不適宜。相形之下，使用於小鼠無線射頻辨識暨數據自動監測系統之標籤雖無法自行編碼，且編號多達 14 位數容易造成目視時之負擔，然其成本相對較低 (95 元/個)，因此未來此套手持式晶片讀取系統之生產廠商需努力降低其使用成本 (例如開發可重複裝填回收晶片之注射器)，方能提高使用之意願。另外，此系統雖然標榜適用於齧齒類動物，能否適用於其他小型實驗動物 (如大鼠、天竺鼠)，亦是一項值得進行之研究。

手持式晶片讀取系統用於小鼠與家兔個體辨識及體溫量測之評估



圖 1、手持式晶片讀取系統，由左至右分別為基座、讀取器、微晶片植入器套組（內含微晶片）。

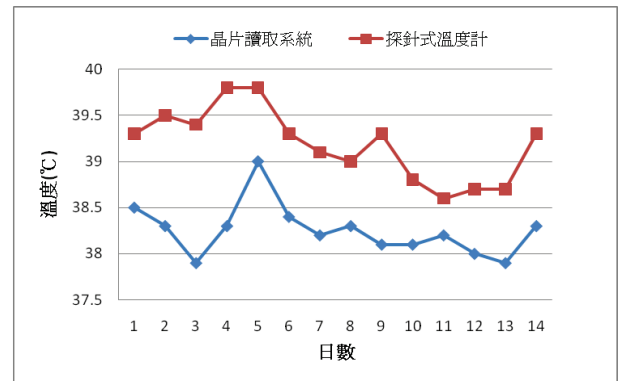


圖 2、手持式晶片讀取系統與探針式溫度計量測 5 隻小鼠於 2 週內體溫平均值之變化

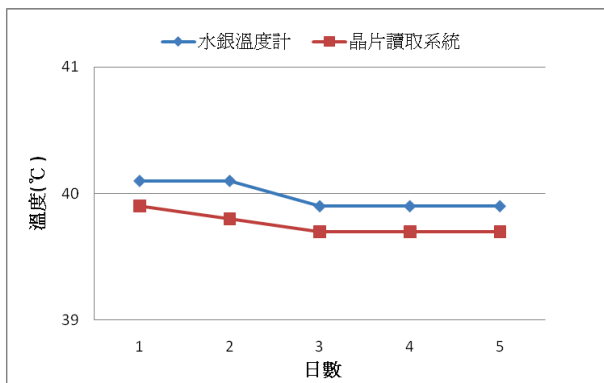


圖 3、以手持式晶片讀取系統與水銀溫度計量測 6 隻家兔於 5 日內體溫平均值之變化

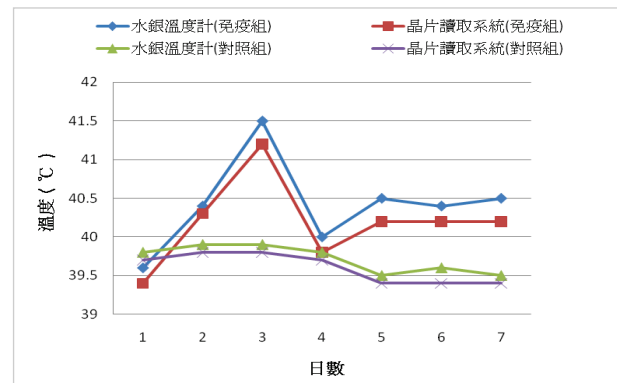


圖 4、以手持式晶片讀取系統與水銀溫度計量測接種免化豬瘟疫苗與稀釋液之家兔（各 6 隻）於一週內之體溫變化

表 1、手持式晶片讀取系統於 2 週內量測 5 隻小鼠體溫（單位：°C）平均值之比較

小鼠編號	週 數	
	第一週	第二週
981027-5	37.8 ± 0.71	37.6 ± 0.54
981027-6	38.4 ± 0.42	38.3 ± 0.33
981027-7	39.0 ± 0.56	38.3 ± 0.52
981027-8	38.6 ± 0.36	38.4 ± 0.46
981027-9	38.1 ± 0.42	38.0 ± 0.43

註：數據之呈現方式為平均值±標準差

參考文獻

1. 行政院農業委員會。動物用藥品檢驗標準。P. 35-36。1998。
2. 江文全、葉昇炎。動物保護法修正簡介。農政與農情，189：18-20，2008。
3. 林文華、張春梵、張文杰、郭曉芸、林勇成、陳朝欽、高成炎、趙磐華。建置實驗動物人道管理自動辨識監測數據系統。家畜衛生試驗所研究報告，43：63-74，2008。
4. 金悅祖、謝和興、張春梵。台灣養豬產業RFID活體標籤的實際使用測試與編碼應用構想。台灣資策會年鑑：13-17，2006。
5. 吳建志。建置實驗動物人道管理自動辨識監測數據系統。農業科技計畫期末摘要報告，2009。
6. 洪昭竹。獸醫學要覽-實驗動物醫學。P. 13。1992。
7. 葉執東。無線射頻辨別系統(RFID)在農產品的應用之簡介。農政與農情，155：34-37，2005。
8. 劉頂立。RFID技術在農產品產銷流程管控應用的成果與展望。農政與農情，198：47-50，2008。
9. 謝政橘、江翰、曾俊憲、黃金城。保存時間對乾燥兔化豬瘟疫苗效力之影響。家畜衛生試驗所研究報告，44：17-24，2009。
10. Ingwersen W. Standardization of microchip implantation sites. Can Vet J, 41(3):198-200, 2000.
11. Kaspers FWH, Rossing W, Eradus WJ. The ISO standard for radiofrequency identification of animals. Comput Electron Agri, 24:27-43, 1999.
12. Santoso A, Kaiser A, Winter Y. Individually dosed oral drug administration to socially-living transponder-tagged mice by a water dispenser under RFID control. J Neurosci Meth, 153:208-213, 2006.

Evaluation of Individual Identification and Temperature Measurement for Mice and Rabbits by Handheld Transponder Reader System

CC Wu*, YC Lin, CR Juang

Animal Health Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan

Abstract The objective of the present study was to evaluate the application of the commercial handheld transponder reader system using the radio-frequency identification (RFID) techniques for individual identification and temperature measurements of laboratory animals. The transponder codes of five mice could be identified at the distance not greater than 5cm and the average body temperature of individual mouse within two-week duration showed no statistical difference ($P > 0.05$). The daily temperature of six rabbits was measured by the handheld reader and mercury thermometer; similar temperature curve were observed with tiny values differences ($0.2-0.3^{\circ}\text{C}$) between two methods. Similar temperature response of these rabbits during one week after vaccination of lapinized hog cholera vaccines were also observed by two methods mentioned above. The results indicated the potential of the handheld transponder reader system for using in the measurement of the body temperature of animals vaccinated with the lapinized hog cholera vaccine.

Keywords: *Laboratory animal, Radio-frequency identification, Handheld transponder reader system*

