
喝水的另類功效--唾液 α -澱粉酶活化 在正常年輕人飲水後導致低張性血管 收縮現象的生理角色

馬瑪宣^{1*} 呂志成² 蘇淑菁¹ 李孟紘³

¹臺北市私立復興實驗高中

²臺北榮民總醫院

³長庚大學資訊工程學系

壹、前言

無論是國中、高中或是大學課程，神經系統與內分泌系統的協調作用一直是生物課程中的重要章節。在最新的 99 課綱版高中選修生物課程中，更加入了有關神經、內分泌及免疫的關係介紹。但是鮮為人知的是，喝水-這個日常生活中平凡無奇的活動，也能增加交感神經活性以及其他程度不等的心血管生理反應，甚至與唾液 α -澱粉酶分泌有關。

本文希望能夠說明對壓力與自主神經系統的關係、喝水對於交感神經系統活性的影響、唾液腺及唾液 α -澱粉酶等內容，讓讀者更能體會神經與內分泌協調相關性。此外，筆者並進行喝水對於唾液 α -澱粉酶分泌影響的實驗，其實驗方法可以作為中小學教師在教授酵素活性此一章節的進階課程內容參考。

貳、壓力與自主神經系統及內分泌系統協調作用

當個體面對即時性危險、短期壓力時，刺激會活化下視丘，使交感神經興奮，刺激腎上腺髓質釋出腎上腺素及正腎上腺素，使血糖升高、血壓升高、呼吸加速、處於緊張狀態、抑制消化功能，有利於個體面對壓力、危險時的及時反應；然而，當個體面對長期壓力時(如升學、工作)，刺激使下視丘分泌促腎上腺皮質素釋素，進而使腦垂腺前葉分泌促腎上腺皮質素 (ACTH)，使腎上腺皮質分泌葡萄糖皮質素及礦物性皮質素，引起鈉離子與水分的儲積增加、增加體液容積、血壓上升，蛋白質及脂質的代謝異常，免疫失調等反應。

參、喝水對於交感神經系統活性的影響

近年來臨床神經生理學家發現，喝水會誘發程度不等的心血管生理反應。自律神經失調的病人，飲水 473 mL 後其血壓有立即上升 30-100 mmHg 的現象；另外也

*為本文通訊作者

有實驗發現，喝水對於健康的中年或老年人也會造成血壓些微上升的情形(11 mmHg)，相對於年輕人體則未觀察到此升壓現象(Li et al., 2013)。

但有研究指出，年輕個體喝水後，會造成周邊血管收縮，皮下血流(Skin Blood Flow)減少的情形。此乃因為喝水會促使週邊交感神經系統興奮，進而導致血管收縮所致。另外，喝水亦會造成腦中局部血流增加，提升其立姿耐受力。所謂「立姿耐受力」是指正常人從坐姿轉換成立姿，在交感神經系統調節下，心跳上升，血壓不變；但是在自主神經失調的病人，從坐姿轉換成立姿，心跳不變，血壓下降，此乃在重力作用之下，血液向下肢囤積，自主神經適應不良所引起，稱之為「姿勢性低血壓」。

飲水生理作用就在臨床的潛在應用，目前確認可以有效緩解自主神經失調病人的立姿低血壓與耐受不良症候群，也證明可以有效改善正常年輕人昏厥前症候並預防昏厥的發生。(Li et al., 2013) 另外 飲水亦可以達到降低正常人因捐血後昏厥的發生率(Hanson SA, France CR.,2004) 因此推論 透過喝水調節人體自主神經功能的方式，也許是提升軍事訓練如飛行員飛行可能面臨的 G 力昏迷(G-force induced Loss of Consciousness, G-LOC)的棘手問題可行策略之。所謂大 G 力昏迷，是指飛行員由於加速度 G 力所引起灰視、黑視進而失去對周圍環境的知覺進而造成瞬間意識喪失。若症狀輕微則有心博過速問題，

造成血液向下肢囤積，使大腦血液循環降低而引起短暫性喪失意識的症狀。

然而，喝水與自主神經的相互作用關係仍不清楚，可能與水本身的低張特性，經口進入腸胃道系統所引發的生理作用有關，但仍有待進一步釐清其詳細機轉(Chu et al., 2013)。

肆、唾液腺及唾液澱粉酶的介紹

口腔內有大、小兩種唾液腺(salivary glands)，小唾液腺散在於各部口腔粘膜內，如唇腺、頰腺、齶腺、舌腺，大唾液腺包括腮腺、下頷下腺和舌下腺三對，它們是位於口腔周圍的獨立的器官，但其導管開口於口腔粘膜。

唾液腺由不同類型的細胞組成，包括腺泡細胞(acinar cell)、各種管道系統的細胞(various duct system cell)，肌上皮細胞(myoepithelial cells)。其中腮腺(parotid gland)最大，重約 15-30 克，

略呈三角楔形，位於外耳道前下方，咬肌後部的表面，腺的後部特別肥厚，深入到下頷後窩內。分泌物含唾液澱粉酶多，黏液少；下頷下腺(submandibular gland)略呈卵圓形，位於下頷下三角內，分泌物含唾液澱粉酶少，黏液多；舌下腺(sublingual gland)最小，細長而略扁。位於口底粘膜深面。其排泄管有大小兩種小管約有 5-15 條，直接開口於口底粘膜，分泌物以黏液為主。

唾液腺的主要產物為唾液(Humphrey and Williamson, 2001)。唾液的成分主要

由腺泡細胞產生，在神經刺激的控制之下釋放了唾液的成分。而大部分的酶是在腮腺合成（占總量的 80%），唾液中的 α -澱粉酶(Salivary α -amylase, sAA)是其中之一最重要的酶，佔總唾液腺所產生蛋白質的 40%至 50%（Zakowski and Bruns, 1985; Makinen, 1989），其能將澱粉切斷成長短不一的短鏈糊精和少量的低分子糖類，從而使澱粉糊的黏度迅速下降，即起“液化”作用，所以該酶又稱液化酶。作用溫度範圍為 60~90°C，最適作用溫度為 60~70°C，作用 pH 範圍為 5.5~7.0，最適 pH6.0。Ca²⁺可提高酶活力的穩定性。Leuchs 在 1831 年首次在唾液中描述這種酶（Zakowski and Bruns, 1985）。

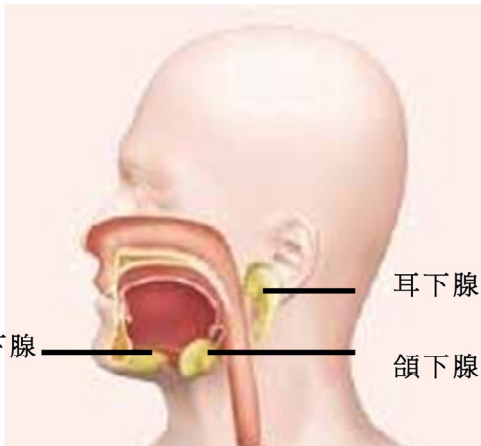


圖 1 唾腺分部圖

上升呢？為了瞭解喝水與唾液- α 澱粉酶的關係，我們做了以下的相關實驗。

實驗共有 12 位健康受測者(BMI < 26)，受測者在實驗前一天禁止飲用高濃度咖啡、巧克力以及茶葉等食物，實驗當天必須禁食八小時以上，所有實驗流程須在中午以前完成。實驗共分為兩天進行，一天為喝 50 mL 的控制組，另一天則是喝 500 mL 的實驗組；其中兩天順序採用隨機分配，以避免受測者因學習效應而影響實驗結果。實驗過程中，全程處於安靜、舒適的狀態；在喝水之前取一次唾液當作當天的基礎值，收集完成之後才會進行喝水動作。並且會在喝完水之後的 25 分鐘以及 50 分鐘分別再各取一次唾液當作喝水之後的影響。



圖 2 唾液收集瓶

伍、喝水對於唾液澱粉酶分泌的影響

根據前人研究，喝水能調節交感神經作用，交感神經活性增加能促進唾液 α -澱粉酶分泌。而喝水是否能使唾液 α -酶分泌

我們利用唾液收集管 (Sarstedt, Germany)收集受測者唾液，將棉棒部分放入受測者舌下約 3 分鐘，其中禁止受測者做咬嚼動作，收集完畢之後立即蓋緊上蓋並放入冰桶保存。當天實驗過程結束之

後，會利用高速冷凍離心機離心，其條件設定為 3000 rpm，4°C，15 分鐘。離心完成之後，唾液部分會因為重力關係而在唾液收集管下層。將上層蓋子移除之後，將下層唾液分裝至三管 1.5 mL 離心管。其中第一管為實驗用，第二管為重複檢驗時使用，第三管則是保存用；分裝完畢之後立即將檢體放入檢體保存紙盒，存放於 -80°C 以利後續檢驗使用。

檢驗試劑利用 Salimetrics 的 salivary α -amylase assay kit (Salimetrics, USA)。其中唾液 α -澱粉酶受質在使用之前需先放入 37°C 水浴槽加熱，因為唾液 α -澱粉酶的活性主要是在 37°C 會達到高峰。其檢測原理主要是利用唾液 α -澱粉酶受質中所含有的 2-chloro-p-nitrophenol 鍵結上 maltotriose，接著加入含有唾液 α -澱粉酶的唾液時，唾液 α -澱粉酶就會將其鍵結打斷，這個時候即可利用 405nm 波長的吸光值偵測到 2-chloro-p-nitrophenol，再利用讀取到的數值即可換算濃度。

收集唾液 α -澱粉酶的活性濃度值後，

將以 Excel 軟體進行作圖及分析。利用第 25 分鐘和第 50 分鐘的值去和當天基礎值 (baseline) 做標準化之後，比較酶的活性濃度的變化量。利用這個方法比較飲水在 50mL 及 500mL 之間在唾液 α -澱粉酶活性濃度增減的變化量是否有差別。圖表中數值以與原點校正後之百分比平均值表示，p 值小於 0.05 表示有統計上的顯著差異。

由實驗結果得知，無論飲水 50 mL (控制組) 或 500 mL (實驗組)，唾液 α -澱粉酶活性濃度在 25 分鐘及 50 分鐘均比未喝水時高 (以未喝水的唾液 α -澱粉酶活性濃度為 100%)，控制組為 (143.78% ; 128.12%) 而實驗組為 (297.48% ; 317.74%)。兩組濃度從 0 分鐘至 25 分鐘均有成長的趨勢，但至 50 分鐘時控制組有遞減的趨勢。

若比較兩組之間在喝水 50 mL 及 500 mL 之間唾液 α -澱粉酶濃度增減的變化量是否有差別，發現飲水後的唾液 α -澱粉酶平均濃度增減的變化量，且無論在 25 分鐘及 50 分鐘其唾液 α -澱粉酶活性濃度均有顯著性的差異 (p<0.05)。

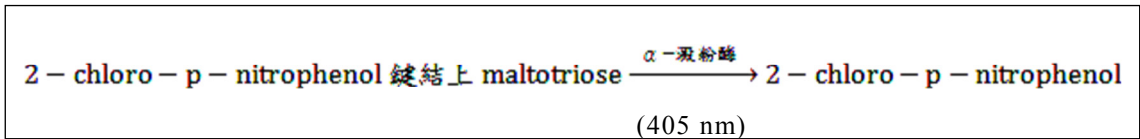


表 1 控制組與實驗組在不同時間點的唾液 α -澱粉酶濃度變化

Amylase	喝水 50 mL			喝水 500 mL		
	Baseline	25 min	50 min	Baseline	25 min	50 min
Mean	100.00%	143.78%	128.12%	100.00%	297.48%	317.74%

表 2 飲水 50mL 及 500mL 在 25 分鐘及 50 分鐘唾液 α -澱粉酶濃度的差異性

測定項目	標準差	平均標準誤	95%信賴區間	顯著性 P<0.01
25 分鐘 (Control vs Case)	1.06	0.23	-0.38 ~ -1.34	0.001
50 分鐘 (Control vs Case)	1.40	0.31	-0.34 ~ -1.62	0.004

Control: 飲水 50mL Case:飲水 500mL

由實驗結果得知，喝水 50 mL 及 500 mL 均會促使唾液 α -澱粉酶的分泌，其中喝水 500 mL 更使酶的活性濃度上升達到顯著差異。結合前人的研究，推論喝水能使交感神經活性上升，進而促進唾液 α -澱粉酶的分泌。

陸、澱粉酶酵素活性單位

活性單位 (activity unit) 是酵素活性高低的指標。一個活性單位的定義，是在固定溫及 pH 下，每分鐘可催化 1 mmole 基質的活性。但很多情況下，為了操作或計算的方便，直接用測定產物所得的吸光值，除以單位時間來表示活性，因此活性單位的定義可能不同。

一般澱粉酶的方式為 37 度之下的活性為其活性溫度，而筆者的實驗所使用的 kit 為利用第 3 分鐘所得到的吸光值減掉第 1 分鐘得到的吸光值，所得到的差值代表澱粉酶在這兩分鐘之間催化了多少的基質。之後在乘上體積，所得到的數值就是活性單位。

柒、以唾液澱粉酶反映交感神經活性

交感神經的活化控制了唾液 α -澱粉酶的釋放。因此在交感神經活化性高時，可能預期唾液 α -澱粉酶的增加。研究資料顯示，Gilman 等人是首先研究唾液 α -澱粉酶和心理壓力之間的關係，將受試者暴露在高度壓力長達八天之久，其唾液 α -澱粉酶的濃度將升高 (Gilman et al.,1979)。其他研究顯示不同心理壓力的情況下，唾液 α -澱粉酶也會增加，如經歷醫療程序 (Yamaguchi et al., 2006)，情感圖片瀏覽 (Van Stegeren et al., 2008)。

因此無論在較早或近期的研究壓力對唾液 α -澱粉酶的的影響，均發現心理的壓力可反應在唾液 α -澱粉酶的變化，且已證明唾液 α -澱粉酶的釋放是經由控制唾液腺的交感神經系統所引出。

在 SAM system (Sympathetic nervous adrenomedullary system)，刺激引起 SAM 活性增加，進而影響腎上腺髓質正腎上腺素的分泌，血液中上升的正腎上腺素引起唾液 α -澱粉酶的釋放。

比較起正腎上腺素，由於唾液 α -澱粉酶具有反應時間快、對刺激的敏感度高以及採樣方便等等的優點 (如表 3)，因此被建議為反映體內有關壓力對於交感神經系

表 3 以 α -澱粉酶及正腎上腺素反應交感神經活性比較

	正腎上腺素	唾液 α -澱粉酶
反應時間	較慢，延遲 20~30 分鐘	較快，約 1~數分鐘
對刺激敏感度	較低	較高
方便性	在血液或體液中的濃度較低， 不易測量且不易採樣	以拋棄式唾液收集管收集， 採樣方便

統活性變化的一個參數(parameter)或一種生物標誌物(biomarker) (Chatterton et al., 1996; Nater, 2004 年; Rohleder et al., 2004 年; Granger et.al., 2007)。

捌、飲水與健康

人之所以能在陸地上成長，也是因為身體內有一整套完善的儲水系統。這個系統在人體內儲備了大量的水，約占體重的 75%。正因如此，人才能在短時間內適應暫時的缺水。同時，人體內還有一個乾旱管理機制：在人體缺水時，嚴格分配體內儲備的水，並讓最重要的器官先得到足量的水以及由水輸送的養分。脫水，會使生命體的內外結構發生改變，在身體缺水最嚴重的部位的細胞開始變皺，其內在機能也會受到影響。

巴特曼醫師(Dr. Feretdoon Batmanghelidj)研究水在生理機能方面的作用，發現水與許多疾病的關係密切以及水相關的治療作用。在這幾十年的研究成果中已發現，心臟病和中風、白血病和淋巴瘤、消化道疾病、關節炎、腰痛、頸肩痛、高血壓、高膽固醇、超重、哮喘和過敏性咳嗽、糖尿病、失眠及憂鬱症等疾病與體內缺水有非

常重要的關係(Batmanghelidj, 2007)。

玖、結語

許許多多疾病的病因僅僅是身體缺水，身體缺水造成了生理紊亂，最終導致許多疾病的產生；而治療這些疾病的方法就是飲用足夠的水。水是天然的保健良藥，能夠解決多種健康問題。所以沒事多喝水，多喝水沒事，不但可以提升交感神經活性，還可以促進人體健康，遠離疾病。

參考資料

- A 醫學百科(<http://cht.a-hospital.com/w/%E5%94%BE%E6%B6%B2%E8%85%BA#Uhh78vRunqUJ>)
- β 互動百科 (<http://www.baike.com/wiki/%CE%B1-%E6%B7%80%E7%B2%89%E9%85%B6>)
- Batmanghelidj, F. 2007 Your body' Many Cries for Water.
- Chatterton Jr., R.T., Vogelsong, K.M., Lu, Y.C., Ellman, A.B., Hudgens, G.A., 1996. Salivary α -amylase as a measure of endogenous adrenergic activity. Clin. Physiol. 16, 433-448.
- Chu YH, Hsu YJ, Lee HS, Ho ST, Tung CS, Tseng CJ, Li MH, Lin TC, Lu CC: The osmopressor response is linked to upregulation of aquaporin-1 tyrosine phosphorylation on red blood cell membranes. Hypertension 2013, 62(1):197-202.

- Gilman, S.C., Thornton, R., Miller, D., Biersner, R., 1979. Effects of exercise stress on parotid gland secretion. *Horm. Metab. Res.* 11, 454.
- Granger, D.A., Kivlighan, K.T., el-Sheikh, M., Gordis, E.B., Stroud, L.R., 2007. Salivary alpha-amylase in biobehavioral research: recent developments and applications. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1098, 122-144.
- Humphrey, S.P., Willamson, R.T., 2001. A review of saliva: normal composition, flow, and function. *J. Prosthet. Dent.* 85, 162-169.
- Lu, C.C., Li, M.H., Ho, S.T., Lu, C.L., Lin J.C., Lin, T.C., Tung, C.S., Tseng, C.J., 2008. Glucose reduces the effect of water to promote orthostatic tolerance. *Am J Hypertens*; 21:1177-1178.
- Li MH, Chen PH, Ho ST, Tung CS, Lin TC, Tseng CJ, Huang WS, Lu CC: Lower body negative pressure-induced vagal reaction: role for the osmopressor response? *Am J Hypertens* 2013, 26(1):5-12.
- Lu CC, Li MH, Lin TC, Chen TL, Chen RM, Tung CS, Tseng CJ, Ho ST: Water ingestion reduces skin blood flow through sympathetic vasoconstriction. *Clin Auton Res* 2012, 22(2):63-69.
- Makinen, K.K., 1989. Salivary enzymes. In: Tenovuo, J.O. (Ed.), *Human Saliva: Clinical Chemistry and Microbiology*, vol. 2. CRC Press, Boca Raton, 93-119.
- Nater, U.M., 2004. *The Role of Salivary Alpha-Amylase in Stress Research*. Cuvillier, Gottingen.
- Rohleder, N., Nater, U.M., Wolf, J.M., Ehlert, U., Kirschbaum, C., 2004. Psychosocial stress-induced activation of salivary alpha-amylase: an indicator of sympathetic activity? *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1032, 258-263.
- Van Stegeren, A.H., Wolf, O.T., Kindt, M., 2008. Salivary alpha amylase and cortisol responses to different stress tasks: impact of sex. *Int. J. Psychophysiol.* 69, 33-40.
- Yamaguchi, M., Takeda, K., Onishi, M., Deguchi, M., Higashi, T., 2006. Non-verbal communication method based on a biochemical marker for people with severe motor and intellectual disabilities. *J. Int. Med. Res.* 34, 30-41.
- Yamaguchi M., Kanemori T., Kanemaru M., Takai N., Mizunoc Y., Yoshida H., 2004, Performance evaluation of salivary amylase activity monitor. *Biosens Bioelectron.* 2004 20(3), 491-497.
- Zakowski, J.J., Bruns, D.E., 1985. Biochemistry of human alpha amylase isoenzymes. *Crit. Rev. Clin. Lab. Sci.* 21, 283-322.