

科技部補助
大專學生研究計畫研究成果報告

計 畫
名 稱 : 年齡與性別對舌頭壓力及吞嚥舌頭壓力的影響

執行計畫學生：朱辰慧
學生計畫編號：MOST 109-2813-C-040-036-B
研究期間：109年07月01日至110年02月28日止，計8個月
指導教授：池育君

處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，1年後可公開查詢

執行單位：中山醫學大學語言治療與聽力學系

中華民國 110年03月31日

摘要

吞嚥，指的是食物從口腔進入胃的過程，是人類攝取水分和養分的生理機制，對於個體的存活是項重要的活動。吞嚥的生理機制可分為四大階段，口腔準備期、口腔期、咽部期及食道期，每個階段都有各自的生理機制，需仰賴不同的神經和肌肉結構完成。在口腔期中，舌頭扮演極為重要的角色，不論在食糰的形成或後送，都須仰賴舌頭發揮其正常的功能來完成。本計劃的主旨是探討台灣地區正常成人的舌頭最大力量及舌頭在吞嚥不同食物質地的力量，並探討性別與年齡對舌頭最大力量及舌頭吞嚥力量的影響。本研究共招募 57 名受試者，受試者依年齡分為三組：20 到 39 歲、40 到 59 歲及 60 到 79 歲，利用 Iowa Oral Performance Instrument (IOPI) 測量受試者的舌頭最大力量、吞嚥時的平均力量及吞嚥時使用最大舌頭力量的比例，探討年齡及性別是否影響吞嚥時的舌頭力量。研究結果指出，在最大舌頭力量部分，性別未達顯著差異，年齡則是 60 至 79 歲組的數值顯著高於 20 至 39 歲組和 40 至 59 歲組；吞嚥時的平均舌頭力量部分，年齡和性別皆未達顯著差異，但液體類型的每口量在 15 毫升的數值顯著高於 10 毫升和 5 毫升。

關鍵詞：吞嚥、舌頭力量、性別、年齡

第一章 緒論

第一節 研究動機與研究問題

由於家兄是重度腦性麻痺兒，在成長過程中，家人對哥哥的餵食十分重視，也會特別觀察他的吞嚥過程是否順暢。如今家兄已離世，本著對想幫助像家兄一樣狀況孩子的初心，在大學階段我選擇就讀語言治療科系，並學習有關吞嚥障礙和治療相關的專業知識，而自身在童年時觀察家兄的吞嚥狀況，也成了此次研究的發想開端。

本次研究主軸為探討受試者吞嚥時的舌頭力量，已有多篇外國文獻探討舌頭的力量，IOPI上也有常模可參照，但其數據皆取自高加索人等非亞洲族群，以致常模的信度在國內降低，而國內目前也缺乏吞嚥時舌頭力量的常模數據。希望能透過這次計畫，建立屬於國內的常模數據，為國內進行相關研究者及臨床人員提供可用的資料，並探討國人與外國人的數據是否在年齡及性別上有差異。

第二節 研究目的及問題

本研究之目的是探討台灣健康成人年齡及性別對於吞嚥時舌頭力量之影響，研究問題包含下列：

- (1)年齡是否影響健康成人吞嚥時的舌頭力量。
- (2)性別是否影響健康成人吞嚥時的舌頭力量。

第二章 文獻探討

吞嚥指的是食物從口腔，經過咽腔、食道進入到胃的過程，是人類獲取養分及水分的重要生理機制。正常的吞嚥生理機制包含四個時期：(1)口腔準備期：食物於口中攪拌及咀嚼，並將食物的質地及大小調整至適當程度的食糰，以準備吞嚥；(2)吞嚥的口腔期：舌頭把食物後送推至口腔後方以啟動咽部反射；(3)咽部期：咽部反射被啟動後，食團移動至咽部，包含軟顎上抬、喉部上抬、舌根及咽部靠近擠壓、呼吸道閉合等生理機制；以及(4)食道期：食團進入食道後，藉由食道蠕動，經過食道上方向擠壓至食道下方，進入胃部。而其中口腔期起始於舌頭開始把食糰往後移動，此時期的舌頭移動常被描述為一個擠壓的動作(stripping action)，舌頭會沿著舌頭中線會抵觸著硬顎，而持續將食糰往後推擠。在吞嚥的過程中，舌頭是扮演非常重要的角色(Logemann, 1998)。

由於舌頭在吞嚥中擔任重要角色，臨床上語言治療師在進行吞嚥評估過程

中，皆會進行口腔機轉檢查(oral mechanism examination)，包含：雙唇、下頷、舌頭等結構的外觀及功能檢查。其中舌頭的功能檢查，包含舌頭運動範圍或是舌頭力量的評估，而舌頭力量的評估常透過阻抗測試(resistance test)來進行。語言治療師會將壓舌板至於個案雙唇前並施以力量，並請個案用舌頭用力頂住壓舌板與治療師的壓舌板進行抗衡。此測試方法的臨床便利性高，但是較為主觀，施測者間和施測者內信度都是需要考量的。隨著 Iowa Oral Performance Instrument (IOPI)問世，可以透過此設備替個案進行舌頭功能的測量(包含舌頭力量及舌頭耐力)，相較於阻抗測試，IOPI 提供客觀且一致性較高的評估方法，讓臨床語言治療師進行口腔機轉檢查時，有信度更高的工具可以使用(Adams, Mathisen, Baines, Lazarus, & Callister, 2013; Robinovitch, Hershler, & Romilly, 1991)。

目前跟 IOPI 相關的研究主要包含(1)單純評估舌頭的力量與耐力 (Crow & Ship, 1996; Stierwalt & Youmans, 2007; Vanderwegen, Guns, Van Nuffelen, Elen, & DeBodt, 2013; Vitorino, 2010) 以及 (2)模擬人類在吞嚥不同質地食物情境下的舌頭力量 (Youmans, Youmans, & Stierwalt, 2009)。在探討舌頭力量的研究中，研究結果大多發現年齡會影響舌頭力量，即隨著年齡的增加，舌頭的力量逐漸變弱。在性別的影響部分，一般來說，男性的舌頭力量高於女性 (Crow & Ship, 1996; Stierwalt & Youmans, 2007; Vanderwegen et al., 2013)。之後的學者則進一步探討在吞嚥的過程中的舌頭力量，在 Youmans & Stierwalt (2006)的研究中，測量了 90 名年齡介在 20 和 79 歲之間的正常成人的舌頭最大力量(maximum isometric tongue pressure)、吞嚥時的舌頭平均力量(mean tongue pressure during swallowing)，以及舌頭在吞嚥時的力量佔最大力量的比例(percentage of maximum isometric pressure used during swallowing)，研究者先進行舌頭最大力量的測量，接著受試者需要吞嚥兩種不同質地的液體：稀薄液體(thin liquid)和蜂蜜狀的濃稠液體(thickened liquid, honey)各 30ml，並用平常的方式將液體吞下，同時使用 IOPI 測量個案的舌頭在吞嚥中的舌頭力量。結果發現，在吞嚥蜂蜜狀的濃稠液體的舌頭力量顯著高於稀薄液體，代表在吞嚥時，濃稠度愈高的食材，舌頭在口腔期後送過程中所需要花費的力量愈大。之後在 Youmans et al. (2009)的研究中，則招募 96 名受試者，受試者依年齡分為青年組(20~39 歲)、壯年組(40~59 歲)和老年組(60~79 歲)，各年齡層內包含 32 位受試者，男女皆個半，研究中讓受試者吞嚥不同容量及不同濃稠度的液體，包含稀薄液體(5ml, 10ml, 15ml)、花蜜狀液體(nectar-thick liquids, 5ml, 10ml)、蜂蜜狀液體(honey-thick liquids, 5ml, 10ml)，以及泥狀食物(puree, 5ml)。研究數據顯示，在吞嚥較濃稠的液體時，所需的舌頭的力量的確亦是較大的，此研究結果與 Youmans & Stierwalt (2006)有相同的發現：吞嚥的食物質地愈濃稠，舌頭所需的力量是愈高的。另外，Stierwalt & Youmans (2007)的研究也值得探討，該文獻探討正常人與吞嚥功能受損之個案的舌頭力量及耐力的差別，其研究的受試者分為控制組(無吞嚥障礙之正常人)及實驗組(吞嚥障礙個案)，控制組人數 200 位、實驗組人

數 50 位，控制組與實驗組的性別及年齡皆匹配。研究結果顯示，舌頭的壓力在控制組與實驗組間有顯著的差異，即吞嚥障礙個案的舌頭力量顯著低於正常控制組，舌頭力量大小的確影響吞嚥的能力。綜合上述的研究可知，以吞嚥障礙的個案來說，當個案的舌頭力量減弱，將會對個案在口腔期的食物後送造成影響。

國外已有許多研究探討舌頭的最大力量，亦有關於吞嚥時舌頭力量的數據文獻 (Youmans & Stierwalt, 2006; Youmans et al., 2009)，但 Vitorino (2010)及 Park(2015)的研究也發現，種族對於舌頭力量似乎是有影響的，不同種族的人的舌頭力量是有差異的。因此，雖然國外已有吞嚥時舌頭力量的數據，此數據及有可能也不適合臨床時使用在台灣的個案上，故本研究希望能透過此計劃，探討台灣的受試者在吞嚥時舌頭力量的本土性數據，讓國內語言治療師作為臨床上實用的參考，並依此數據來判斷個案的舌頭在吞嚥時的力量是否正常。

第三章 研究方法與步驟

第一節 研究對象

本研究以便利取樣(convenience sampling)進行收案，收案範圍為台灣各地，共招募正常受試者 57 名，年齡範圍自 20 歲至 79 歲，並依照年齡分為三組: 20 到 39 歲(20 名，10 男 10 女)、40 到 59 歲(20 名，10 男 10 女)、及 60 到 79 歲(20 名，7 男 10 女)。表一為受試者的人口學特性。受試者納入條件包含：(1) 年齡 20 歲以上；(2)無自陳之神經系統疾病，包含：中風、腦部損傷、帕金森氏症、失智症等；(3)無自陳之頭頸部腫瘤；(4)無自陳之吞嚥障礙病史；(5) 無明顯的認知或語言問題而影響其接受施測。

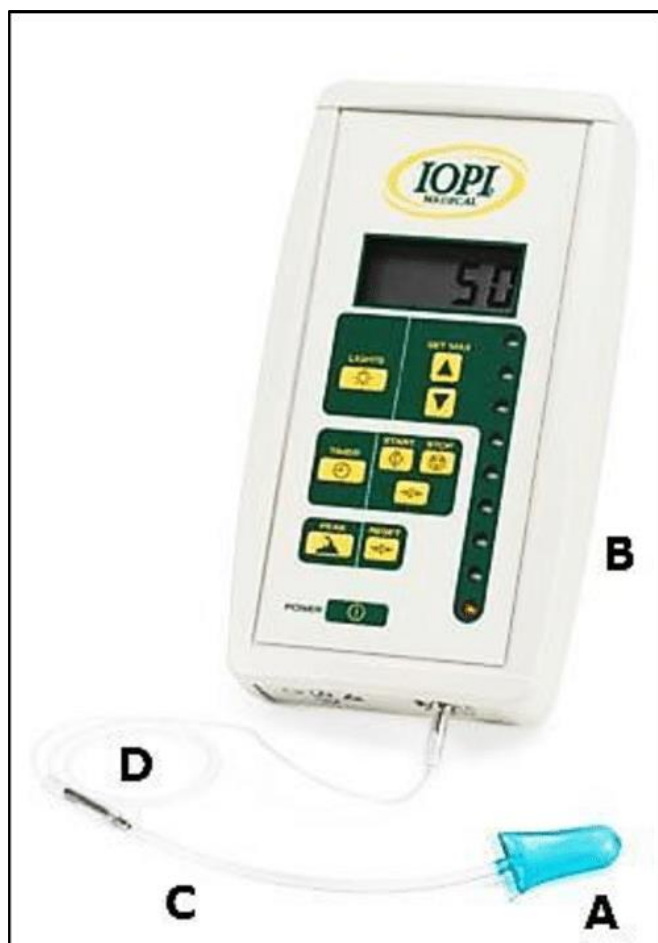
表一 受試者人口學資料

組別		受試者人數	平均年齡(標準差)
20-39 歲	男性	10	27.70(5.87)
	女性	10	30.33(8.14)
	總數	20	28.85(6.11)
40-59 歲	男性	10	49.70(5.66)
	女性	10	49.10(6.44)
	總數	20	49.40(5.91)
60-79 歲	男性	7	65.86(3.39)
	女性	10	65.90(4.77)
	總數	17	65.88(4.14)
不分年齡	男性	27	45.74(16.03)
	女性	30	48.33(15.98)
	總數	57	47.11(16.04)

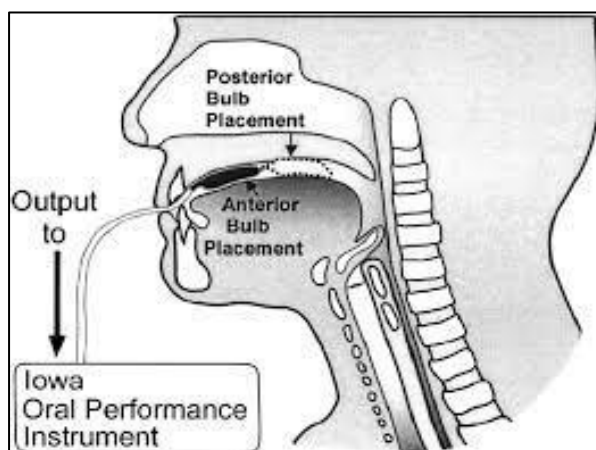
第二節 研究工具

1. IOPI

本研究使用 IOPI Model 2.3 (IOPI Medical LLC, Redmond, WA, USA)作為測量舌頭力量的儀器。IOPI 是可用來測量舌頭力量與耐力的儀器，如下圖一所示。IOPI 由電子測量儀(下圖一之 B)及舌壓球(下圖一之 A)組成，測量時受試者將舌壓球置於舌面中間，在單純測量舌頭力量時，請受試者將舌頭用力地把舌壓球往硬顎方向擠壓，此時測量到的是最大等長壓力(maximum isometric pressure, MIP)，視為舌頭最大力量，其數值將會顯示在電子測量儀的 LCD 螢幕上(單位為千帕 kPa)；在測量吞嚥舌頭力量時，請受試者將要吞嚥的食材置入口中但須含著不吞，接著將舌壓球放置在口中，並以平常的方式吞嚥即可，測量單位亦為千帕(kPa)。



圖一 IOPI (取自 Alsanei, 2015)



圖二 舌壓球放置圖 (取自 Robbins et al., 2007)

2.不同質地/濃稠度的液體：

本研究的目的是測量受試者在吞嚥不同質地及不同容量液體時的舌頭力量，在研究中使用符合國際吞嚥困難飲食標準 (The International Dysphagia Diet Standardisation Initiative, IDDSI) 等級 0、等級 1、等級 2 及等級 3 的液體各

5、10、15 毫升。IDDSI 的制定起源，主要是由於臨床語言治療師常使用增稠劑調配成不同濃稠度的食物進行吞嚥評估及訓練，然而食物質地的測量需要透過物理特性和幾何形狀特性才有辦法進行界定，且世界各國的臨床人員對其標準可能存在著不一致性，因此各國的學者便著手擬訂一套共同標準，期望讓臨床人員有相同的標準能夠參照，此為 IDDSI 的由來。本研究將使用等級 0 (thin, 稀薄)、等級 1 (slightly thick, 輕微稠)、等級 2 (mildly thick, 稍微稠)、等級 3 (moderately thick, 中稠度) 的液體，研究者將會使用固定的水(礦泉水)和增稠劑(雀巢-立攝食快凝寶)的比例進行調配，確認符合 IDDSI 的等級條件後，每次皆使用此固定比例進行配置(經測試後，等級 1 為 100 毫升的水配 0.4 克增稠劑、等級 2 為 100 毫升的水配 1.2 克增稠劑、等級 3 為 100 毫升的水配 2.4 克增稠劑)。

第三節 研究流程

受試者以個別施測方式進行舌頭力量的測試，施測地點為安靜且明亮的室內以隔絕干擾源，以利受試者接受測試時之順暢度與實驗結果之數據的精確性。

在施測流程部分，正式施測之前，施測者將先與受試者說明本研究之目的，並請受試者填寫經由人體試驗委員會(IRB)審核通過之同意書及受試者基本資料調查表後，才開始進行施測。首先，研究者將先說明 IOPI 舌壓球放置於口腔中的位置，置於舌面(tongue blade)中間，硬顎下方，在上齒槽後方的位置，研究者將以自身為示範，並給予受試者圖二做為視覺輔助。在受試者將舌壓球放置好之後，研究者將先確認放置氣壓球位置的正確性，並使用醫療用的膠帶在舌壓球與電子測量儀之間的連接管(圖一中的 c)做記號，記號將標記在雙唇閉合在連接管的部分，藉由此記號，研究者可確保受試者在每次的測量過程中，舌壓球放置在該位受試者口腔中的位置皆一致。接著，先測量舌頭最大力量(MIP)，請受試者盡自己最大的力氣用舌頭將舌壓球往上顎的方向擠壓，指導語為：「等一下請你先將舌壓球放在口腔內的目標位置，當我說『開始』的時候，請你用盡最大的力量將舌壓球往上推擠，並維持 3 秒鐘。」研究者在測量過程中，在旁提供「用力擠」、「再用力」等口頭增強。先讓受試者試著操作擠壓舌壓球並無誤後再開始測量並記錄 LCD 螢幕上的數值，重複測量三次，每次間隔三十秒，取最大的數值作為該受試者的 MIP。接著測量吞嚥時的舌頭平均力量(mean tongue pressure during swallowing, MSP)，指導語為：「等一下我會給你一些液體，請你將液體放置在口腔中，但請先含著不要吞下去，接著請將舌壓球放置在口腔內的目標位置，然後請你按照平常的方式將液體吞下去即可。也就是說，您不需要特別用力地作吞嚥的動作，只要按照您平常吞嚥的方式即可。」一樣讓受試者先練習，當受試者了解並掌握此部分的測量方式後，便開始正式測量，給予液體的順序為：5 毫升的等級 0、10 毫升的等級 0、15 毫升的等級 0、5 毫升的等級 1、10 毫升的等級 1、15 毫升的等級 1、5 毫升的等級

2、10 毫升的等級 2、15 毫升的等級 2、5 毫升的等級 3、10 毫升的等級 3、15 毫升的等級 3。

第四節 資料分析及統計方法

本研究使用 IBM SPSS 22.0 進行統計資料處理，針對研究結果進行描述性統計及推論性統計。

在描述性統計部分，統整受試者的基本資料與舌頭最大力量和吞嚥時的舌頭平均力量。

在推論性統計部分，所有考驗均採雙尾檢定，以 0.05 作為顯著水準的研判依據。將使用二因子變異數分析(two-way analysis of variance, two-way ANOVA)檢定性別和年齡對舌頭最大力量的影響。在吞嚥時舌頭平均力量以及吞嚥時舌頭最大力量的使用率(percentage of maximum tongue pressure used during swallowing)上，用單因子相依變異數分析(repeated measures multivariate analysis of variance, RM-MANOVA)來檢定其獨立變項和依變項間(吞嚥時舌頭平均力量、吞嚥時舌頭最大力量的使用率)是否有相關性，其中獨立變項可分為組內與組間，組內獨立變項為液體類型，組間獨立變項則為性別與年齡。如數據顯示有顯著差異，則會使用杜凱確實差異檢定(Tukey HSD procedure)作為事後比較檢定的方法。

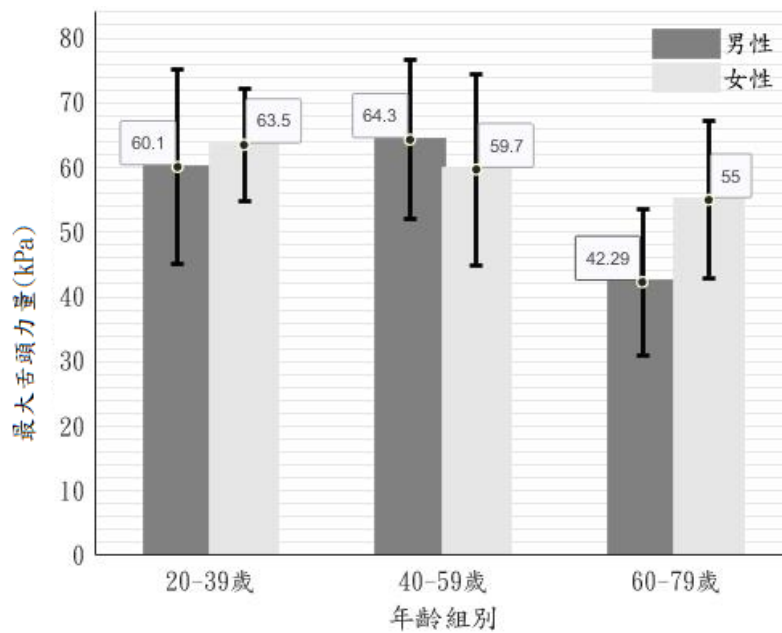
第四章 結果與討論

第一節 性別和年齡對舌頭最大力量(MIP)的影響

在 MIP 部分，20 到 39 歲組的男性為 60.1 kPa、女性為 63.5 kPa；40 到 59 歲組的男性為 64.30 kPa、女性為 59.70 kPa；60 到 79 歲組的男性為 42.29 kPa、女性為 55.00 kPa，詳見表一。在二因子變異數分析的結果部分，年齡具有主要效應 ($F_{2,51} = 6.438, p = .003$)，事後比較顯示年 20-39 歲組的 MIP 顯著高於 60-79 歲組($p = .015$)，及 40-59 歲組的 MIP 亦顯著高於 60-79 歲組($p = .013$)。但在性別部份，全體男性的 MIP 為 55.56kPa，全體女性為 59.40 kPa，不具有主要效應 ($F_{1,51} = 1.295, p = .260$)，年齡和性別之間的交互作用未達顯著 ($F_{2,51} = 2.125, p = .130$)。本研究在 MIP 部份的發現，年齡部份與 Youmans et al. (2006) 及 Youmans et al. (2009)的研究有相似的發現，即 MIP 會受到年齡的影響，但是在性別部份則和該二研究有不同的發現，在該二研究中的受試者，男性的 MIP 顯著高於女性，但本研究的男性 MIP 與女性無顯著差異。整體研究數據與 Park(2015)的研究指出東亞人士的數據應低於歐美人士相同，即略低於國外如 Youmans et al. (2009)的研究數據，根據此結果，最大舌頭力量在臨床上應視人種而定，因此整體研究數據提供國內更有參考價值的數據供臨床參考。

表二 不同性別與年齡組別的最大舌頭力量平均數

組別	個案數	舌頭最大力量平均數 (kPa)	標準差
20 到 39 歲組男性	10	60.10	15.00
20 到 39 歲組女性	10	63.50	8.76
40 到 59 歲組男性	10	64.30	12.27
40 到 59 歲組女性	10	59.70	14.76
60 到 79 歲組男性	10	42.29	11.28
60 到 79 歲組女性	7	55.00	12.15



圖三 不同性別與年齡組別的平均最大舌頭力量

第二節 液體類型、性別和年齡對吞嚥時舌頭平均力量(MSP)和吞嚥時舌頭最大力量使用率(PMPS)的影響

在 MSP 部分，不同年齡組別和液體類型的吞嚥時舌頭平均力量和吞嚥時舌頭最大力量使用率之數據詳見表三。在二因子相依變異數分析的結果部分，組內獨立變項之每口量具有主要效應($F_{1,56}=7.425$, $p=.009$)。事後比較顯示 15 毫升之每口量的 MSP 顯著高於 10 毫升($p=.009$)，及 15 毫升之每口量的 MSP 亦顯著高於 5 毫升($p=.027$)。但在濃稠度不具有主要效應($F_{1,56}=1.653$, $p=.287$)。每口量和濃稠度之間的交互作用未達顯著 ($F_{1,56}=2.457$, $p=.417$)。在組間獨立變項之年齡和每口量之間的交互作用未達顯著 ($F_{2,54}=1.770$, $p=.229$)，和濃稠度之間的交互作用亦未達顯著 ($F_{2,54}=0.866$, $p=.436$)，在年齡、每口量和濃稠度之間的交互作用亦未達顯著 ($F_{2,54}=0.554$, $p=.914$)。在

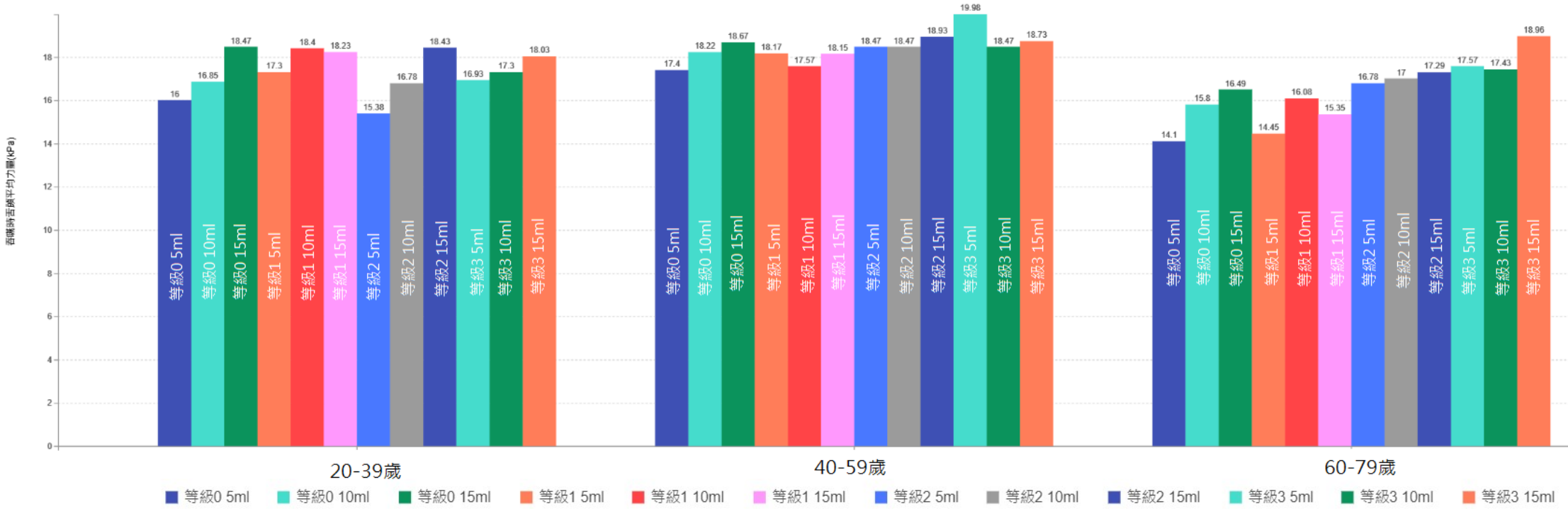
組間獨立變項之性別和每口量之間的交互作用未達顯著 ($F_{1,55}=0.995$, $p = .455$), 和濃稠度之間的交互作用亦未達顯著 ($F_{1,55}=0.991$, $p = .457$) 在性別、每口量和濃稠度之間的交互作用亦未達顯著 ($F_{1,55}=1.038$, $p = .472$)。本研究在 MSP 部份的發現, 年齡部份與 Youmans et al. (2009) 的研究有相似的發現, 即 MSP 在年齡層的差異並無先顯著的不同, 但是在性別部份則和該研究有不同的發現, 在該研究中的受試者, 女性的 MSP 高於男性, 但本研究的男性 MSP 與女性無顯著差異。

表三 不同年齡組別和液體類型的吞嚥時舌頭平均力量和吞嚥時舌頭最大力量使用率

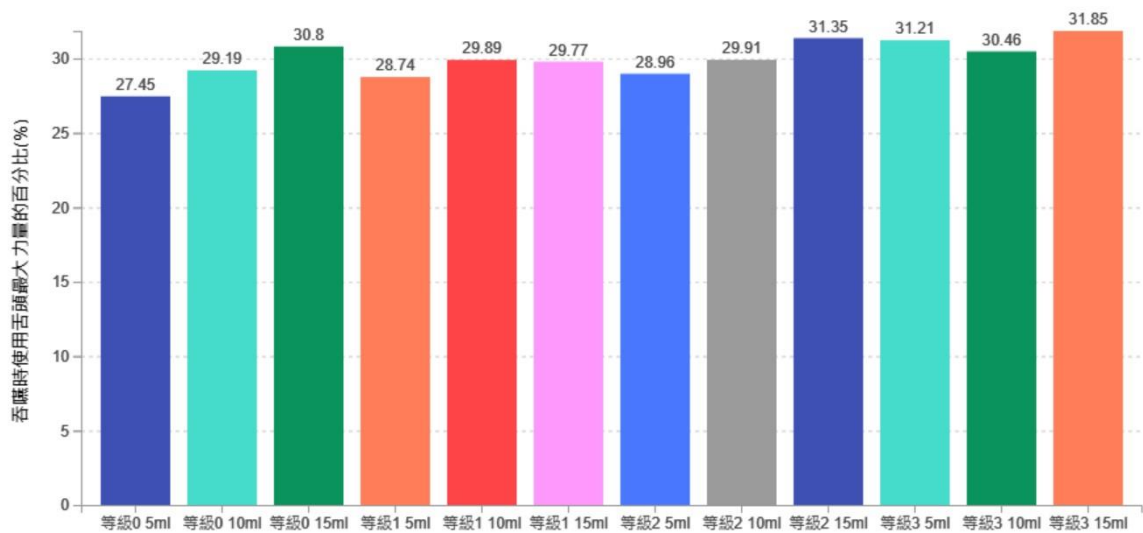
組別	個案數	液體類型	吞嚥時舌頭平均力量 (kPa)	吞嚥時舌頭最大力量 使用率(%)
20 到 39 歲組	20	等級 0 5ml	16.00	25.89
		等級 0 10ml	16.85	27.27
		等級 0 15ml	18.47	29.89
		等級 1 5ml	17.30	27.99
		等級 1 10ml	18.40	29.77
		等級 1 15ml	18.23	29.50
		等級 2 5ml	15.38	24.89
		等級 2 10ml	16.78	27.15
		等級 2 15ml	18.43	29.97
		等級 3 5ml	16.93	27.39
		等級 3 10ml	17.30	27.99
		等級 3 15ml	18.03	29.17
40 到 59 歲組	20	等級 0 5ml	17.40	28.06
		等級 0 10ml	18.22	29.39
		等級 0 15ml	18.67	30.11
		等級 1 5ml	18.17	29.31
		等級 1 10ml	17.57	28.34
		等級 1 15ml	18.15	29.27
		等級 2 5ml	18.47	29.79
		等級 2 10ml	18.47	29.79
		等級 2 15ml	18.93	30.53
		等級 3 5ml	19.98	32.23
		等級 3 10ml	18.47	29.79
		等級 3 15ml	18.73	30.21
60 到 79 歲組	17	等級 0 5ml	14.10	28.34
		等級 0 10ml	15.80	31.75
		等級 0 15ml	16.49	33.14
		等級 1 5ml	14.45	29.04
		等級 1 10ml	16.08	32.32
		等級 1 15ml	15.35	30.85
		等級 2 5ml	16.78	33.72
		等級 2 10ml	17.00	34.16

等級 2 15ml	17.29	34.75
等級 3 5ml	17.57	35.31
等級 3 10ml	17.43	35.03
等級 3 15ml	18.96	38.10

圖四 不同年齡組別在不同液體類型的吞嚥時平均舌頭力量



圖五 不同液體類型的吞嚥時舌頭最大力量使用率



第五章 結論與建議

第一節 結論

以下根據本研究之研究目的，分析研究結果並提出研究結論：

1. 年齡是否影響健康成人吞嚥時的舌頭力量？

在最大舌頭力量部分，60 到 79 歲組的數值雖顯著高於 20 到 39 歲組和 40 到 59 歲組，但在吞嚥時的平均舌頭力量部分卻未達顯著差異。

2. 性別是否影響健康成人吞嚥時的舌頭力量？

在最大舌頭力量部分，性別未達顯著差異，在吞嚥時的平均舌頭力量部分亦未達顯著差異。

第二節 研究限制

研究工具為之一，不同質地/濃稠度的液體是使用固定的水(礦泉水)和增稠劑(雀巢-立攝食快凝寶)的比例來進行調配，為無色無味的液體，多位受試者反應吞嚥增稠水時感覺與真實食物有差異，因沒有味道導致吞嚥時自覺不夠自然。且本研究所使用的質地差異性可能較不顯著，因此可能影響受試者在吞嚥時的舌頭力量並不受食物質地影響。未來研究建議可以採用 IDDSI 其他食物質地進行更進一步的探討。

第六章 參考文獻

張家臻, 陳惠櫻, 李蕙蓉, 林宗豪, 謝佩君, 張雁雲, & 邱麗玲. (2018). 國際吞嚥困難飲食標準中文繁體版本. 亞東學報, (38), 1-18.

Adams, V., Mathisen, B., Baines, S., Lazarus, C., & Callister, R. (2013). A systematic

review and meta-analysis of measurements of tongue and hand strength and endurance using the Iowa Oral Performance Instrument (IOPI). *Dysphagia*, 28(3), 350-369.

Alsanei, W. A. S. (2015). *Tongue Pressure-A Key Limiting Aspect in Bolus Swallowing* (Doctoral dissertation, University of Leeds).

Crow, H. C., & Ship, J. A. (1996). Tongue strength and endurance in different aged individuals. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 51(5), M247-M250.

Logemann, J. A. (1998). *Evaluation and Treatment of Swallowing Disorders (2nd ed.)*. Austin, TX: Pro-Ed.

Park, J. S., You, S. J., Kim, J. Y., Yeo, S. G., & Lee, J. H. (2015). Differences in orofacial muscle strength according to age and sex in East Asian healthy adults. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 94(9), 677-686.

Robinovitch, S. N., Hershler, C., & Romilly, D. P. (1991). A tongue force measurement system for the assessment of oral-phase swallowing disorders. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 72(1), 38-42.

Robbins, J., Kays, S. A., Gangnon, R. E., Hind, J. A., Hewitt, A. L., Gentry, L. R., & Taylor, A. J. (2007). The effects of lingual exercise in stroke patients with dysphagia. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 88(2), 150-158.

Stierwalt, J. A., & Youmans, S. R. (2007). Tongue measures in individuals with normal and impaired swallowing. *American journal of speech-language pathology*, 16(2), 148-156.

Vanderwegen, J., Guns, C., Van Nuffelen, G., Elen, R., & De Bodt, M. (2013). The influence of age, sex, bulb position, visual feedback, and the order of testing on maximum anterior and posterior tongue strength and endurance in healthy Belgian adults. *Dysphagia*, 28(2), 159-166.

Vitorino, J. (2010). Effect of age on tongue strength and endurance scores of healthy Portuguese speakers. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 12(3), 237-243.

Youmans, S. R., Youmans, G. L., & Stierwalt, J. A. (2009). Differences in tongue strength across age and gender: is there a diminished strength reserve?. *Dysphagia*, 24(1), 57-65.