

學齡前兒童之口腔輪替運動速率表現

曾思綸¹、鄭靜宜²

¹麻豆新樓醫院復健科

²國立高雄師範大學特殊教育學系

摘要

本研究旨在探究學齡前兒童口腔輪替運動的表現，建立學齡前兒童口腔輪替運動速率的常模，比較年齡及不同施測材料對口腔輪替運動速率的影響。施測對象為90位台南及高雄地區學齡前兒童，分成四歲組、五歲組及六歲組，每組30人，男女各半，施測材料包含單音節、雙音節和三音節的音節序列，採用聲學分析軟體進行語言樣本分析。結果發現口腔輪替運動速率，大致上隨著年齡成長而增快的趨勢，四歲組之口腔輪替運動速率顯著慢於五歲組，但五歲組及六歲組之間沒有顯著差異。此外，還發現學齡前兒童的口腔輪替運動速率顯著地受到不同施測材料之音節數、音素構音位置、音節結構及是否具語意等因素的影響。

關鍵字：學齡前兒童、口腔輪替運動速率、聲學分析

* 通訊作者：曾思綸

通訊地址：72152 台南市麻豆區埤頭里苓子林20號

電子郵件：atompv@yahoo.com.tw

投稿日期：2018.01.13

接受日期：2018.02.28

前言

口腔輪替運動速率 (oral diadochokinetic rate, oral DDK) 又可稱為最高重複速率 (maximum repetition rate, MRR) 是臨床上常用來評估運動性言語障礙患者的評估用具 (Duffy, 2012; Fletcher, 1972)。過去研究指出吮吃、言語失用症、構音／音韻異常、腦性麻痺等言語異常者，甚至語言方面的閱讀障礙 (dyslexia) 者在口腔輪替運動速率的表現都明顯差於正常發展者，欲瞭解正常與異常的口腔輪替運動速率差異，首先需要有一套參照基準，但目前大部分國內外的研究仍以成人居多，針對學齡前兒童建立的常模甚少，而國內也僅有少數的兩篇是以兒童作為研究對象 (楊淑蘭, 2004; 賴佩汝, 2013)，臨床上仍缺乏足夠的參照資料以提供實務工作者作為診斷，因此有必要建立一套學齡前兒童的口腔輪替運動速率常模，以利於臨床上診斷正常和病理性異常之間的差異。

一、口腔輪替運動速率的定義

輪替速率 (diadochokinetic rate, DDK) 可作為生理行為相對運動的技巧，更明確來說，它表示肌肉從抑制到被激發的速度變化 (Lass & Sandusky, 1971)，器官之間的肌肉協調必須保持精細準確的平衡，才能達到輪替運動中所需的動作協調及整合，因此建立口腔輪替運動速率常模，可得知在複雜的運動過程中，正常和病理性異常之間的差異，有助於提供臨床上言語障礙的診斷。口腔輪替運動作業是一項非侵入性且最接近言語的非言語性評估，加上簡單施測，所以是臨床語言治療師對運動性言語障礙評估的例行性程序之一 (鄭靜宜, 2013; Canning & Rose, 1974; Fletcher, 1972; Ziegler, 2002)。

口腔輪替運動作業是評估說話過程中，舌頭靈活度以及言語清晰度的重要指標。分成 (一) 重複兩個音節以上的序列式運動速率 (sequential motion rates, SMR)，評估個體執行從一個構音位置移動至另一個位置的協調能力及準確度；(二) 交替式運動速率 (alternating motion rates, AMR) 評估快速發出重複的音節時，構音器官 (唇、下顎及舌頭) 的動作協調性及規律性，呼吸及發聲系統是否有足夠的力量支持構音的準確度、顎咽關閉的能力以及呼吸的協調性 (黃昭鳴、杜曉新、萬萍、陳茜, 2005; Duffy, 2012; Williams & Stackhouse, 2000; Yaruss & Logan, 2002)。此外，兒童會隨著生理年齡增加而增加，因而常被視為逐漸成熟的指標 (Henry, 1990; Williams & Stackhouse, 2000)。

二、口腔輪替運動速率之臨床意義

在運動性言語異常方面，過去研究指出運動性言語異常者在口腔輪替運動的作業中，通常表現得較延遲、構音不正確或不一致情形 (R. D. Kent, Kent, & Rosenbek, 1987; Ziegler, 2002)，Ziegler探討運動性言語異常的患者在唸讀句子及口腔輪替運動作業的研究，發現除了帕金森氏症以外，其餘類型的運動神經異常者，包括：言語失用症、運動失調型吮吃、腦中風、腦傷者，不論在口腔輪替運動速率或唸讀句子的表現上都明顯較差，且口腔輪替運動作業與運動性言語異常的嚴重程度呈現高度相關。Ziegler指出上述類型的運動性言語異常者中，言語失用症者及運動失調型吮吃者的口腔輪替運動呈現兩種極端現象，言語失用症在交

替性運動速率及唸讀句子表現相當，但在音節排序的序列性輪替速率表現最差；而病灶位於小腦的運動失調型吶吃者（ataxia dysarthria）音節排序的輪替速率相對較不受到影響，但在交替性運動速率的節律性最差，由於小腦在執行相同的重複動作時，扮演時間控制及協調上的關鍵角色（Ivry & Keele; 1989），導致病灶位於小腦的運動失調型患者在交替性輪替運動的表現較差。此外，Duffy（2012）也提到序列性口腔輪替運動，是用來測量從一個構音位置移動至另一個構音位置的變化，相較於交替性運動速率重複相同音節的口腔運動更需要高度的口語動作計畫及程序化，因此他們建議將序列性運動速率的能力作為評斷言語失用症指標，不正常的交替性運動速率及協調性可作為診斷吶吃的重要指標。此外，紀靜麗、李欣、侯梅、李淑秋與喬衛衛（2015）研究也發現，除了痙攣型以外的腦性麻痺兒童，其餘類型的腦性麻痺兒童在口腔輪替運動速率的表現較正常發展兒童為差。

在語暢異常研究方面，Malek、Amiri、Hekmati、Pirzadeh與Gholizadeh（2013）研究發現6至11歲口吃兒童相較於同齡典型發展兒童而言，若指定重複相同次數的口腔輪替運動所需的時間明顯較長，是因為口吃兒童言語產出運動的動作控制的能力較差所影響，但是Wolk、Edwards與Conture（1993）卻認為口吃者在處理言語的序列性計畫程序上沒有問題，他將21位4至6歲口吃兒童的口腔輪替運動速率對照過去相關研究之常模參照數據，發現口吃兒童的表現與同齡兒童相當。口吃者在口腔輪替運動的表現是否異於正常發展兒童，目前尚未有一致定論，但Yaruss與Logan（2002）的研究中，發現學齡前兒童在快速重複說出十次序列音節的口腔輪替運動作業中，平均僅出現0.32個語音不流暢情形，由此得知年幼兒童執行口腔輪替運動時，出現語音不流暢並不常見。

在構音／音韻異常方面，Henry（1990）比較60位正常發展及30位嚴重構音異常的三至五歲兒童，比較兩組兒童在口腔輪替運動速率、非語言的節奏性技巧和聽覺序列記憶之表現。分析結果發現此三項任務中，構音異常組的表現均顯著低於正常發展兒童，尤其是多音節的序列性輪替速率更加明顯，他們推論可能與序列性的口腔輪替運動涉及動作序列計畫及時間調控的節律性有關。國內楊淑蘭（2004）的研究也發現76位3歲半至6歲半的構音／音韻異常兒童在雙唇、舌頭及軟硬顎的動作靈活度較不佳，且口腔輪替運動速率的表現明顯差於正常發展兒童。

口腔輪替運動作業習慣被用來評估運動性言語障礙，但在語言方面的閱讀障礙（dyslexia），Wolff、Cohen與Drake（1984）發現閱讀障礙者，在口腔輪替運動速率的表現與正常青少年有顯著差異，閱讀障礙者在執行序列性的輪替運動比交替性輪替運動更加困難。Fawcett與Nicolson（2002）比較13至16歲正常發展青少年與閱讀障礙者在口腔輪替運動的表現，結果顯示閱讀障礙組不論是重複單音或三音節的平均口腔輪替運動速率均低於正常發展組。

過去研究奠定口腔輪替運動作業在臨床上作為診斷工具的重要性，Ziegler（2002）鼓勵臨床語言治療師使用最大重複音節任務當作言語異常的診斷工具，然而大部分研究仍以學齡

期兒童及成人為主，仍缺乏足夠的學齡前兒童常模參照，可能是因為年幼的兒童不易進行施測，因此僅有少數的相關文獻。因此，有待致力於建立國內的學齡前兒童口腔輪替運動速率常模，以及探究口腔輪替運動作業的其他層面，以提供臨床參照使用。

基於以上動機，本研究的目的如下：（一）比較不同年齡組兒童執行口腔輪替運動速率是否不同。（二）探討不同年齡組兒童以不同施測材料執行口腔輪替運動速率的情形。

壹、研究方法

一、研究參與者

本研究採立意取樣（purposive sampling）進行收案，由研究者的親友轉介熟識的幼兒園，取樣自台南市四所及高雄市一所幼兒園，共五所幼兒園，研究參與者條件必須符合：

（一）認知能力正常，能配合聽指令。（二）身心健康之個體，無已知聽力受損、語言或言語異常、特殊身心障礙疾病者，並且排除運動神經疾病者的正常說話兒童。（三）為了避免年齡範圍過廣，研究參與者年齡須符合該年齡組別相差正負兩個月內，分別為四歲組、五歲組及六歲組，共三個年齡組別。設定四歲組的年齡範圍介於3歲10個月至4歲2個月之間；五歲組介於4歲10個月至5歲2個月之間；六歲組介於5歲10個月至6歲2個月之間。（四）家長同意並簽立施測同意書。本研究取樣人數為97人，刪除3位不願意配合施測及4位無法正確執行兒童，最後實際人數為90人，依照年齡分成四歲組、五歲組及六歲組，每組30人，男女各半。四歲組之平均年齡為3.98歲，年齡範圍介於3.83至4.17歲之間，標準差為0.11；五歲組之平均年齡為4.99歲，介於4.83至5.17歲之間，標準差為0.09；六歲組之平均年齡為5.98歲，年齡介於5.83至6.17歲之間，標準差為0.12。

二、施測材料

共11組口腔輪替運動速率施測材料，依據不同施測材料的特性，可分為（一）不同音節數：分為1. 單音節，例如：/pa/、/ta/、/ka/。2. 雙音節，例如：/pa-ta/。3. 三音節，例如：/pa-ta-ka/。（二）音節結構：分成1. 純母音結構（vowel，簡稱V），例如：/a/、/i-u-a/。2. 子音—母音結構（consonant-vowel, CV），例如：/pa/、/ta/、/ka/。（三）是否具語意：分為1. 具語意內容的實詞（real-words），例如：「怕他看」、「吳阿姨」、「打頭殼」。2. 不具語意內容的非詞（non-words），例如：/pa-ta-ka/），如表1所示。

三、施測程序

（一）研究設備與工具

本研究使用的錄音設備為Sony多功能數位錄音筆，型號ICD-SX1000，連接Audio-Technica AT9944槍型麥克風，語音取樣速率為44.1 kHz進行語音樣本蒐集。另外，為了提升學齡前兒童施測過程的動機及注意力，將所有的施測材料預先錄製好並建立成一套Flash動畫施測介面（取自鄭靜宜，2018），介面提供注音符號的視覺提示，並結合施測介面中的故事情境搭配投錢幣的互動遊戲，以維持兒童對施測活動的興趣。

表1
口腔輪替運動之施測材料

音節數	音節結構	
	V	CV
單音節	/a/	/pa/、/ta/、/ka/
雙音節	—	/pa-ta/
三音節		
非詞	/i-u-a/	/pi-tu-ka/、/pa-ta-ka/
實詞	「吳阿姨」	華語「怕他看」、台語「打頭殼」

註：V為純母音結構（vowel）；CV為子音—母音結構（consonant-vowel）。

（二）測量方式

本研究同時採用兩種測量方式施測口腔輪替運動速率，由於單音節施測材料若以定次計時（time by count）的方式測量，說出的總時間可能會過短，容易造成施測者反應不及，不利於計算。因此本研究選用定時計次（count by time）測量單音節，使用定次計時（time by count）測量雙音節及三音節。單音節施測材料需至少持續五秒鐘以上，而在雙音節及三音節施測材料需至少重複12次以上。

（三）施測流程

在幼稚園安靜教室內進行，若遇到鐘聲或廣播則暫停，由研究者進行一對一施測，每名受測者施測時間約20至35分鐘。

一開始先與受試者建立關係，詢問受測者姓名、年齡、班級及家中慣用語……等基本資料，再由研究者以固定的指導語說明施測方式，接著透過電腦已建立的Flash動畫施測介面播放預先錄製的施測材料，然後再要求受測者重複說出指定的目標音節。當受試者完成一項施測材料後即可投一次錢幣以示增強。若受試者無法聽清楚電腦播放的刺激音，主試者會再進行口語示範，每組目標音節或音節序列可以至少練習一至三次後才開始正式錄音施測。施測材料依固定順序進行測量：/pa/、/ta/、/ka/、/a/、/pa-ta/、/pa-ta-ka/、/pi-tu-ka/、/i-u-a/、「怕他看」、「打頭殼」、「吳阿姨」。施測過程中主試者會以非言語的方式鼓勵受試者的表現，如：點頭、跑步的手勢……等，提升受試者參與的動機。

四、資料分析

採用Praat（5.4.02版本）聲學分析軟體進行語音分析，以寬頻聲譜圖（wide-band spectrum）視覺呈現分析，由於Cohen、Waters與Hewlett（1998）表示為了能更加精確計算，建議將首次及末次目標音節／音節序列刪除，因此在單音節的部分，計算第二次以後的連續十次目標音節；而雙音節及三音節部分，刪除第1次及第12次的表現，擷取中間第2次至第11次較穩定發出的音節序列，分析連續十次的目標音節序列所需的時間，計算單位採用音節／秒。

五、信度考驗

採用重測信度及評分者內信度進行信度考驗。求得重測信度的方式為隨機選取9位受試者進行第二次施測，檢驗每一項施測項目在兩個時間點測得速率之間皮爾森相關係數為 $r = 0.77$ ($p < 0.001$)，呈高度正相關，代表本研究具有良好的重測信度。評分者內信度則由一位分析人員（研究者本人）使用Praat（5.4.02版本）聲學分析重複測量隨機選取10%的9位受試兒童，針對同一位受試兒童重複兩次語音分析，結果測得兩次數據之皮爾森相關係數為 $r = 0.98$ ($p < 0.001$)，呈現高度正相關，證實本研究具有良好的評分者內信度。

貳、研究結果

一、學齡前兒童之口腔輪替運動表現

以描述性統計說明三組兒童執行11個施測材料的口腔輪替運動速率，表2可見三組兒童在所有施測材料中口腔輪替運動速率之平均數及標準差，若以施測材料來看，三組兒童表現最快的施測材料不盡相同，四歲組及五歲組兒童在/pa/的口腔輪替運動速率最快，平均速率分別為3.67音節／秒、4.05音節／秒，而六歲組則在施測材料/ta/表現得最快，平均速率為4.37音節／秒。而三組兒童在表現最慢的施測材料卻全然不同，四歲組在/i-u-a/表現的最慢，平均速率為2.72音節／秒，五歲組在/a/表現的最慢，平均速率為3.00音節／秒，六歲組則在台語「打頭殼」的表現上最慢，平均速率為2.95音節／秒。整體看來，所有受試者在口腔輪替運動速率中，單音節/pa/表現得最快，平均速率為4.01音節／秒，而三音節的台語「打頭殼」表現的最慢，平均速率為2.94音節／秒。若以年齡組別來看，四歲組兒童執行口腔輪替運動的平均速率為3.10音節／秒，標準差為0.38音節／秒；五歲組的平均速率為3.41音節／秒，標準差為0.31音節／秒；而六歲組的平均速率為3.61音節／秒，標準差為0.35音節／秒。

根據及圖1資料中，得知六歲組之口腔輪替運動速率表現最快，五歲組次之，而四歲組最慢。另外，在標準差方面，四歲組的標準差大於五歲組及六歲組，表示四歲組兒童在口腔輪替運動速率的表現上，組內差異情形較大。而五歲組和六歲組的標準差較小，顯示在口腔輪替運動的表現上，組內差異情形較小。整體看來，口腔輪替運動速率有隨著年齡增長而逐漸增快的趨勢，而組內的變異性並未隨著年齡增加有相應的變化。

以年齡組為自變項，以口腔輪替運動速率為依變項，進行獨立樣本單因子變異數分析， $F(2,87) = 16.40$ ， $p < 0.001$ ，結果顯示三個年齡組之間呈顯著差異，採用Bonferroni法進行事後比較，發現四歲組的口腔輪替運動速率顯著慢於五歲組 ($p = 0.002$)，四歲組也顯著慢於六歲組 ($p < 0.001$)，而五歲組和六歲組之間未達顯著差異 ($p = 0.09$)。整體看來，四歲組明顯慢於五歲組及六歲組，而五歲組略慢六歲組，但兩者之間並無顯著差異。

表2
三組兒童在不同施測材料下之口腔輪替運動速率

施測材料	四歲組 (n = 30)			五歲組 (n = 30)			六歲組 (n = 30)			所有受試者 (n = 90)		
	Mean (SD)	Range		Mean (SD)	Range		Mean (SD)	Range		Mean (SD)	Range	
/pa/	3.67 (0.61)	2.12 ~ 4.76		4.05 (0.72)	2.22 ~ 5.08		4.33 (0.73)	2.85 ~ 5.56		4.01 (0.73)	2.12 ~ 5.56	
/ta/	3.54 (0.76)	2.22 ~ 5.21		4.01 (0.52)	2.99 ~ 4.68		4.37 (0.62)	3.31 ~ 5.66		3.97 (0.72)	2.22 ~ 5.66	
/ka/	3.41 (0.51)	2.49 ~ 4.42		3.74 (0.59)	2.36 ~ 4.66		4.02 (0.52)	2.40 ~ 4.94		3.72 (0.59)	2.36 ~ 4.94	
/a/	3.19 (0.54)	2.16 ~ 4.46		3.00 (0.60)	1.81 ~ 4.02		3.74 (0.48)	2.47 ~ 4.64		3.31 (0.62)	1.81 ~ 4.64	
/pa-ta/	3.19 (0.54)	2.16 ~ 4.46		3.63 (0.53)	1.89 ~ 4.75		3.74 (0.48)	2.47 ~ 4.64		3.52 (0.56)	1.89 ~ 4.75	
/pa-ta-ka/	3.00 (0.50)	1.84 ~ 4.13		3.23 (0.50)	2.08 ~ 4.24		3.33 (0.38)	2.36 ~ 4.12		3.19 (0.48)	1.84 ~ 4.24	
/pi-tu-ka/	2.76 (0.50)	1.84 ~ 3.71		3.29 (0.43)	2.56 ~ 4.23		3.22 (0.50)	1.79 ~ 4.30		3.09 (0.53)	1.79 ~ 4.30	
/i-u-a/	2.72 (0.43)	1.80 ~ 3.78		3.10 (0.39)	2.53 ~ 4.13		3.31 (0.52)	2.26 ~ 4.33		3.04 (0.51)	1.80 ~ 4.33	
怕他看 (華語)	2.87 (0.42)	1.94 ~ 3.66		3.07 (0.45)	1.92 ~ 3.88		3.31 (0.48)	2.37 ~ 4.25		3.08 (0.48)	1.92 ~ 4.25	
打頭殼 (台語)	2.83 (0.45)	1.88 ~ 3.77		3.04 (0.61)	1.74 ~ 4.06		2.95 (0.60)	1.71 ~ 3.91		2.94 (0.56)	1.71 ~ 4.06	
吳阿姨 (華語)	2.92 (0.37)	2.09 ~ 3.71		3.39 (0.39)	2.57 ~ 4.25		3.41 (0.37)	2.73 ~ 4.19		3.24 (0.44)	2.09 ~ 4.25	
整體	3.10 (0.38)	2.17 ~ 3.92		3.41 (0.31)	2.89 ~ 3.98		3.61 (0.35)	2.63 ~ 4.29		3.37 (0.40)	2.17 ~ 4.29	

註：單位 (音節/秒)。

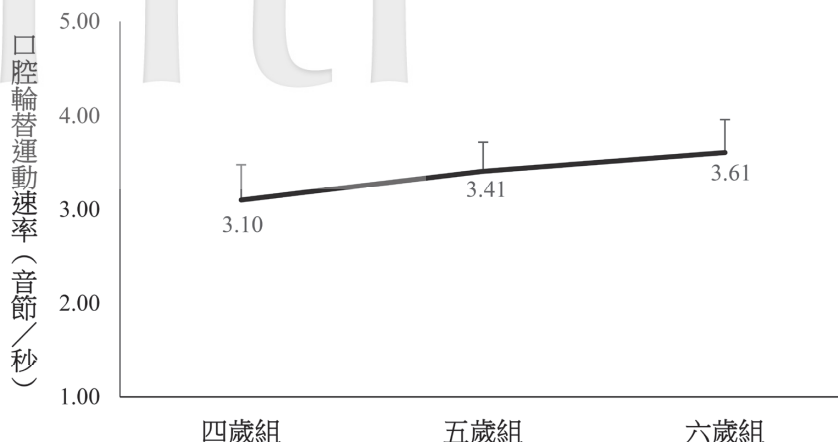


圖1 學齡前兒童之平均口腔輪替運動速率

二、不同施測材料對口腔輪替運動速率之影響

(一) 不同音節數

以施測材料的音節數作為組內自變項 (/pa/、/pa-ta/、/pa-ta-ka/)，以年齡組 (四歲組、五歲組、六歲組) 為組間自變項，以口腔輪替運動速率作為依變項，進行 3×3 之混合設計二因子變異數分析，結果顯示年齡組和施測材料音節數之交作用未達顯著水準， $F(4,174) = 1.310$ ， $p = 0.27$ ，檢視口腔輪替運動速率與施測材料之音節數效果達顯著， $F(2,174) = 87.92$ ， $p < 0.001$ ， $\eta^2 = 0.50$ ，採用Bonferroni法進行事後比較，發現三組不同音節數的施測材料，兩兩之間均達顯著差異，亦即/pa/之口腔輪替運動速率顯著快於/pa-ta/ ($p < 0.001$) 以及/pa-ta-ka/ ($p < 0.001$)，且/pa-ta/亦顯著快於/pa-ta-ka/ ($p < 0.001$)。年齡組效果亦達顯著水準， $F(2,87) = 6.19$ ， $p < 0.001$ ， $\eta^2 = 0.19$ ，採用Bonferroni法進行事後比較，結果顯示四歲組顯著慢於五歲組 ($p = 0.01$) 及六歲組 ($p < 0.001$)，但五歲組及六歲組之間未達顯著 ($p = 0.49$)。整體看來，口腔輪替運動速率受到施測材料音節數的影響，由圖2可見，不同音節數的施測材料對於三組兒童在口腔輪替運動速率的差異趨近一致，三組兒童之單音節口腔輪替運動速率顯著快於雙音節及三音節，且雙音節顯著快於三音節。

(二) 不同構音位置

以年齡組 (四歲組、五歲組、六歲組) 為組間自變項，以施測材料的構音位置作為組內自變項 (/pa/、/ta/、/ka/)，以口腔輪替運動速率作為依變項，進行 3×3 之混合設計二因子變異數分析，結果顯示年齡組和施測材料構音位置之交作用未達顯著， $F(4,174) = 0.70$ ， $p = 0.60$ 。檢視口腔輪替運動速率與不同構音位置施測材料之效果達顯著， $F(2,174) = 14.06$ ， $p < 0.001$ ， $\eta^2 = 0.14$ ，採用Bonferroni法進行事後比較，發現三種構音位置之施測材料，除了雙唇音/pa/和舌尖音/ta/間無差異以外，其餘兩兩之間均達顯著差異，/pa/之口腔輪替運動速率顯著快於/ka/ ($p < 0.001$)，/ta/亦顯著快於/ka/ ($p < 0.001$)，但/pa/與/ta/之間沒有顯著差異 ($p = 0.49$)。檢驗年齡組效果亦達顯著水準， $F(2,87) = 12.85$ ， $p < 0.001$ ， $\eta^2 = 0.23$ ，採

用Bonferroni法進行事後比較，結果顯示四歲組顯著慢於五歲組 ($p = 0.01$) 以及六歲組 ($p < 0.001$)，而五歲組亦顯著慢於六歲組 ($p = 0.03$)。由圖3可知，三組兒童在不同構音位置之施測材料的口腔輪替運動速率表現趨近一致，亦即雙唇音及舌尖音速率顯著快於舌根音，而雙唇音與舌尖之間速率則無顯著差異。

(三) 音節結構

採用純母音結構以及CV結構組成的音節序列進行比較，施測材料分別為單音節的純母音/a/與CV結構/pa/，以及三音節的純母音/i-u-a/與CV結構/pi-tu-ka/進行探究。以年齡組（四歲組、五歲組、六歲組）為組間自變項，施測材料的音節結構作為組內自變項（/a/與/pa/、

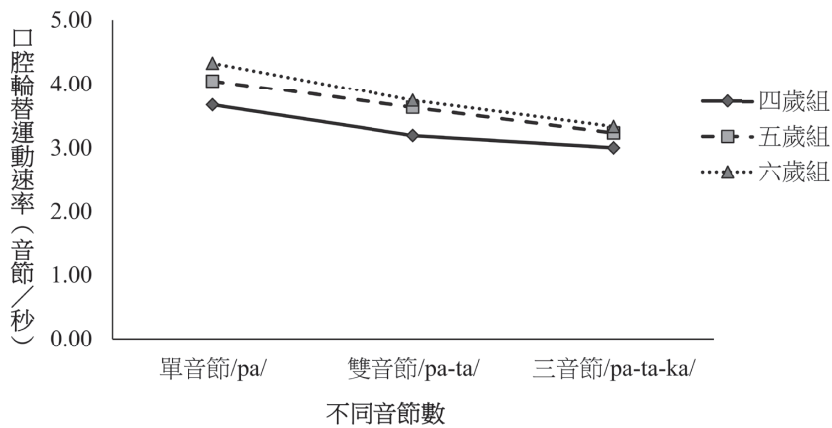


圖2 三組兒童在不同音節數材料之口腔輪替運動速率

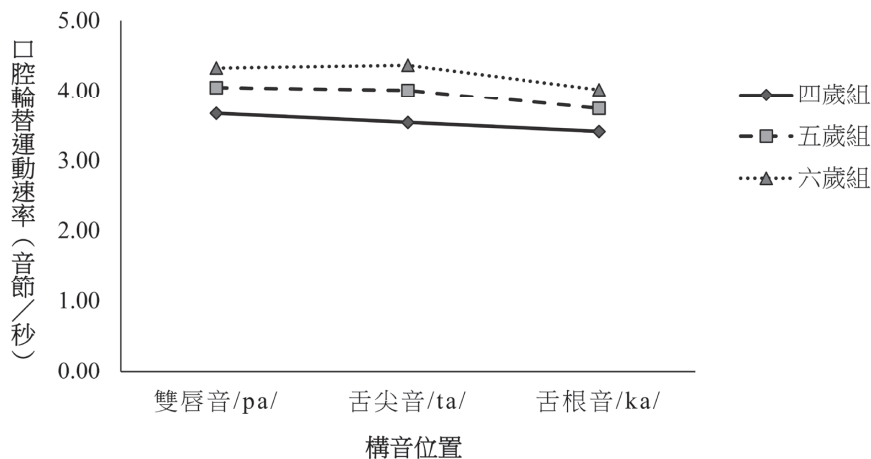


圖3 三組兒童在不同構音位置材料之口腔輪替運動速率

/i-u-a/與/pi-tu-ka/)，以口腔輪替運動速率作為依變項，分別進行 3×2 之混合設計二因子變異數分析，在單音節部分，結果顯示年齡組與施測材料音節結構之交相互作用達顯著水準， $F(2,87) = 5.70$ ， $p = 0.005$ ， $\eta^2 = 0.12$ 。檢驗施測材料單音節音節結構之單純主要效果，結果顯示四歲組兒童之單音節音節結構之口腔輪替運動速率，/pa/顯著快於/a/， $F(1,29) = 18.53$ ， $p < 0.001$ ；五歲組/pa/的口腔輪替運動速率亦顯著快於/a/； $F(1,29) = 46.61$ ， $p < 0.001$ ；六歲組兒童之/pa/口腔輪替運動速率也顯著快於/a/； $F(1,29) = 25.29$ ， $p < 0.001$ 。檢視組別之單純主要效果，顯示CV結構/pa/之口腔輪替運動速率，四歲組顯著慢於六歲組（ $p = 0.001$ ）、四歲組和五歲組（ $p = 0.10$ ）以及五歲組和六歲組（ $p = 0.37$ ）之間未達顯著差異；純母音結構/a/，六歲組顯著快於四歲組（ $p = 0.001$ ）及五歲組（ $p < 0.001$ ），四歲組與五歲組（ $p = 0.47$ ）之間無顯著差異。

在三音節的部分，結果顯示年齡組與音節結構施測材料之交相互作用未達顯著， $F(2,87) = 3.06$ ， $p = 0.052$ 。檢驗與音節結構材料之口腔輪替運動速率效果未達顯著， $F(1,87) = 0.99$ ， $p = 0.32$ ，表示/i-u-a/與/pi-tu-ka/之間的口腔輪替運動速率沒有顯著差異。而年齡組效果達顯著水準， $F(2,87) = 14.50$ ， $p < 0.001$ ， $\eta^2 = 0.25$ ，採用Bonferroni法進行事後比較，結果發現四歲組顯著慢於五歲組（ $p < 0.001$ ）以及六歲組（ $p < 0.001$ ），但五歲組及六歲組之間未達顯著差異（ $p = 0.49$ ），由上述可知不同年齡三組兒童在/i-u-a/與/pi-tu-ka/之間的速率差異情形趨近一致，也就是說，三組兒童在/i-u-a/及/pi-tu-ka/的表現均沒有顯著差異。

綜合上述結果，口腔輪替運動速率可能受到施測材料的音節結構影響，但依據音節數的不同影響的程度有所差異，在單音節部分（圖4），三組兒童CV結構/pa/之口腔輪替運動速率均顯著快於純母音/a/，但三音節部分（圖5），三組兒童在純母音/i-u-a/及CV結構/pi-tu-ka/之間的口腔輪替運動速率則沒有顯著差異。

（四）材料是否具語意

採用不具語意的非詞（non-words）音節序列以及具語意的實詞（real-words）探究材料有無語意內容是否影響口腔輪替運動速率，包含由純母音組成的非詞/i-u-a/比較華語實詞「吳阿姨」，以及常見CV結構的非詞/pa-ta-ka/比較華語實詞「怕他看」與台語「打頭殼」。以年齡組（四歲組、五歲組、六歲組）為組間自變項，以施測材料是否具語意為組內自變項（/i-u-a/ vs. 「吳阿姨」以及/pa-ta-ka/ vs. 「怕他看」、「打頭殼」），以口腔輪替運動速率為依變項，分別進行 3×2 及 3×3 之混合設計二因子變異數分析。在純母音部分，結果顯示年齡組與施測材料是否具有語意之交相互作用未達顯著， $F(2,87) = 1.84$ ， $p = 0.16$ 。檢驗口腔輪替運動速率之材料的語意性效果則達顯著水準， $F(1,87) = 22.80$ ， $p < 0.001$ ， $\eta^2 = 0.21$ ，顯示實詞「吳阿姨」之口腔輪替運動速率顯著快於非詞/i-u-a/。年齡組效果亦達顯著水準， $F(2,87) = 17.79$ ， $p < 0.001$ ， $\eta^2 = 0.29$ ，採用Bonferroni法進行事後比較，結果顯示四歲組顯著慢於五歲組（ $p < 0.001$ ）及六歲組（ $p < 0.001$ ），但五歲組與六歲組之間未達顯著差異（ $p = 0.68$ ）。由圖6可見三組兒童在純母音是否具語意詞彙的口腔輪替運動速率趨勢較為一致，實詞「吳阿姨」的口腔輪替運動速率快於非詞/i-u-a/。

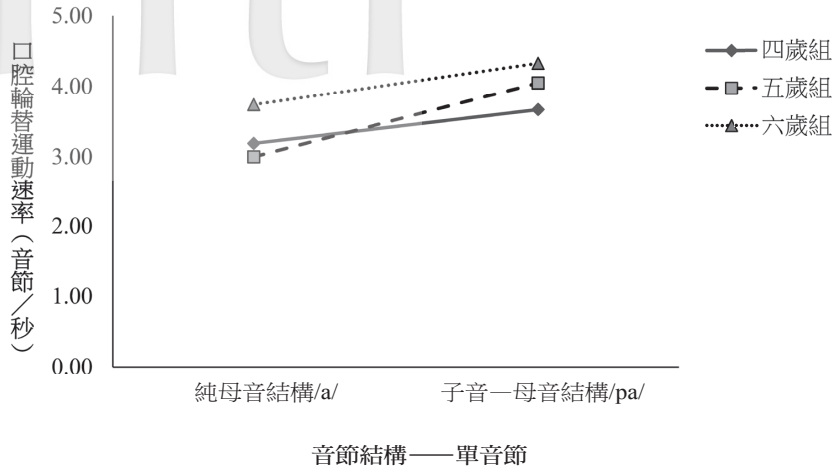


圖4 三組兒童之單音節不同音節結構口腔輪替運動速率

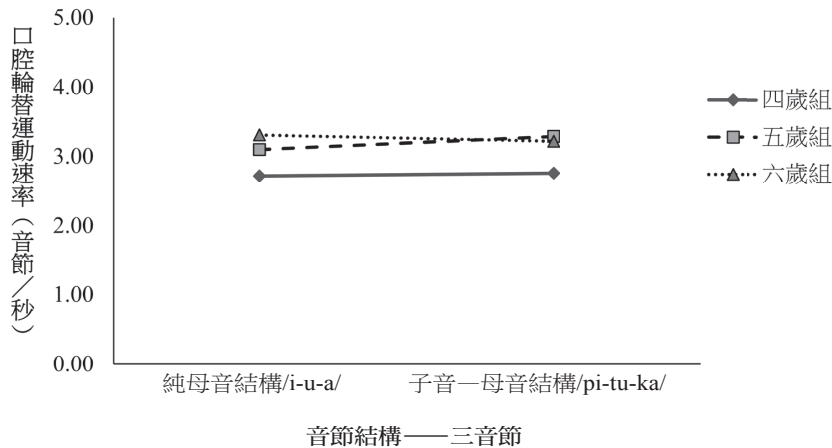


圖5 三組兒童之三音節不同音節結構口腔輪替運動速率

在CV結構部分，結果顯示年齡組與施測材料是否具有語意之交互作用達顯著水準， $F(4,174) = 2.70$ ， $p = 0.03$ ， $\eta^2 = 0.06$ ，代表施測材料的語意性對口腔輪替運動速率的影響會因不同年齡組而有所差別。之後進一步檢驗交互作用之所在，檢驗材料的語意性之單純主要效果，發現四歲組之CV結構有無語意之施測材料/pa-ta-ka/、「怕他看」和「打頭殼」的口腔輪替運動速率，兩兩之間無顯著差異， $F(2,58) = 2.56$ ， $p = 0.09$ ；五歲組兒童之/pa-ta-ka/、「怕他看」和「打頭殼」的口腔輪替運動速率，兩兩施測材料之間亦無顯著差異， $F(2,58) = 2.60$ ， $p = 0.08$ ；六歲組兒童之/pa-ta-ka/與「怕他看」的口腔輪替運動速率之間無顯著差異（ $p = 1.00$ ），/pa-ta-ka/顯著快於「打頭殼」（ $p = 0.002$ ），而「怕他看」顯著快於「打頭殼」（ $p < 0.001$ ）， $F(2,58) = 12.80$ ， $p < 0.001$ 。可見材料語意的影響性主要是對於六歲組兒童，無意義的/pa-ta-ka/顯著地快於台語有意義三音節詞之口腔輪替運動速率（圖7）。

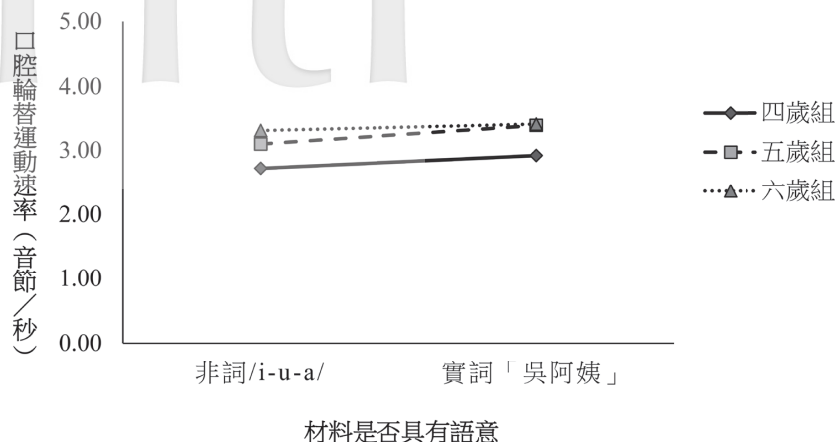


圖6 三組兒童在是否具語意純母音結構之口腔輪替運動速率

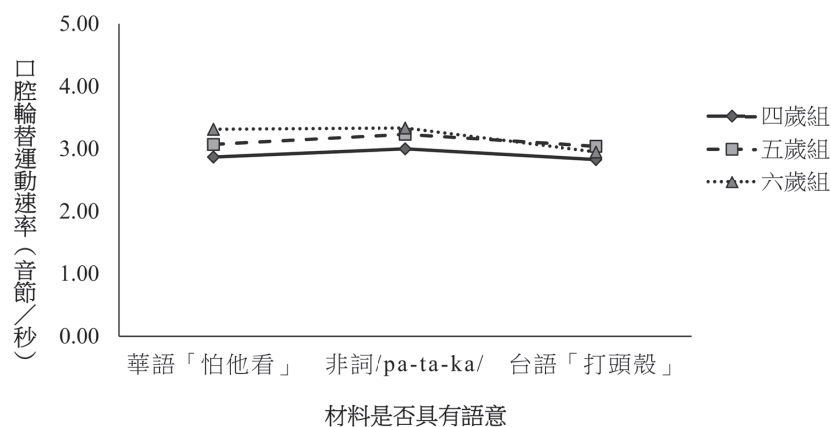


圖7 三組兒童在是否具語意子音—母音結構之口腔輪替運動速率

根據以上結果顯示，口腔輪替運動速率可能受到施測材料是否具語意影響，但不同音節結構的施測材料所產生影響有不一致的現象。在純母音音節部分，具語意施測材料「吳阿姨」之口腔輪替運動速率顯著快於不具語意/i-u-a/，但在CV結構材料部分，實詞「怕他看」、「打頭殼」與非詞/pa-ta-ka/之口腔輪替運動速率則沒有顯著差異，僅有六歲組兒童在「打頭殼」的平均速率顯著慢於非詞/pa-ta-ka/和「怕他看」的速率。

參、討論與結論

一、學齡前兒童之口腔輪替運動速率

依據本研究的結果分析可提供學齡前四至六歲兒童口腔輪替運動速率常模資料，參見

表1。這些數據與國內外相關文獻相較，可發現本研究三組兒童之口腔輪替運動速率大致上皆與國內之研究數據相近（楊淑蘭，2004；賴佩汝，2013），但慢於國外的幾個研究的資料（例如：Canning & Rose, 1974; Robbins & Klee, 1987; Williams & Stackhouse, 2000）。推測可能是與語言或文化（如：說話習慣速率）的差異有關。不同語言的說話者可能在口腔輪替運動速率表現不同，Icht與Ben-David（2014）比較英語說話者及其他三種語言：葡萄牙語、希臘語、波斯語者的口腔輪替運動速率，發現兩兩語言之間口腔輪替運動速率皆達顯著差異，而本研究的結果與英語相較之下，也可見以華語為母語的學齡前兒童口腔輪替運動速率明顯慢於母語為英語的兒童，推論口腔輪替運動表現可能存在著語言或文化的差異性。

本研究發現口腔輪替運動速率大致上隨著年齡而增加的趨勢與過去國內外研究的結果（賴佩汝，2013；Canning & Rose, 1974; Robbins & Klee, 1987; Williams & Stackhouse, 2000）相符合，四歲組兒童的口腔輪替運動速率顯著慢於六歲組，而四和五歲兒童之間以及五和六歲兒童之間的差異不大。另外，與陳玫霖（2009）測量六至八歲的學齡期兒童之口腔輪替運動速率相較下，本研究四至六歲學齡前期兒童的口腔輪替運動速率慢於該研究的學齡期兒童，且明顯慢於成人的口腔輪替運動速率每秒將近兩個音節之多，由此推測成人及學齡期兒童口腔肌肉動作的協調及整合能力皆是較優於學齡前兒童，可見口腔輪替運動速率可做為運動性言語系統的成熟指標之一。

二、影響口腔輪替運動速率的因素

（一）不同音節數

本研究發現執行之口腔輪替運動作業時，施測材料的音節數越多，速率則越慢，可能是相較於重複單音節的交替性輪替運動速率來說，多音節的序列性輪替運動需要較複雜的口語計畫及程序化動作，或由於大腦語音處理的記憶負載量較高，導致多音節的口腔輪替運動速率會較單音節的為慢。

（二）不同構音位置

不同構音位置的單音節施測材料中，雙唇音之口腔輪替運動速率明顯快於舌根音，而雙唇音稍快於舌尖音，但兩者之間的速率沒有顯著差異。推測可能是執行後舌位之舌根音/ka/的交替性輪替運動時，下頷需要移動的幅度大於雙唇音/pa/及舌尖音/ta/，以至於在執行舌根音/ka/的交替性輪替速率較慢。

（三）不同音節結構

本研究發現不同音節結構之單音節及三音節施測材料影響之口腔輪替運動速率的程度不一致。在單音節部分，純母音/a/之口腔輪替運動速率顯著慢於CV結構的/pa/。Modolo、Berretin-Felix、Genaro與Brasolotto（2011）測量8至10歲兒童之純母音/a/及/i/的口腔輪替運動速率均明顯慢於CV結構的/pa/、/ta/與/ka/。陳玫霖（2009）也發現國小兒童、成人及老年人，三個組別在快速重複/a/的口腔輪替運動速率均慢於/pa/。推測可能是CV結構組成的音節同時啟動其他構音器官共同運作（如：雙唇、舌頭、齒槽），相對於純母音結構的喉部輪替

運動，僅單純倚賴肺部及聲帶的快速開啟及關閉動作，似乎顯得較為費力。Lass與Sandusky (1971) 也提到輪替速率是肌肉從抑制到被激發的速度變化，若啟動與抑制的器官均由聲帶本身控制會提升難度，難以加快速度，因此執行純母音/a/之口腔輪替運動速率比較慢。在三音節部分，發現純母音/i-u-a/之口腔輪替運動速率略慢於CV結構/pi-tu-ka/，但兩者之間沒有顯著差異，與陳玫霖 (2009) 的研究結果相同。

(四) 是否具語意

本研究發現之口腔輪替運動速率受到施測材料是否具語意影響，但是又因施測材料的音節結構不同（純母音、CV結構）而有所差別。在純母音結構方面，快速執行實詞「吳阿姨」之口腔輪替運動速率顯著快於非詞/i-u-a/，但是CV結構的華語實詞「怕他看」與非詞/pa-ta-ka/之間卻沒有顯著差異；台語實詞「打頭殼」與非詞/pa-ta-ka/之口腔輪替運動速率，除了六歲組兒童以外，其餘兩組兒童之兩種施測材料的口腔輪替運動速率也沒有顯著差異。本研究與國內陳玫霖 (2009) 的結果大致相同，卻和國外Canning與Rose (1974)、Robbins與Klee (1987) 以及Yaruss與Logan (2002) 的文獻不完全一致，以上三篇國外的研究結果顯示具語意施測材料之口腔輪替運動速率均快於不具語意，而本研究在純母音結構部分與國外研究結果一致，但在CV結構部分，大致上，具語意施測材料與不具語意材料之口腔輪替運動速率之間沒有顯著差異。推測的原因可能是相較於「怕他看」及「打頭殼」具語意材料而言，「吳阿姨」是學齡前兒童較熟悉的詞彙，Yaruss與Logan也提及熟悉的詞彙受到大腦已建立的運動程序化動作的影響，以至於能夠加快言語的速度。加上在施測過程中發現受試者在反覆快速說出「吳阿姨」時容易產生音節融合 (syllable fusion) 的情形 (鄭靜宜, 2011)，有些兒童會將「吳」及「阿」兩個音節融合在一起說成「哇」，因此「吳阿姨」的口腔輪替運動速率也會比較快。另外的原因可能是，以重音計時的英語「pattycake」或「buttercup」，在非重音音節的時長較容易被縮短 (鄭靜宜, 2011)，因此相較於以音節計時的華語而言，「pattycake」或「buttercup」的平均語速也會比較快。

另一方面，相較於/pa-ta-ka/而言，「打頭殼」的母音為複韻母結構及具聲調的變化，加上大部分學齡前兒童的主要慣用語為華語，儘管解釋後能理解其意，但對於受試兒童來說，對於較不熟悉的語言仍感到困難，因此在快速重複台語實詞「打頭殼」口腔輪替運動的錯誤情形僅些微低於非詞/pa-ta-ka/，但兩者之間沒有顯著差異。此外，華語實詞「怕他看」口腔輪替運動速率慢於非詞/pa-ta-ka/可能與「打頭殼」相似，華語「怕他看」音節序列中的最後一個音節「看」為聲隨韻母結構，比/ka/多了鼻韻，鄭靜宜 (2011) 也提到通常帶有鼻韻的音節比沒有鼻韻的音節時長來的較長，也因此降低了「怕他看」的口腔輪替運動速率，以至於「怕他看」與/pa-ta-ka/之間沒有顯著差異。

三、研究限制與建議

在研究參與者方面，本研究礙於人力及時間限制，取樣的地區僅限於台南及高雄，且人數較少不足作為常模代表性較為不足，建議未來研究取樣對象能跨至北、中、南和東部地區，並且增加樣本人數。

在施測材料方面，如前述所提，本研究選取的華語施測材料「怕他看」或台語「打頭殼」，相對於英語的「patty cake」或「buttercup」而言，母音結構較為複雜，以至於具語意施測材料與不具語意內容/pa-ta-ka/的口腔輪替運動速率沒有顯著差異，因此有待未來研究發掘更適用的實詞，與非詞/pa-ta-ka/的口腔輪替作業相比較。由於過去文獻認為具有語意的施測材料對於幼童較為有利，以具語意的詞彙替代不具語意/pa-ta-ka/的施測方式受到質疑，然本研究發現以華語為主的學齡前兒童，/pa-ta-ka/與華語「怕他看」之間的口腔輪替運動速率沒有顯著差異，因此，若臨床上學齡前兒童不願意或無法說出/pa-ta-ka/應可使用華語「怕他看」替代。此外，在施測過程中有少數兒童將台語「打頭殼」說成「打土腳」（台語打地板的意思），由於兩詞語之間僅有些許聲調上的差異，建議在施測上或也可將台語「打頭殼」以「打土腳」替代。

在臨床應用方面，本研究建立四至六歲兒童之口腔輪替運動的小型常模，可供語言治療師在臨床上對照使用，以利於診斷言語或語言異常的兒童。此外，本研究結果顯示口腔輪替運動速率會受到施測材料的影響，因此在對照口腔輪替運動速率的施測和數據參照時，對於選用的施測材料需特別留意。

參考文獻

- 紀靜麗、李欣、侯梅、李淑秋、喬衛衛（2015）。腦性癱瘓兒口運動與構音障礙特徵及其臨床評定。《中國康復與理論與實踐》，2015（4），479-482。
- 陳玫霖（2009）。兒童、成人與老年人的口腔輪替運動特性（未出版之碩士論文）。國立高雄師範大學聽力語言治療研究所，高雄市。
- 黃昭鳴、杜曉新、萬萍、陳茜（2005）。國人兒童口腔輪替運動速率參考標準的制訂。《聽力學及言語疾病雜誌》，13（6），400-403。
- 楊淑蘭（2004）。編製學齡前構音/音韻異常兒童口語-動作機轉的結構與功能之研究。在國立臺灣師範大學特殊教育學系主辦，2004特殊教育學術研討會論文集：追求卓越（頁209-215），台北市。
- 鄭靜宜（2011）。《語音聲學：說話聲音的科學》。台北市：心理。
- 鄭靜宜（2013）。《話在心·口難言：運動性言語障礙的理論與實務》。台北市：心理。
- 鄭靜宜（2018）。口腔輪替運動測量的優化（行政院科技部專題研究計畫成果報告，MOST 105-2410-H-017-012）。高雄市：國立高雄師範大學特殊教育學系。
- 賴佩汝（2013）。學前幼兒口腔輪替任務表現之探討（未出版之碩士論文）。國立台北護理健康大學聽語障礙科學研究所，台北市。
- Canning, B. A., & Rose, M. F. (1974). Clinical measurements of the speed of tongue and lip movements in British children with normal speech. *British Journal of Disorders of Communication*, 9, 45-50. doi:10.3109/13682827409011607
- Cohen, W., Waters, D., & Hewlett, N. (1998). DDK rates in the paediatric clinic: A methodological minefield. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 33, 428-433.

doi:10.3109/13682829809179463

- Duffy, J. R. (2012). *Motor speech disorders: Substrates, differential diagnosis, and management* (3rd ed.). St. Louis, MO: Elsevier/Mosby.
- Fawcett, A. J., & Nicolson, R. I. (2002). Children with dyslexia are slow to articulate a single speech gesture. *Dyslexia*, 8, 189-203. doi:10.1002/dys.222
- Fletcher, S. G. (1972). Time-by-count measurement of diadochokinetic syllable rate. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 15, 763-770. doi:10.1044/jshr.1504.763
- Henry, C. E. (1990). The development of oral diadochokinesia and non-linguistic rhythmic skills in normal and speech-disordered young children. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 4, 121-137. doi:10.3109/02699209008985476
- Icht, M., & Ben-David, B. M. (2014). Oral-diadochokinesis rates across languages: English and Hebrew norms. *Journal of Communication Disorders*, 48, 27-37. doi:10.1016/j.jcomdis.2014.02.002
- Ivry, R. B., & Keele, S. W. (1989). Timing functions of the cerebellum. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1, 136-152. doi:10.1162/jocn.1989.1.2.136
- Kent, R. D., Kent, J. F., & Rosenbek, J. C. (1987). Maximum performance tests of speech production. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 52, 367-387. doi:10.1044/jshd.5204.367
- Lass, N. J., & Sandusky, J. C. (1971). A study of the relationship of diadochokinetic rate, speaking rate and reading rate. *Today's Speech*, 19, 49-54. doi:10.1080/01463377109368992
- Malek, A., Amiri, S., Hekmati, I., Pirzadeh, J., & Gholizadeh, H. (2013). A comparative study on diadochokinetic skill of dyslexic, stuttering, and normal children. *International Scholarly Research Notices*, 2013, 165193. doi:10.1155/2013/165193
- Modolo, D. J., Berretin-Felix, G., Genaro, K. F., & Brasolotto, A. G. (2011). Oral and vocal fold diadochokinesis in children. *Folia Phoniatrica et Logopedica*, 63, 1-8. doi:10.1159/000319728
- Robbins, J., & Klee, T. (1987). Clinical assessment of oropharyngeal motor development in young children. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 52, 271-277. doi:10.1044/jshd.5203.271
- Williams, P., & Stackhouse, J. (2000). Rate, accuracy and consistency: Diadochokinetic performance of young, normally developing children. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 14, 267-293. doi:10.1080/026992000050023985
- Wolff, P. H., Cohen, C., & Drake, C. (1984). Impaired motor timing control in specific reading retardation. *Neuropsychologia*, 22, 587-600. doi:10.1016/0028-3932(84)90023-X
- Wolk, L., Edwards, M. L., & Conture, E. G. (1993). Coexistence of stuttering and disordered phonology in young children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 36, 906-917. doi:10.1044/jshr.3605.906
- Yaruss, J. S., & Logan, K. J. (2002). Evaluating rate, accuracy, and fluency of young children's diadochokinetic productions: A preliminary investigation. *Journal of Fluency Disorders*, 27, 65-86. doi:10.1016/S0094-730X(02)00112-2
- Ziegler, W. (2002). Task-related factors in oral motor control: Speech and oral diadochokinesis in dysarthria and apraxia of speech. *Brain and Language*, 80, 556-575. doi:10.1006/brln.2001.2614

Oral Diadochokinetic Rate in Preschool Children

Szu-Lun Tseng¹ Jing-Yi Jeng²

¹Department of Rehabilitation, Sin-lâu Hospital, Tainan, Taiwan

²Department of Special Education, National Kaohsiung Normal University, Kaohsiung, Taiwan

Abstract

The aim of this study was to describe the performance of oral diadochokinesis (oral-DDK) in preschool children. It was to establish the norms of oral-DDK rate for preschool children, and to investigate the possible effect of age, the nature of the stimuli presented on oral-DDK task, and to explore speech errors during the tasks. Participants included 90 children lived in Tainan and Kaohsiung, and being elicited in three age groups (4, 5 and 6 years), the numbers of boys and girls are fifty and fifty, asking to repeat monosyllabic, bisyllabic and trisyllabic utterances. The results showed that the development progression was found in oral-DDK rate, 4-year-old was significantly faster than 5-year-old, but there was no significant difference between 5 and 6-year-old. Oral-DDK rate was significantly influenced by the nature of the stimuli presented, including the number of syllables, the placement of consonants, the structure of syllables, and the meaning utterances.

Keywords: Preschool children; Oral diadochokinetic rate; Acoustic analysis