



6-1-2003

The Influence of Bolus Volume, Temperature, and Viscosity to Swallowing Function by a Self-designed Phagometer: A Preliminary Study

Chih-Ming Li

Ming-Feng Li

Po-Lin Kuo

Tyng-Guey Wang

I-Nan Lien

Follow this and additional works at: <https://rps.researchcommons.org/journal>



Part of the [Rehabilitation and Therapy Commons](#)

Recommended Citation

Li, Chih-Ming; Li, Ming-Feng; Kuo, Po-Lin; Wang, Tyng-Guey; and Lien, I-Nan (2003) "The Influence of Bolus Volume, Temperature, and Viscosity to Swallowing Function by a Self-designed Phagometer: A Preliminary Study," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 31: Iss. 2, Article 2.

DOI: <https://doi.org/10.6315/3005-3846.2188>

Available at: <https://rps.researchcommons.org/journal/vol31/iss2/2>

This Original Article is brought to you for free and open access by Rehabilitation Practice and Science. It has been accepted for inclusion in Rehabilitation Practice and Science by an authorized editor of Rehabilitation Practice and Science. For more information, please contact twpmrscore@gmail.com.

以自製吞嚥動作儀評估食團溫度、體積及黏稠度 對吞嚥功能的影響：先期研究

李志明 李明峰¹ 郭柏齡 王亭貴 連倚南

國立台灣大學醫學院附設醫院復健部 台灣大學應用力學研究所¹

本研究是以自製吞嚥動作儀偵測舌下肌及咽喉的動作，據此推測吞嚥功能並探討食團溫度、黏稠度及體積對吞嚥功能的影響。共有 10 名健康男性接受本測驗，所有受試者過去都沒有吞嚥障礙的病史，其平均年齡為 26.3 ± 5.7 歲。檢查是以一個頸圈為架構，接上微動開關以偵測受試者之舌下肌肉及咽喉動作，並計算出食團通過舌頭後至咽喉上舉的時間，定為吞嚥激發時間。檢查時，受試者依序吞入 1cc，5cc，10cc 及 20cc 25°C 的溫水；5cc 0°C 冰水；及以 150cc、100cc 及 75cc 水分別加進 4.3 克快凝寶之溶液各 5cc，記錄其吞嚥激發時間。研究結果顯示，進食 5cc 25°C 之溫水時，吞嚥激發時間為 $358.4 \pm 70.5\text{msec}$ ，隨著食團體積增加，吞嚥激發時間並沒有明顯改變；但吞食 0°C 冰水時，吞嚥激發時間縮短為 $311.6 \pm 56.3\text{msec}$ ，具統計上差異；而不同黏稠度的溶液並不會改變吞嚥激發時間。

我們認為以自製之吞嚥動作儀可偵測出食團經過舌頭推擠到引發吞嚥反射的時間，以當作評估吞嚥功能的參數，發現冰水是加速吞嚥反射的有效因子。（中華復健醫誌 2003; 31(2): 79 - 86）

關鍵詞：吞嚥障礙(dysphagia)，吞嚥激發時間(trigger time)，吞嚥動作儀(phagometer)，溫度刺激(thermal stimulation)

前 言

評估及治療吞嚥障礙是復健科常見的課題。評估吞嚥障礙目前仍以電視螢光錄影吞嚥檢查(Videofluoroscopic examination of swallowing, VFSS)為檢查標準，然而電視螢光吞嚥錄影檢查需特殊的設備，有放射性的暴露，不適合於短時間內重覆檢查。^[1]在吞嚥障礙中又以吸入現象最危險而需早期偵測出。目前利用床邊之病史詢問及理學檢查來評估患者是否有吸入現象，由於各研究所使用的方式不同及判斷力的差異，其準確率的比率由 35% 至 90% 之間不等。^[2-10]這些研究的特點在於單一參數的推測力皆較低，^[9]而結合多項參數的推測力便會明顯上升，^[9,11]顯示這種臨床的評估屬於綜合性的判定。臨床評估推測是否有吸入現象另

外一個常見的問題是，同樣的評估方法，有些研究顯示正面的結果，有些是負面的結果，出現不同的結果，主要的理由常常是因為臨床評估牽涉到許多主觀的判斷所致。因此，如何尋找客觀非侵入的臨床評估法就變得非常重要。

1992 Johnson 等人首先利用 VFSS 定出咽喉傳送時間(pharyngeal transit time)，並推定咽喉傳送時間 < 2 秒的中風患者不會產生吸入性肺炎，反之 > 5 秒的患者有 90% 會產生吸入性肺炎。^[12,13] Logemann 利用手指置於患者舌下、舌骨、甲狀軟骨及喉頭可以有效地感覺出吞嚥動作，^[14]理論上若配以馬錶應可偵測出吞嚥時間及咽喉傳送時間，但由於正常的吞嚥時間只有 1 秒鐘，利用手部的感覺是否有足夠的可靠性？過去缺乏此類研究，值得探討。

1995 年 Ertekin 等人開始使用壓電效應的感應器

投稿日期：92 年 2 月 21 日 修改日期：92 年 4 月 15 日 接受日期：92 年 4 月 22 日

抽印本索取地址：王亭貴醫師，國立台灣大學醫學院附設醫院復健部，台北市 100 中山南路 7 號

電話：(02) 23123456 轉 7588

(piezoelectric sensor)和表面肌電圖來偵測咽喉上昇的時間，並利用它來評估吞嚥的功能。^[15]利用這樣的設備，Ertekin 等人可以研究各類患者的吞嚥的生理，^[16,17]包括神經性吞嚥障礙及重症肌無力病人等。^[18,19]有鑑於吞嚥激發時間對於吞嚥功能的評估及預測吸入性肺炎有很重要的臨床意義，本研究的目的是在於利用簡單的微動開關(micro switch)來偵測咽喉的動作和舌下肌的運動，建立自製的吞嚥動作儀(phagometer)，並探討食團溫度、黏稠度、體積對正常人吞嚥功能的影響。

材料與方法

受試者

共有 10 名正常年輕的男性參與本研究，其平均年齡為 26.3 ± 5.7 歲(22-39 歲)，所有受試者過去都沒有吞嚥障礙的問題，受試者確實了解實驗的過程並同意接受實驗。

設備

利用 Posterior-type cervicothoracic orthosis 的頸圈，並於頸圈加上許多可調節式關節以固定偵測吞嚥動作之微動關節(圖 1)。微動關節可經由接觸而啟動訊號，微動關節分別置於鎖下及甲狀軟骨上緣(圖 2)，再將二組微動關節之資訊輸入電路版中，轉入放大器模組中，將訊號加強，由示波器顯示記錄。

統計方法

本研究採用 Friedman test 分析不同條件下(水溫、水量、或黏稠度)之吞嚥情形(吞嚥激發時間)，分析之 P 值 < 0.05 則視為具統計學上的差異。

步驟

所有受試者先乾吞 2~3 次，以調整微動開關和舌下肌和甲狀軟骨的接觸，以確定訊號清楚。接著以針筒將 1cc 25⁰C 的溫水注入受試者口中，並請受試者吞入，記錄舌下微動關節和咽喉微動開關啟動之訊號，並記錄兩者的差異(圖 3)，定為吞嚥激發時間(swallowing trigger time)。以同樣的方式記錄不同吞水量，不同黏稠度，不同溫度對吞嚥激發時間的影響，其詳細步驟如下：

- (1) 1cc 25⁰C 溫水，休息 3 分鐘
- (2) 5cc 25⁰C 溫水，休息 3 分鐘
- (3) 10cc 25⁰C 溫水，休息 3 分鐘
- (4) 20cc 25⁰C 溫水，休息 10 分鐘

- (5) 0⁰C 水 5cc，休息 5 分鐘

- (6) 5cc 25⁰C 低稠度水(4.3 克快凝寶 + 150cc 水)，休息 3 分鐘

- (7) 5cc 25⁰C 中稠度水(4.3 克快凝寶 + 100cc 水)，休息 3 分鐘

- (8) 5cc 25⁰C 高稠度水(4.3 克快凝寶 + 75cc 水)，休息 3 分鐘

進行各不同濃度、溫度、體積之測試時，每一次吞食 2~3 次，取最短值為紀錄值。

結 果

結果顯示不同食團體積對吞嚥激發時間的影響而言，10 名受試者於 1cc 25⁰C 溫水吞嚥時其平均吞嚥激發時間為 346.9 ± 106.8 ms，隨著吞水量的增加，吞嚥激發時間不斷增長，但吞水量達 20cc 時，吞嚥激發時間時反而縮短。但吞水量由 1~20cc 其吞嚥激發時間皆無統計上的差異(表 1)。

比較溫度對吞嚥激發時間的影響，則發現在 5cc 25⁰C 溫水吞嚥時，吞嚥激發時間為 358.4 ± 70.5 ms；而以 5cc 的 0⁰C 冰水吞嚥時，吞嚥激發時間則縮短為 311.6 ± 56.3 ms，具統計上意義($P < 0.05$)。

以臨床上常使用之快凝寶調配不同的濃度，讓受試者吞食，則發現吞嚥激發時間並不會因為濃度的不同而改變(表 1)。

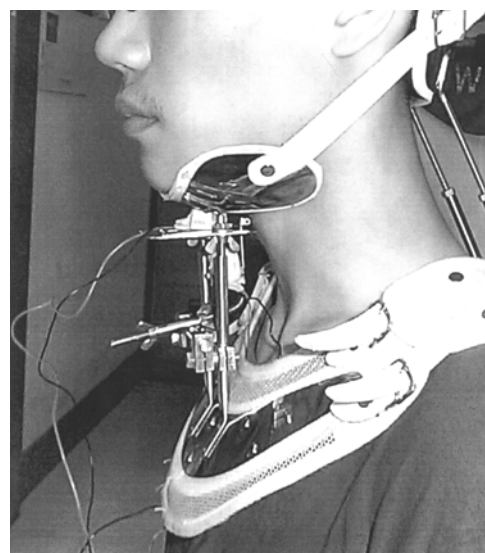


圖 1. 吞嚥動作儀裝置圖。受測者穿戴 posterior-type cervicothoracic orthosis 的頸圈，並於頸圈加上許多可調節式關節以固定偵測吞嚥動作之微動關節

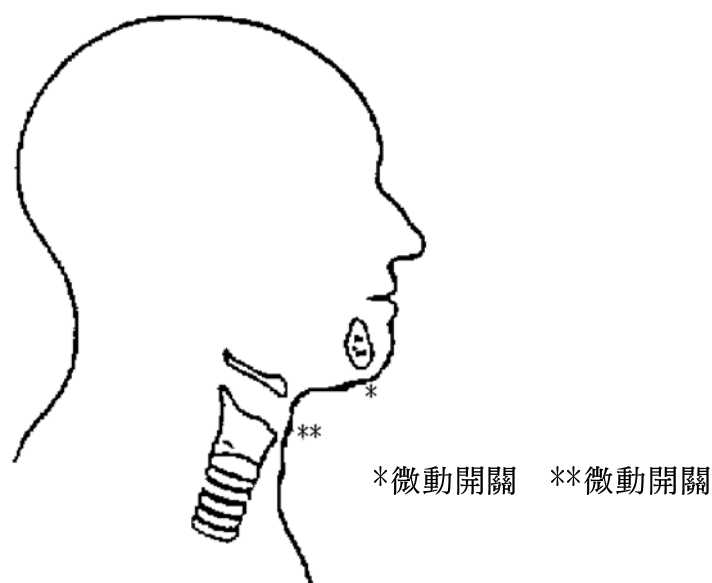


圖 2. 微動開關所置放位置。兩個微動關節分別置於領下及甲狀軟骨上緣；*微動開關：領下肌肉運動時，接觸微動關節而啟動訊號，運動結束後訊號消失；**微動開關：甲狀軟骨提升時，接觸微動關節而啟動訊號，運動結束後訊號消失

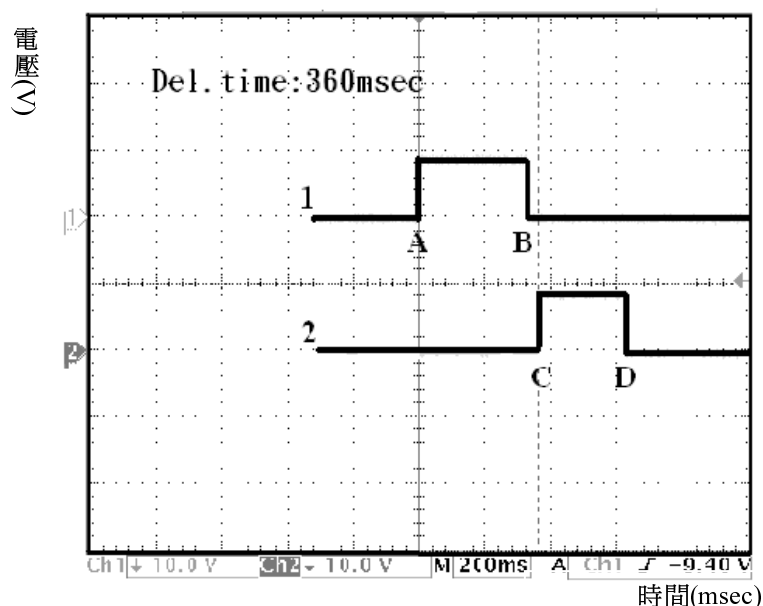


圖 3. 吞嚥激發訊號圖。橫座標為時間(每大格 200 毫秒)，表其時序；縱座標為電壓(每大格 10 伏特)，通路時所測之震幅強度為 9 伏特。1,2 分別為微動開關置於領下及甲狀軟骨上緣所偵測之圖形；A,B 各表示領下肌肉動作之開始及結束之時間點；C,D 各表示甲狀軟骨提升動作之開始及結束之時間點；A,C 間之時間差表示領下肌肉動作開始及甲狀軟骨提升動作開始之時間差，定為吞嚥激發時間(swallowing trigger time)。本研究並未探討肌電活動之強度，只探討反應時間。本設計亦無法測得肌電活動之強度，並無正常之 amplitude 可言。所測之震幅強度值(amplitude)為外界提供之電動勢。故震幅強度(本實驗為 9 伏特)主要受供應電源之電動勢之影響，而與被測者較無關。

表 1. 不同濃度、體積、黏稠度、酸鹼度對吞嚥激發時間的影響

名稱	體積(cc)	溫度(°C)	吞嚥激發時間(msec)
純水	1	25°C	346.9 ± 106.8
純水	5	25°C	358.4 ± 70.5
純水	10	25°C	372.9 ± 106.7
純水	20	25°C	358.7 ± 68.0
純水	5	0°C	311.6 ± 56.3 [#]
稀水*	5	25°C	361.9 ± 69.6
中稠水**	5	25°C	358.9 ± 38.9
黏稠水***	5	25°C	348.5 ± 100.3

*：4.3 克快凝寶 + 150cc 水

**：4.3 克快凝寶 + 100cc 水

***：4.3 克快凝寶 + 75cc 水

#：與純水，5cc 水量，25°C 之比較達統計上顯著差異(P<0.05)

討 論

過去對於吞嚥功能的評估方法，除了傳統的臨床評估外，最常被用來評估吞嚥功能的就屬電視螢光錄影吞嚥檢查。電視螢光錄影吞嚥檢查可以直接觀察吞嚥的過程，^[14]一直被認為是評估吞嚥功能的標準檢查，但其具有放射性及欠缺普遍性為其缺點。除了以上的缺點外，電視螢光錄影吞嚥檢查於進行吞嚥功能的評估時，還有兩個可能的缺失。第一：於檢查時所使用的鉭劑，非真正之食物，鉭劑的味道，黏稠度等皆和真實食物不同。第二：由於電視螢光錄影吞嚥檢查有放射線暴露，因此，檢查時不可能進行太多次之檢查，其使用之鉭劑量也不會太多，以有限的吞嚥量及次數下推測患者之吞嚥功能，有時仍會有誤差。

內視鏡吞嚥檢查(Fiber endoscopy examination of swallowing; FEES)時可以使用正常食物，因此，部分彌補了電視螢光錄影吞嚥檢查的缺點，^[20]但它仍然是屬於侵入性的檢查，而且無法看到患者的吞嚥過程，僅能看到吞嚥的結果。由此推測吞嚥過程，並用來研究吞嚥生理或進行吞嚥訓練仍有困難。超音波也曾用來評估吞嚥功能，但僅能適用於觀察舌頭的活動。換句話說，對口腔期的功能評估或許可以，但對咽喉期的評估則無法進行，而許多吞嚥功能的缺損都屬於咽喉期，因此臨床應用價值不高。最近，雖有人使用 3D 超音波，但技術上仍未成熟。^[21]吞嚥壓力研究(Manometry)

也是常見的評估吞嚥功能的工具，^[22]它對吞嚥生理的研究有許多的貢獻，也可以讓我們了解各種疾病吞嚥功能的變化，進而了解其致病機轉及病理等。但由於它侵入性太高，基本上只用於研究，很少被用來當作臨床評估工具，或依據它的評估結果去訓練病人。

以上的吞嚥功能評估都屬於短暫的觀察，意思是說僅觀察患者之吞嚥功能 5~10 分鐘。但是，部分患者的吞嚥功能可能是依時間而有所變化，較長時間的觀察吞嚥功能是必要的。最普遍被用來較長時期觀察吞嚥功能的方法是利用 oximeter。Collins 等人利用 oximeter 來推測患者是否有吸入現象，結果發現有 81.5% 的準確性。^[23]Sherman 等人比較 oximeter 和電視螢光錄影吞嚥檢查對吸入現象的診斷率，發現兩者有很高的一致性。^[24]但是 Sellars 等人確有不一樣的發現，他們發現有吸入現象的病人在吸入時並沒有明顯的血氧濃度下降。^[25]因此，雖然 oximeter 是長期追蹤吞嚥功能的好工具，但其準確性仍有待商榷。

吞嚥功能，是由許多肌肉協同達成，但由於其作用的肌肉較深層而且複雜，因此，有關吞嚥的電生理研究(electrophysiology)，在 1995 年左右才較被使用於臨床應用。Crary 等人利用表面電極(surface EMG)分別置於腦幹中風患者之口腔四周，咀嚼肌和舌骨下肌肉，記錄病人和正常人以上肌肉於吞嚥時之動作，結果發現在腦幹中風的患者吞嚥相關肌肉的收縮比正常人肌肉收縮的活動性較激烈，而收縮的時間較短，且較不協調。^[26]Ertekin 等人則利用表面肌電圖偵測額下

肌肉的運動電位，壓電感應器(piezoelectric sensor)偵測咽喉的運動，利用針刺肌電圖偵測環咽肌的活動電位，^[15,16] Ertekin 的裝置可以非常正確地記錄吞嚥的過程。首先頷下肌收縮，接著咽喉上昇，在咽喉下降前，頷下肌的活性減少，接著咽喉回復原位，在咽喉上昇至下降之間，環咽肌的活動停止。利用這樣的裝置，Ertekin 研究各種不同疾病造成的吞嚥障礙，^[17-19]而有很好的結果。其中頷下肌肉之開始收縮至咽喉開始提升之時間延遲，視為由意志性吞嚥(voluntary attempt to swallow)至吞嚥反射開始之時間延遲。^[18]

本研究之偵測器置於頷下肌與甲狀軟骨上緣，目的在偵測舌下肌肉的活動和咽喉的運動以記錄意志性吞嚥至吞嚥反射開始之延遲時間。微動開關放置之位置，近似過去 Ertekin 學者之研究；但在測量咽部上升時，由於偵測器形式不同，吾人置偵測器於甲狀軟骨上緣(Ertekin 則置於環咽軟骨與甲狀軟骨之間)。

微動開關是一種精密的機械式開關，微量位移即可使開關內部之板式彈片反轉，造成通路產生訊號(電學訊號再經處理後，經由示波器記錄)。當位移消失，板式彈片彈回，回復原狀態，成斷路。可得一方形波，其起點和終點分別代表動作之開始與結束。

微動開關所產生的訊號為方型波，其起點和終點清楚，所得之圖形比 Ertekin 壓電感應器對咽喉運動的訊號更清楚。第一個微動開關所測得為舌下肌之運動，而第二個微動開關所測得為咽喉上昇動作，故兩者之時間差代表為食團引發舌頭運動到吞嚥動作產生，此為吞嚥的激發時間(swallowing trigger time)，而激發時間為吞嚥功能的重要指標。利用微動開關來偵測吞嚥動作最大的好處在於價格便宜，但由於微動開關仍須一定的力量才能啟動，且久了會有機械疲勞，因此無法記錄到真正的肌肉活動力，且易有誤差。

利用這種吞嚥動作儀我們檢驗不同的吞水量、溫度及黏稠度對吞嚥的影響，結果發現隨著吸水量的增加，病人的吞嚥激發時間減短，但並未達統計上的意義。有關食團(bolus)的體積是否會影響吞嚥功能，Ertekin 等人的研究發現 20mL 食團體積是一般人最易控制的吞嚥量，^[16] 當吞水量大於 20mL 時較易產生 piecemeal swallow，即將食團分成較小的食團吞入以維持吞嚥的安全性。因此，本研究以 1~20mL 的水測驗。在 Dantas 的研究中，^[27] 利用 videofluoroscopic-manometric study 偵測不同量食團對吞嚥的影響，結果發現吞嚥量增加時，會使得舌下肌的活動早一點出現，顯示會早一點引發吞嚥動作，而 palate 及 larynx 的活動也會早一點出現，環咽肌的放鬆時間會延長，但咽喉肌的收縮力量及食團於咽喉內的移動並不會改

變。這表示增加吞水量(食團體積)，則吞嚥動作會早一點引發，但一旦引發對吞嚥本身不會影響。Shaker 等人也有同樣的發現，認為食團體積 <20mL 以內不會影響吞嚥力量。^[28] 本研究並未偵測吞嚥的力量，只測量吞嚥激發時間，雖然在吞水量增加時，吞嚥激發時間縮短，但並未達統計上意義，因此，是否可藉由增加吞水量來刺激吞嚥反射的產生有待進一步研究。

利用冰水來刺激吞嚥反射是長期被使用的吞嚥訓練方法，^[14]但某些研究卻發現溫度的改變不會影響或加速吞嚥反射。^[29-31] Bove 等人發現所謂利用低溫刺激吞嚥反射的產生，不能只是刺激小區域的喉部，必須以較大區域的刺激較為有效。^[32] 因此，Bove 建議用冰水代替傳統常用的 ice-mirror。本研究發現在吞食 0°C 的冰水時，受試者的吞嚥激發時間有明顯縮短，顯示溫度較低時確實較易引發吞嚥反射。

至於食團的黏稠度是否會影響吞嚥功能，固體或黏稠食物是否會影響吞嚥的功能？過去的研究顯示在進食固體食團時咽喉的收縮力會加大，傳導的速率會變慢，但並無是否會改變吞嚥激發時間的相關研究，^[33-34] 本研究並未發現不同黏稠度有不同的吞嚥激發時間。

未來將進一步修改實驗裝置，使可量測範圍更廣；加大樣本數，統計出常模，並與電視螢光吞嚥錄影檢查比較，期能發展出不具侵犯性與無輻射暴露之吞嚥障礙篩檢工具；或作為吞嚥障礙患者生物回饋訓練法之輔助系統。

參考文獻

1. Logemann JA. Treatment for aspiration related to dysphagia: an overview. *Dysphagia* 1986;1:34-8.
2. Splaingard ML, Hutchins B, Sulton LD, et al. Aspiration in rehabilitation patients: videofluoroscopy vs bedside clinical assessment. *Arch Phys Med Rehabil* 1988;69:637-40.
3. Linden P, Kuhlemeier KV, Patterson C. The probability of correctly predicting subglottic penetration from clinical observations. *Dysphagia* 1993;8:170-9.
4. Castell DO, Donner MW. Evaluation of dysphagia: a careful history is crucial. *Dysphagia* 1987;2:65-71.
5. Garon BR, Engle M, Ormiston C. Reliability of the 3-oz water swallow test utilizing cough reflex as sole indicator of aspiration. *J NeuroRehab* 1995;9:139-43.
6. Gottlieb D, Kipnis M, Sister E, et al. Validation of the 50ml drinking test for evaluation of post-stroke dyspha-

- gia. *Disabil Rehabil* 1996;18:529-32.
7. Nathadwarawala KM, Nicklin J, Wiles CM. A timed test of swallowing capacity for neurological patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1992;55:822-5.
8. Daniels SK, Brailey K, Priestly DH, et al. Aspiration in patients with acute stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79:14-9.
9. Lin YN, Wang TG, Chang YC, et al. Validation of the clinical swallowing evaluation in stroke patients. *J Rehab Med Assoc ROC* 1998;26:175-80.
10. DePippo KL, Holas MA, Reding MJ. Validation of the 3-oz water swallow test for aspiration following stroke. *Arch Neurol* 1992;49:1259-61.
11. Mari F, Matei M, Ceravolo MG, et al. Predictive value of clinical indices in detecting aspiration in patients with neurological disorders. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1997;63:456-60.
12. Johnson ER, McKenzie SW, Sievers A. Aspiration pneumonia in stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;74:973-6.
13. Johnson ER, Mckenzie SW, Rosenquist CJ, et al. Dysphagia following stroke: quantitative evaluation of pharyngeal transit times. *Arch Phys Med Rehabil* 1992;73:419-23.
14. Logemann JA. Evaluation and treatment of swallowing disorders. 1st ed. San Diego: College Hills; 1983. p.121.
15. Ertekin C, Pehlivan M, Aydogdu I, et al. An electrophysiological investigation of deglutition in man. *Muscle Nerve* 1995;18:1177-86.
16. Ertekin C, Aydogdu I, Yuceyar N. Piecemeal deglutition and dysphagia limit in normal subjects and in patients with swallowing disorders. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1996;61:491-6.
17. Ertekin C, Aydogdu I, Yuceyar N, et al. Effects of bolus volume on oropharyngeal swallowing: an electrophysiologic study in man. *Am J Gastroenterol* 1997;92:2049-53.
18. Ertekin C, Aydogdu I, Yuceyar N, et al. Electrodiagnostic methods for neurogenic dysphagia. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1998;109:331-40.
19. Ertekin C, Yuceyar N, Aydogdu I. Clinical and electrophysiological evaluation of dysphagia in myasthenia gravis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1998;65:848-56.
20. Wu CH, Hsiao TY, Chen JC, et al. Evaluation of swallowing safety with fiberoptic endoscope: comparison with videofluoroscopic technique. *Laryngoscope* 1997;107:396-401.
21. Prosiegel M, Heintze M, Sonntag EW, et al. Kinematic analysis of laryngeal movements in patients with neurogenic dysphagia before and after swallowing rehabilitation. *Dysphagia* 2000;15:173-9.
22. Castell JA, Castell DO. Modern solid state computerized manometry of the pharyngoesophageal segment. *Dysphagia* 1993;8:270-5.
23. Collins MJ, Bakheit AMO. Does pulse oximetry reliably detect aspiration in dysphagic stroke patients? *Stroke* 1997;28:1773-5.
24. Sherman B, Nisenbom JM, Jesberger BL. Assessment of dysphagia with the use of pulse oximetry. *Dysphagia* 1999;14:152-6.
25. Sellars C, Dunnet C, Carter R. A preliminary comparison of videofluoroscopy of swallow and pulse oximetry in the identification of aspiration in dysphagia patients. *Dysphagia* 1998;13:82-6.
26. Crary MA, Baldwin BO. Surface electromyographic characteristics of swallowing in dysphagia secondary to brain stem stroke. *Dysphagia* 1997;12:180-7.
27. Dantas RO, Kern MK, Massey BT, et al. Effect of swallowed bolus variables on oral and pharyngeal phases of swallowing. *Am J Physiol* 1990;258:G675-81.
28. Shaker R, Ren J, Podvrsan B, et al. Effect of aging and bolus variables on pharyngeal and upper esophageal sphincter motor function. *Am J Physiol* 1993;G427-32.
29. Rosenbek JC, Robbins J, Fishback B, et al. Effects of thermal application on dysphagia after stroke. *J Speech Hear Res* 1991;34:1257-68.
30. Knauer CM, Castell JA, Dalton CB, et al. Pharyngeal/upper esophageal sphincter pressure dynamics in humans: effect of pharmacologic agents and thermal stimulation. *Dig Dis Sci* 1990;35:774-80.
31. Ali GN, Laundl TM, Wallace KL, et al. Influence of cold stimulation on the normal pharyngeal swallow response. *Dysphagia* 1996;11:2-8.
32. Bove M, Mansson I, Eliasson I. Thermal oral-pharyngeal stimulation and elicitation of swallowing. *Acta Otolaryngol* 1998;118:728-31.
33. Keren S, Argaman E, Golan M. Solid swallowing

versus water swallowing: manometric study of dysphagia. Dig Dis Sci 1992;37:603-8.

34. Johnston BT, Collins JS, McFarland RJ, et al. A com-

parison of esophageal motility in response to bread swallows and water swallows. Am J Gastroenterol 1993; 88:351-4.

The Influence of Bolus Volume, Temperature, and Viscosity to Swallowing Function Evaluated by a Self-designed Phagometer: A Preliminary Study

Chih-Ming Li, Ming-Feng Li,¹ Po-Lin Kuo, Tyng-Guey Wang, I-Nan Lien

Department of Physical Medicine and Rehabilitation, National Taiwan University Hospital, Taipei;

¹Institute of Applied Mechanics, National Taiwan University, Taipei.

The study aimed to depict the influence of bolus temperature, volume, and viscosity in swallowing function by a self-designed phagometer. Two micro switches were used to detect submental muscle activity and pharyngeal motion. They were anchored on a posterior-type cervicothoracic orthosis with multiple adjustable joints to ensure the well contact between the switch and the skin. The signals detected by micro switches were amplified and recorded. The duration between two waves was defined as swallowing trigger time and used to represent the swallowing function.

Ten normal male subjects without clinical evidence of dysphagia were enrolled in this study. The average age of the subjects was 26.3 ± 5.7 years old. The subjects were asked to swallow 1 cc, 5cc, 10 cc and 25cc of 25°C water respectively. 5cc of 0°C ice water and 5 cc of low consistency, medial consistency, as well as high consistency mediums were then swallowed consequently. The subjects had adequate rest between each swallow. The results showed that the trigger time of swallowing 5cc 25°C water was 358.4 ± 70.5 msec and it reduced as bolus volume increased without statistical significance. The trigger time of swallowing 0°C water significantly reduced to 311.6 ± 56.3 msec. Different consistency of bolus did not influence the trigger time of swallowing.

We concluded that the self-designed phagometer can objectively evaluate the swallowing function and ice water may be effective in facilitating the swallowing. (J Rehab Med Assoc ROC 2003; 31(2): 79 - 86)

Key words: dysphagia, trigger time, phagometer, thermal stimulation