

語音異常兒童語音知覺、音韻覺識與語音產出之相關*

簡欣瑜

亞洲大學

聽力暨語言治療學系

劉惠美

國立臺灣師範大學

特殊教育學系／學習科學跨國頂尖研究中心

臨床上對語音異常兒童的治療常結合語音知覺及音韻覺識訓練，加強其語音產出能力，但目前卻無充足的實證研究支持三者之間的關係。本研究根據言語處理模式相關理論，探討語音異常兒童的語音產出與語音知覺及音韻覺識能力之相關性。參與者為 46 位 5 歲語音異常兒童，以自編電腦化和標準化測驗量測其語音知覺（純音區辨、語音區辨、範疇語音指認）、音韻覺識（韻母判斷、首音判斷、聲調判斷、音節刪除）與語音產出（詞語和子音正確百分比）等能力，以相關和迴歸分析探討三者能力間的淨相關，以及語音知覺及音韻覺識對語音產出的預測力。研究結果顯示，語音產出與子音和聲調辨識斜率值有顯著負相關，但與純音區辨敏感度則無；而語音產出僅與音節刪除正確率有顯著正相關，與其他音韻覺識指標則無顯著相關；語音知覺的多項指標與音韻覺識能力也有顯著相關。複迴歸分析結果顯示範疇知覺中的子音和聲調辨識斜率及音韻覺識中的音節刪除對語音產出皆有解釋力，且以語音辨識斜率的解釋力最高。以語音產出作為依變項進行路徑分析，發現範疇語音指認斜率對語音產出有直接的預測力。整體而言，本研究支持語音知覺、音韻覺識及語音產出之間有關聯性的論述，提供語音介入時融入語音知覺及音韻覺識訓練的參考。

關鍵詞：音韻覺識、語音知覺、語音產出、語音異常、範疇知覺

* 1. 本文通訊作者：劉惠美，通訊方式：liumei@ntnu.edu.tw。

2. 本文感謝教育部高等教育深耕計畫、國立臺灣師範大學學習科學跨國頂尖研究中心經費補助，及參與研究之家長和幼兒的協助。

根據美國聽語學會 (American Speech-Language-Hearing Association [ASHA], 2016) 之定義，語音異常 (speech sound disorders, 簡稱 SSD) 是指兒童有持續的語音錯誤，而這些語音錯誤在超過某特定年齡之後仍未去除者。由過去研究可知，語音異常兒童在學前階段可能伴隨有語音知覺與音韻覺識問題 (Bird & Bishop, 1992; Hoffman et al., 1983; Rvachew & Jamieson, 1989)，也有研究建議在治療語音異常兒童的語音異常問題時，加入語音知覺及音韻覺識訓練能夠提升治療成效 (林佳儒等人, 2013)，然而目前並沒有充足的文獻檢驗語音異常兒童的語音知覺與音韻覺識和語音產出之間的關係。要發展良好的語音介入計畫，必須先了解語音異常兒童的語音產出與這些語音處理相關變項間的關係。本研究之目的在於有系統地檢驗語音異常兒童的語音產出與不同層次的語音知覺及音韻覺識能力之相關性，以期提供臨床介入時的實證依據。

(一) 語音產出表現、語音知覺與音韻覺識能力相關性之理論

隨著年齡成長，幼兒的言語功能因說話動作與知覺系統的成熟而日漸發展 (鄭靜宜, 2020)。個體在語音接收及產出的過程中，對於語音特徵的掌握、音韻表徵系統的形成和語音動作的表現，這三者間具有密切的關係 (鄭靜宜, 2016)，且早期的語言發展型態與其後來的語言發展也有關聯性 (呂信慧、曹峰銘, 2018)。在 Stackhouse 與 Wells (1997) 提出的言語處理模式 (the speech processing model) 可知，音韻表徵 (phonological representation) 會影響語音之運動程序的儲存，進而影響其運動規劃及最後的執行，在此模式中，音韻表徵的形成是奠基於先前語音輸入 (speech sound input) 的歷程，因此「輸入」是影響語音產出很重要的歷程。鄭靜宜 (2016) 提到兒童語音產出的發展有很大的程度是依賴其語音知覺能力，也就是說兒童在學習語音產出之前，必須先有良好的語音知覺能力 (speech perception)，能夠分辨語音間細微的差異，進而形成音韻表徵，然後在語音產出動作時能產出不同語音間的對比差異，並同時能透過自我回饋去校正自己的動作，以覺察出自己產出和理想目標音之間的差異。因此，個體透過語音知覺形成的音韻表徵，對於引導語音產出動作是很重要的。然而除了語音知覺之外，音韻覺識也是形成音韻表徵的重要能力之一 (Preston & Edwards, 2010)。雖然語音知覺和音韻覺識是不同的音韻處理能力 (phonological processing ability)，但是兩者皆與音韻表徵的形成有關 (Rvachew & Grawburg, 2006)。就音韻處理歷程來看，語音知覺是較為基礎層次的知覺處理能力，而音韻覺識是較為高層次的語音音韻表徵的建立與操弄，且音韻覺識能力的發展是聽覺、語音產出及閱讀經驗累積下來的成果 (Stackhouse et al., 2005)，因此語音產出可能影響音韻覺識的發展，然而兩者之間的關係是否為單向，又或者音韻覺識也會影響語音產出之發展，則需要再進一步探討。以下將根據過去研究提出的理論探討語音知覺、音韻覺識之能力與語音產出之間的可能關聯性。

1. 語音知覺與語音產出之關係

語音知覺是將連續聲學訊號轉換為分割的語音單位之過程 (Diehl et al., 2004)，是一種多階段處理歷程的模式，先透過基礎聽覺處理機制抽取出生學訊號中的細節 (聲學表徵)，接著轉換此聲學表徵為語音單位，並建構音韻表徵，隨後用於詞彙儲存 (Rvachew & Grawburg, 2006)。有些研究者假設語音產出時的語音單位是從上述的音韻表徵提取的，像是在運動理論 (motor theory) 認為此語音單位是以語音動作為表徵來儲存 (Diehl et al., 2004)。Liberman 等人 (1967) 以及 Liberman 與 Mattingly (1985) 提出語音知覺的動作理論 (motor theory)，認為語音知覺歷程和語音產出的動作有關，語音知覺和語音產出的處理機制是使用同一套表徵。亦即語音知覺處理的過程與語音產出有關，語音知覺的目標在於取得說話者想表達的語音姿勢 (intended phonetic gestures)，語音姿勢代表個體在腦中想表達的語音產出動作指令，是語音信號中的不變因子 (invariance)。而後修正的運動理論 (revised motor theory) 強調語音知覺的目的是去知覺說話者「意圖想做的語音動作」，而非說話者的實際說話動作 (Liberman & Mattingly, 1985)，而後來的學者，包括 Mitterer 與 Ernestus (2008) 以及 Kraljic 等人 (2008)，透過實驗研究也驗證了運動理論中語音知覺和產出之間的直接關係。除了運動理論之外，其他研究者也嘗試說明語音知覺和語音產出之間的關聯。Levelt 等人 (1999) 認為語音知覺是語音產出時的一個重要回饋系統，說話者在腦中提取出一個詞

彙並將詞彙轉換成語音動作後說出，說話者會知覺自己的語音產出，並監控錯誤或是修正錯誤。

從過去相關研究所提出的理論及實證研究發現可知，語音知覺與語音產出動作之間存在著密切的關係，個體透過對語音的知覺去形成表徵，使語音產出時能根據這個表徵來形成語音產出動作，而語音產出時也須透過回饋系統再次經過語音知覺來校正自己的語音產出動作，因此兩者之間息息相關。個體的語音知覺能力可能會影響未來語音產出能力的發展，而好的語音產出能力對語音知覺的發展也應有所助益。

2. 語音知覺與音韻覺識之間的關係

音韻覺識是指個體對所聽到的語音有覺察其內在音素結構的能力，包括押韻、音素分割、音素操弄…等能力，也就是個體對音韻內在結構的後設認知（*metacognition*）（Schuele & Boudreau, 2008）。Goswami 等人（2002）提出的音韻表徵假說（*the phonological representations hypothesis*）描述了語音知覺與音韻覺識之間的關係，認為嬰幼兒在學習口語時，對詞彙會以語意特徵及音韻特徵進行編碼。隨著年齡與能力成長，音韻表徵會因為口語詞彙的增長而不斷進行重組（*re-structure*），較精細的音段表徵（*segmental representation*）透過幼兒的語言經驗增加而逐漸出現。在音韻表徵假說的概念下，Goswami 等人（2002）推論音韻表徵的品質是影響孩童音韻能力發展的主要因素，其中，語音知覺、音韻表徵、與音韻覺識有著階層關係，輸入的音韻訊息會影響音韻表徵的品質，亦即語音知覺能力會影響音韻表徵的品質，而表徵的品質會影響兒童後續的音韻覺識能力。

除了上述的音韻表徵假說外，Nittrouer 與其同事提出的發展性權重轉換假說（*developmental weighting shift, DWS*）也試著解釋語音知覺與音韻覺識間的關係（Nittrouer et al., 1993; Nittrouer & Miller, 1997）。該假說（*DWS*）認為幼兒在剛發展詞彙時的詞彙庫較小，因此要區分詞彙庫中的各個詞彙時，只需要較粗糙的知覺線索即能將詞彙庫中的詞彙區分開來，而隨著詞彙庫增加，兒童所需要的詞彙區分性特徵就要更細緻，因此在語音知覺的發展上也會越來越精細，兒童在語音知覺上就會逐漸分配更多的知覺比重在較細微的聲學特徵上。由於音韻覺識的發展會影響兒童語音知覺的能力，因此隨著音韻覺識的發展，兒童對語音知覺的權重會隨之放在越細小的音韻單位上。音韻覺識是影響語音知覺的一項重要因素，語音知覺發展趨勢是從知覺較大的單位而逐漸走向知覺更細緻的特徵之變化，且可能因為音韻覺識發展後進一步使它產生轉變，兩者之間可能有著密切的關係。隨後 Mayo 等人（2003）根據 *DWS* 假說，設計了嚴謹的研究，結果發現當兒童音韻覺識剛發展時，語音知覺有較大的比重偏向單位較大的聲學線索；當兒童音韻覺識發展逐漸成熟的時候，兒童的語音知覺對於較細微的線索之比重逐漸增加，因此認為兒童音韻覺識的發展的確可以促進語音知覺能力，也確認了兩者之間的關係。

由上述理論推測，語音知覺與音韻覺識之間可能有著相互影響之關係。語音知覺在嬰兒時期即開始發展，根據 Goswami 等人（2002）的論點，語音知覺能力的優劣會影響音韻表徵的品質，也會影響後續音韻覺識的發展，而在 Nittrouer 等人（1993）的理論及相關的實證研究發現音韻覺識能力發展出來後也會影響語音知覺能力，使兒童的語音知覺能力更為精緻及成熟。

3. 語音知覺、音韻覺識與語音產出之間的關係

雖然音韻覺識與語音產出之間沒有一個完整的理論來闡述兩者之間的相關性，但是目前已有少數研究探討這兩者之間的關係。Mann 與 Foy（2007）研究正常發展兒童的語音產出表現與音韻覺識之間的關係，其研究結果發現若兒童語音產出的錯誤越多，其音韻覺識的得分也越低，亦即兒童語音產出能力越差則其音韻覺識能力也越差，兩者之間有顯著相關。在認知神經科學方面，Frost 等人（2009）研究顯示學齡前兒童剛開始學習閱讀時所活化的大腦區域與語音輸出時所活化的大腦區域大致是一樣的，意味著在學齡前階段，大腦處理音韻訊息及語音輸出的區域可能是相同的，也某種程度支持語音產出能力和音韻訊息處理可能有關的論述。

歸納上述關於言語處理、語音知覺及音韻覺識的理論，可以推論音韻覺識與語音產出之間的可能關係。由 Stackhouse 與 Wells（1997）的言語處理模式（*speech processing model*）可知音韻表徵會直接影響語音運動程序的儲存，並影響其運動規劃及最後的執行。Goswami 等人（2002）的音韻

表徵假說提到語音知覺會影響音韻表徵的形成，而音韻表徵會再進一步影響音韻覺識能力。而根據 DWS 假說 (Nittrouer et al., 1993; Nittrouer & Miller, 1997)，音韻覺識開始發展後會使語音知覺能力更為精緻，音韻表徵的品質也更為提升，因此語音知覺及音韻覺識能力都會影響音韻表徵的品質，所以兩者也可能影響兒童的語音產出能力。綜合上述，研究者推論語音知覺、音韻覺識及語音產出之間可能的關係為，兒童在發展初期先發展語音知覺能力（例如語音區辨和指認等基礎能力），語音知覺能力會影響語音產出的能力，且語音知覺也會影響音韻覺識能力（例如音韻的表徵與操弄），而隨著音韻覺識能力的發展，也會提升語音知覺的精細度，進而再影響語音的產出能力。而且在兒童發展的歷程中隨著語音產出能力發展所提供的知覺和動作回饋，也能促進語音知覺及音韻覺識的發展，由此可知三者存在密切的相互關係。

（二）語音異常兒童語音知覺及音韻覺識之研究

過去至今已累積不少語音異常兒童語音知覺及音韻覺識能力相關研究，以下分為語音異常兒童的語音知覺能力及音韻覺識能力進行探討。

1. 語音異常兒童的語音知覺能力之研究

在上述關於語音知覺與語音產出之間關係的論述可推論兩者之間關係密切，但實際關係則還有待檢驗。Nijland (2009) 認為語音知覺缺陷可能是語音產出問題的基礎原因，或是與語音產出問題之間有相互作用的關係。Rvachew 等人 (2007) 認為語音知覺能力會影響音韻表徵的品質，如果兒童在解碼語音刺激的聲學－語音特徵的過程中有缺陷，可能會干擾音韻表徵的建立。雖然有許多研究指出語音異常兒童有語音知覺的問題（例如，Bird & Bishop, 1992; Hoffman et al., 1983; Rvachew & Jamieson, 1989），但是語音知覺在語音異常中的角色仍是不清楚的。

部分研究發現語音異常兒童有語音知覺困難的問題，其中有些語音知覺研究著重於探討兒童有構音困難的特定語音，認為兒童對於某些語音有語音產出上的困難是因為他們對於那些特定語音的知覺有困難。像是 Hoffman 等人 (1985) 的研究探討將 [r] 發成 [w] 的語音異常兒童對於“way”和“ray”的語音區辨能力，發現與一般正常兒童相比，這些有特定構音困難兒童的語音區辨曲線較為平坦，由於這兩個音的差異是在第 1、2、3 共振峰頻率，因此研究結果指出語音異常兒童可能對於使用頻譜差異來區辨語音有困難。另一個相似的研究 (Rvachew & Jamieson, 1989) 比較語音異常兒童、一般典型兒童及成人對於擦音的區辨能力（包括區辨“seat”與“sheet”以及“sick”與“thick”），這些語音的差異在於字首音素的頻譜，結果發現語音異常兒童對於擦音的區辨曲線相對其他兩組平坦，顯示語音異常兒童對於擦音的區辨能力較差。

除了針對某個語音進行區辨研究之外，也有研究檢驗較為廣泛的語音知覺能力。Gósy 與 Horváth (2015) 研究 120 位 5-8 歲功能性語音異常兒童，根據年齡分為 4 組（分別是 5、6、7、8 歲組），每組 30 人，與 120 位同年齡之一般兒童的聽覺處理能力進行比較。該研究假設功能性語音異常兒童存在聽覺處理困難，其作業內容包含不同層級的聽覺處理能力，包括句子覆誦及非詞覆誦、非詞區辨和句子及故事的理解。研究結果發現功能性語音異常兒童在各層級的聽覺處理作業表現都比一般兒童來的差，另外也發現功能性語音異常兒童的聽覺處理發展是緩慢的，其能力雖然從 5-8 歲呈現成長趨勢，但與一般兒童相比仍有差異。此外，Rvachew 等人 (2003) 使用一項言語評量和互動學習系統 (Speech Assessment and Interactive Learning System, SAILS) 研究 13 名中至重度的語音異常兒童及 13 名典型發展兒童的語音知覺能力，其研究結果發現語音異常兒童的語音區辨表現較一般兒童差。後續研究 (Rvachew et al., 2004) 評估 34 名中重度語音異常兒童在接受語音知覺與音韻覺識介入後的改變，兒童一週接受一次 15 分鐘的語言治療，共進行 16 次，使用 SAILS 內的電腦互動遊戲進行訓練，前 8 堂課著重 /t/、/p/、/m/、/k/、/l/、/r/、/f/、/s/ 8 個音的音素知覺、字母辨識、語音與文字的連結及首音和押韻的配對，後 8 堂課著重這些音素在字詞當中的位置。研究結果發現語音異常組兒童在後測時的語音知覺能力與語音產出正確度均顯著高於正常對照組兒童。這些研究支持了語音異常兒童可能有語音知覺問題的假設，且是一種廣泛性的，而非特定語音的知覺缺陷。國內關於語音異常兒童的語音知覺研究並不多，但初步研究結果大部分也是支持語音異常

兒童有較差的語音知覺能力的假設。例如梁秋雯（2015）招募 40 位 4；6 歲到 6；6 歲的學前兒童，依子音構音正確百分等級將兒童分為語音異常組（SSD）及對照組。研究透過兩種語音知覺實驗：語音區辨及音節偵測，測量語音異常兒童的語音知覺能力，研究結果發現語音異常組兒童在語音區辨正確率和音節偵測正確率均顯著低於對照組，且語音異常組在音節偵測作業的反應時間較一般兒童長。此外，語音異常組的語音區辨、音節偵測及子音正確率均成中度正相關，研究者推論語音異常兒童的語音知覺能力較一般兒童不足。另外，鄭靜宜（2016）探討 31 位 6 歲語音異常兒童及 31 位一般典型兒童的語音對比區辨能力，同時以 40 位正常成人為控制組，作為和兒童聽辨表現比較的基礎。結果發現語音異常兒童的語音區辨正確率顯著低於控制組的兒童，兩個兒童組的區辨正確率皆顯著低於成人組；三組反應時間（reaction time，簡稱 RT）亦達顯著差異，其中語音異常兒童組 RT 顯著慢於兒童控制組和成人組，而成人組 RT 最短，研究者推論語音異常兒童的語音區辨能力較一般兒童為弱。

然而，除了上述研究之外，也有研究持不同的看法。McReynolds 等人（1975）探討語音異常兒童與一般兒童在構音測驗與最小語音對比的聽辨作業表現，以了解語音產出與語音知覺間的關係。結果發現語音異常兒童雖然語音產出表現較差，但在語音知覺作業的表現正常，認為語音異常兒童應該沒有明顯的語音知覺缺陷。而 Hoffman 等人（1983）研究有 /t/ 語音產出錯誤的語音異常兒童與 /r/ 語音產出正確的一般兒童對 /t/ 與 /w/ 語音區辨能力。結果發現兩組兒童對於這組語音的區辨表現相當，顯示語音異常兒童並未在其錯誤語音產出的音素有較差的語音區辨能力。而在國內的研究中，卓羽珊（2016）將受試者分為正常組（18 名）、學前單純語音異常（18 名）與伴隨語言發展異常的語音異常兒童（16 名），研究結果發現單純語音異常兒童雖在部分語音知覺指標與正常組兒童具有接近顯著的差異趨勢，但整體來說與正常組兒童的能力相當，與語音產出的關聯不明顯。

綜上所述，關於語音異常兒童是否有語音知覺缺陷的研究結果不盡相同，語音產出與語音知覺間的關係還需進一步檢驗。

2. 語音異常兒童的音韻覺識能力之研究

根據 DWS 假說（Nittrouer et al., 1993; Nittrouer & Miller, 1997），音韻覺識能力的發展會影響語音知覺朝向更精緻化的發展，因此對於語音產出能力可能也有所影響。在探討語音異常兒童的語音知覺能力外，也應將音韻覺識能力一起納入考量，以探究語音異常兒童在語音輸入與輸出間更完整的關聯性樣貌。

過去有些研究發現語音異常兒童有較差的音韻覺識能力，像是 Carroll 與 Snowling（2004）比較 4-6 歲語音異常兒童、家族中有讀寫障礙的兒童以及一般典型發展兒童等三組兒童的音韻覺識能力，發現語音異常兒童的音韻覺識分數顯著低於一般典型發展兒童，而與有讀寫障礙家族史的兒童相比則無顯著差異，顯示語音異常兒童有較差的音韻覺識能力。Anthony 等人（2011）比較 68 位學齡前語音異常兒童及一般典型發展兒童的音韻覺識能力，其研究結果也發現，語音異常兒童在理解與表達性音韻覺識測驗的表現較一般典型發展兒童來得差。然而，也有部分研究顯示語音異常兒童的音韻覺識能力與一般典型兒童相比並沒有差異。例如，Nathan 等人（2004）研究 4-7 歲語音異常兒童的音韻覺識能力，研究結果指出 6-7 歲的語音異常兒童之音韻覺識表現並沒有比典型發展兒童來得差，兩者的分數並無顯著差異。Rvachew 與 Grawburg（2006）研究語音異常兒童的語音產出正確率、語音知覺、接收性詞彙的理解能力與音韻覺識能力之相關性，研究結果指出語音產出正確率與音韻覺識沒有直接相關。

由上述研究可知，語音異常兒童的語音知覺及音韻覺識能力的研究結果不一致，大部分是探討語音異常兒童的語音知覺或音韻覺識能力，然而過去理論描述語音知覺是兒童較早發展的能力，發展過程中除了聽覺刺激外，語音產出也會影響其發展，而兒童到了 3、4 歲開始發展的音韻覺識能力也會影響語音知覺之發展，因此推論語音產出、語音知覺及音韻覺識之間應有相關性存在，彼此之間會互相影響。過去探討語音異常兒童語音知覺、音韻覺識及語音產出能力的研究不多，Rvachew 與 Grawburg（2006）研究 95 位 4 歲至 5 歲的語音異常兒童的音韻覺識、語音知覺、語音產出能力、詞彙理解及讀寫萌發之間的相關性，研究結果發現以語音知覺為自變項時對語音產出及音韻覺識能力有直接的影響力，以語音產出能力為自變項時對語音知覺有直接影響力，但對音韻覺

識能力沒有直接的影響力，此研究並未檢視音韻覺識對語音產出能力的影響。本研究欲將三者納入一起探討，以了解三個能力之間的關係及彼此之間是否互相有影響力。

方法

本研究目的為探討語音異常兒童的語音知覺、音韻覺識與語音產出之間的關係，以下針對研究方法進行詳細說明。

(一) 研究參與者

本研究通過研究倫理審查，以立意取樣的方式選取生理年齡為 5;0 至 5;11 歲的學齡前兒童。選取學前階段 5 歲兒童的原因為，正常的音韻歷程在 4 歲前大部分會漸漸消退，到了 6 歲時大多能正確說出所有語音 (Bernthal et al., 2013)。另外，4 歲之前的兒童其音韻覺識能力尚不成熟，其測驗之得分普遍有過低或不穩定之現象 (胡潔芳, 2005)，因此在選取個案時以 5 歲兒童為目標族群。語音異常兒童的選取是透過台灣北部地區醫療院所轉介而來，其選取標準為 1. 排除有醫學診斷為視覺、聽覺等感官障礙、智能障礙、自閉症、情緒困擾行為以及其他神經功能或顏面構造生理損傷者；2. 「托尼非語文智力測驗」(第四版中文版) (Test of Nonverbal Intelligence-Fourth Edition; TONI-4) (林幸台等人, 2016) 之離差智商達 80 以上；3. 「修訂學前兒童語言障礙評量表」(林寶貴等人, 2008) 之理解分測驗之得分在負 1.5 個標準差以上；4. 「華語兒童構音與音韻測驗 (簡稱 ATPMC)」(鄭靜宜, 2018) 之得分低於或等於百分等級 25。

本研究招募到 49 名經家長同意參與之語音異常兒童，惟其中有一位在施測完第一次後，因家庭因素未能繼續完成施測，另有兩位則是在「托尼非語文智力測驗」的離差智商低於 80，未能納入本研究個案，最後共完成 46 位語音異常兒童的收案，其中有 39 位男生和 7 位女生，此一分布與過去研究 (Bernthal et al., 2013) 指出語言和言語相關障礙的比例是男高於女的現象相符合。

(二) 研究工具

本研究之資料蒐集的場所為安靜的獨立教室，以一對一的個別施測方式進行。本研究將所有施測作業分為兩次進行，以避免兒童因疲勞而影響其注意力及作業之表現，兩次施測時間各約 75 分鐘，測驗過程中會視兒童的回應情形與疲累程度，提供適當的休息時間，且兩次施測間隔時間以不超過兩周為限。本研究之工具包含三項標準化測驗及三項自編作業。標準化測驗包括華語兒童構音語音韻測驗、修訂學前兒童語言障礙評量表 (語言理解分測驗)、及托尼非語文智力測驗第四版；自編作業包含語音產出、語音知覺及音韻覺識作業，施測工作皆由研究者完成。第一次施測項目包含修訂學前兒童語言障礙評量表 (語言理解分測驗)、華語兒童構音與音韻測驗、托尼非語文智力測驗第四版、範疇語音指認作業，第二次施測項目包含純音頻率區辨、語音區辨作業、語音產出作業、音韻覺識作業，以下說明各項工具的內容、目的與計分：

1. 標準化測驗

(1) 華語兒童構音與音韻測驗 (鄭靜宜, 2018)。此測驗是用來評估 3 至 6 歲兒童或 6 歲以上具有明顯語音異常兒童的構音／音韻能力。本研究以「詞語構音分測驗」的得分百分等級作為研究對象的選取標準，以百分等級 25 為切截點，百分等級低於或等於 25 者則屬於語音異常兒童。詞語構音測驗是以詞語為單位，以圖片命名的方式引導兒童說出詞語語音，詞語構音測驗的材料為 36 個彩色圖片，每個圖片和 36 個單、雙音節詞語相對應。此外，本研究也以「詞語構音分測驗」中的詞語正確百分比作為每位參與兒童的語音產出能力指標之一。

(2) 修訂學前兒童語言障礙評量表 (林寶貴等人, 2008)。此測驗適用於 3 歲至 5 歲 11 個月的學齡前兒童，施測方式是個別施測。本研究以此測驗中的「語言理解」分測驗得分之標準分數在負 1.5 個標準差以上，作為排除有語言理解問題的個案之標準。

(3) 托尼非語文智力測驗—第四版 (**Test of Nonverbal Intelligence-Fourth Edition, TONI-4**) (林幸台等人, 2016)。此測驗分為幼兒版 (48 題, 適合 4 歲至 7 歲 11 個月) 及普及版 (60 題, 適合 7 歲 6 個月至 15 歲 11 個月), 各有甲乙式複本, 用來評估兒童的智力水準及認知功能等。本研究使用幼兒版的甲式, 作為篩選非語文智商在正常範圍的語音異常兒童, 其通過標準為個案之離差智商在 80 以上。

2. 自編語音能力測量工具

本研究之自編語音能力測量作業包含語音產出作業、語音知覺作業及音韻覺識作業, 詳細內容如下:

(1) 語音產出作業。為蒐集到兒童在不同長度、複雜度及不同語境的語音產出能力的資料, 本研究之語音產出之指標除了採用華語兒童構音與音韻測驗 (鄭靜宜, 2018) 「詞語構音分測驗」中的詞語正確百分比之外, 也蒐集受試者的對話或連續性言語樣本, 用以分析語音產出之情形。依據 Shriberg 等人 (1997) 所定義之子音正確百分比 (PCC) 為計算 5-10 分鐘之兒童對話樣本中正確子音數量佔所有子音數量的百分比, 本研究蒐集 5 分鐘之兒童言語樣本, 語音產出作業之材料為: a. 對話, 自編之對話問題, 包括封閉式的問題 (例如, 你叫什麼名字? 誰陪你來的? 你們怎麼來的? 你最喜歡做什麼事?) 以及開放式的問題 (為什麼喜歡做某事? 說說看你從起床到現在做了哪些事, 感覺怎麼樣? 為什麼?); b. 連續圖卡, 信誼出版社所出版之「我會說—解決問題篇」內容為 3 至 5 張的順序圖卡, 一共三組, 故事內容包含「小豬摘不到蘋果」、「小熊的東西掉了」以及「小豬找不到爸爸」, 主要目的為引導兒童說出一些目標詞彙, 例如在「小豬摘不到蘋果」的故事中, 引導兒童說出: 有一隻「小豬」想要「吃蘋果」, 可是「蘋果樹」太「高」了, 小豬「摘」不到, 然後他用力的把樹搖一搖, 樹上的蘋果都「掉下來」了, 小豬可以「吃」到很多「蘋果」, 所以他很「開心」, 引號當中的詞彙為故事的目標詞彙, 在施測時引導兒童說出; c. 繪本, 南門書局出版之「寶寶第一套繪本—不挑食」。作業之材料內容包括 華語全部的 21 個聲母及大部分韻母, 每個聲母至少會出現兩次以上。

施測程序為: a. 研究者使用自編之對話問題先以簡單的封閉性問題引導孩子與施測者開始簡單的對話, 接著依兒童的狀況逐漸引導孩子回答開放性的問題, 或是依據當下的情境或兒童的喜好引導兒童進行對話; b. 使用連續圖卡及繪本引導兒童進行圖片的描述, 其實施的步驟為, 在正式施測前, 施測者用練習圖卡示範如何描述圖卡中的故事, 並告訴兒童要說得越詳細越完整越好, 練習完後才使用正式施測的故事圖卡以及繪本進行施測, 在正式施測過程中, 若兒童停頓或描述的較為簡單, 則施測者會用「然後呢?」、「多說一點」等言語鼓勵兒童產出更多的言語樣本, 若兒童完全無法自行描述圖片內容, 則以問題 (例如他怎麼了? 發生什麼事? 然後呢?) 引導兒童完成圖片之描述。

本研究的語音樣本蒐集與分析是由研究者 (具有合格證照之語言治療師) 實施, 語音樣本的蒐集是以高解析度數位錄音筆 (SONY ICD-PX-440) 錄音, 並以錄音檔為主要分析依據。蒐集兒童之言語樣本後, 以嚴式音標語音轉錄, 並依據 Shriberg 與 Kwiatkowski (1982) 計分方法計算每位兒童的子音正確百分比 (percentage of consonants correct, 簡稱 PCC) 作為語音產出之指標之一。本語音產出作業之信度考驗的方式採評分者間一致性考驗, 本研究的語音樣本蒐集與分析由第一作者進行, 邀請另一名具有合格證照之語言治療師隨機抽取 10% 之兒童進行相同的語音分析程序。結果顯示兩位評分者在言語樣本 PCC 之評分一致性為 91.26%, 表示有良好的評分者間一致性。

(2) 語音知覺作業。本研究之語音知覺作業包含三項分作業: 純音頻率區辨作業、語音區辨作業、範疇知覺辨識作業, 以了解個案的語音知覺能力。

a. 純音頻率區辨作業。本研究參考過去相關文獻 (卓羽珊, 2016; 陳立芸、劉惠美, 2010; Hill et al., 2005; Nickisch & Massinger, 2009; Stinchfield, 1927; Travis & Davis, 1926) 設計純音頻率區辨作業。施測材料為一組兩個純音訊號, 其中, 以 1000 Hz 為對照音, 目標音則分別設計為 Δf 是 3%、7%、20% 的純音, 也就是 1030 Hz、1070 Hz 和 1200 Hz。測試程序為受試者在聽完兩個一組的純音頻率後 (例如 1000 Hz 與 1000 Hz、1070 Hz 與 1070 Hz、1000 Hz 與 1070 Hz 以及 1000 Hz

與 1030 Hz)，需指認出兩音為相同或不同。每一個純音訊號的長度皆為 250 ms，訊號的間隔（inter stimulus interval, ISI）為 500 ms，刺激音的音量設為 75 dBA。

本作業採用「AX 區辨作業」，兒童從耳機中聽到一組 2 個純音的配對，聽取完畢後兒童必須判斷兩個音的異同，並在電腦鍵盤上按下相對應的按鍵。指導語為：「小朋友，等一下你會聽到兩個聲音，如果兩個聲音聽起來一模一樣，請你按 O，如果兩個聲音聽起來不一樣，請你按 X。」練習階段會提供兒童反應對錯的回饋與增強，以確保受試者充分了解此作業；正式施測時則不提供反應回饋。正式施測階段的刺激音配對有四種排列組合（AA、AX、XA、XX），X 為 1000 Hz 的對照音，使用心理實驗軟體 E-Prime 編排程序，採隨機的順序出現，每個配對在正式階段會重複出現 4 次，共 48 次（3 種頻率差異配對 × 4 種順序 × 4 次重複）。實驗的過程在安靜的空間進行，兒童戴著耳機聽取筆記型電腦撥放的刺激音，並在鍵盤上做出反應。兒童的反應資料由軟體 E-Prime 來記錄，施測時間約 10 分鐘。

資料分析的指標包含「純音頻率區辨正確率」與「純音頻率區辨敏感度」。「純音頻率區辨正確率」是根據兒童正確反應的題數除以總題數；而「純音頻率區辨敏感度」則是依據訊號偵測理論計算出 d' 值，以了解兒童的純音知覺能力。其計算方法為命中（Hit）的 Z 值（正確命中反應數／兩刺激音具有差異的總題數）減去假警報（false alarm）的 Z 值（假警報反應數／兩刺激音無差異的總題數）， d' 值越高代表其知覺敏感度越高。

b. 語音區辨作業。本作業測量受試者對於最小音素對比的語音區辨能力。華語聲母基本可分為不同構音位置、構音方法及有無送氣等向度，本研究使用不同構音位置、構音方法及有無送氣等三類語音配對來檢驗兒童的語音區辨能力，另外，考量聲調為華語系統特有的特徵，具有辨義功能，因此也將其納入語音區辨作業中，以了解兒童的子音及聲調知覺能力。語音區辨作業共包括 6 組聲母對比的單音節語音配對，以及 6 組聲調對比的單音節語音配對，刺激語音以「最小音素對比」為原則來設計。語音刺激是錄製成年男性之語音，所有語音經過數位錄音機取樣，取樣頻率為 44 kHz，再以 PRAAT 軟體切割成音段檔案儲存，每個單音節的平均時長為 600 ms。詳細語音對比之內容如表 1。

表 1
語音區辨作業之對比語音

語音分類	對比語音
構音位置	1. 後置音／前置音：咖／他 2. 唇音／唇齒音：爬／罰
構音方法	1. 塞音／塞擦音：督／豬 2. 塞擦音／擦音：去／續
送氣與否	1. 不送氣／送氣塞音：爸／怕 2. 不送氣／送氣塞擦音：接／切
聲調	1. 聲調對比：一／姨、一／乙、一／意、姨／乙、姨／意、乙／意

本作業也採用「AX 區辨作業」，此作業分為兩部分進行，首先進行第一部分，為聲母對比的區辨作業，每個配對在正式階段會以隨機的方式重複出現 2 次，共會出現 48 次（6 組聲母語音對比 × 4 種排列組合 × 2 次重複）；接著進行第二部分，是聲調對比的區辨作業，每個配對在正式階段也以隨機的方式重複出現 2 次，共出現 48 次（6 種不同聲調語音配對“12、13、14、23、24、34” × 2 種順序 × 2 次重複 + 4 種相同聲調語音配對“11、22、33、44” × 1 種順序 × 6 次重複）。使用軟體 E-Prime 編排程序及記錄兒童反應，刺激間時距（inter stimulus interval, ISI）為 500 ms，兒童按下按鈕後至下一個刺激音出現間的時距為 300 ms，刺激音的音量皆為 75 dBA。

資料分析的指標包含「語音區辨敏感度」與「聲調區辨敏感度」。「語音區辨敏感度」與「聲調區辨敏感度」則是依據訊號偵測理論計算 d' 值。

c. 範疇知覺指認作業。本作業測量受試者對於刺激語音的知覺分類能力。刺激語音是錄製成年男性的語音後，將音節長度與音量調整為一致，並使用 PRAAT 將對比的兩個語音視為兩端點，接

著裁切為七個具有聲學參數連續性且等距變化的語音，作為刺激材料。本作業包含兩個分作業，其一為構音位置對比，內容為舌尖音與舌根音之對比 (/ta/-/ka/)；另一項為聲調對比，內容為華語二聲及三聲之對比，所有語音材料已經預試確定可測得清楚的知覺界線，用以了解兒童子音及聲調的範疇知覺能力。分作業一為 /ta/-/ka/ 的分類知覺測試，刺激材料的聲學特性如表 2 所示，本作業之構音位置的最小比對音為搭 /ta/ 與嘎 /ka/，是舌尖音 /t/ 與舌根音 /k/ 的對比，兩個輔音後接的母音均為後母音 /a/，主要操弄的聲學參數是第二共振峰 (F2) 到後面母音之間的頻率轉換 (formant transition) 斜度 (slope)。兩刺激音的共振峰轉換時長均控制在 20 ms 左右，總時長為 260 ms，刺激音的音量皆設為 75 dBA。使用電腦播放刺激音，一次播放一個語音，指導語為：「小朋友，等一下你會聽到一個聲音，如果你覺得聽起來是時鐘“搭搭搭”的聲音，請按紅色鍵；如果你的聽起來像青蛙“嘎嘎嘎”的聲音請按綠色鍵。」兒童戴上耳機聽取電腦所撥放的刺激音的同時，會看到電腦銀幕上呈現兩個對比音的相對應圖片 (時鐘 vs. 青蛙)，兒童根據聽到的語音按下對應答案之按鍵。在正式施測前有 4 次練習，正式作業則包含語音序列中的 7 個語音，每個語音會隨機出現 4 次，共 28 次。

表 2
/ta/-/ka/ 七個連續語音之聲學參數

/ta/-/ka/	塞音				母音		
	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3
/ta/-/ka/1	729	1227	2737	3546	750	1120	2884
/ta/-/ka/2	731	1231	2743	3550	761	1159	2906
/ta/-/ka/3	730	1234	2751	3568	738	1120	2849
/ta/-/ka/4	722	1239	2753	3591	730	1106	2811
/ta/-/ka/5	682	1248	2732	3605	725	1089	2789
/ta/-/ka/6	588	1284	2684	3609	719	1089	2780
/ta/-/ka/7	543	1236	2647	3611	719	1092	2779

分作業二為聲調範疇知覺測試 (拔 /pa2/ vs. 把 /pa3/)，以合成語音之聲調最小對比為材料，選擇二聲及三聲對比的原因是參考曹峰銘等人 (2009) 的研究顯示 5-7 歲的兒童在此項聲調對比的區辨敏感度之年齡效果最明顯，而兩端點刺激音聲學參數設定則是參考劉惠美等人 (2013) 的研究材料修訂而來。聲調所操弄的聲學參數為基頻 (fundamental frequency, F0)，「拔 /ba2/」的 F0 合成參數為：起點 = 220 Hz、最低點 = 160 Hz (轉折點在刺激全長 34% 的位置)，最高點為 = 210 Hz (刺激音的終點)。「把 /ba3/」的 F0 合成參數為：起點 = 220 Hz、最低點 = 160 Hz (轉折點在刺激全長 71% 的位置)，最高點為 = 210 Hz (刺激音的終點)。合成參數是參考一位語音清晰的成年男性所發出的聲調 F0 值，除 F0 外，每個聲調語音的其他聲學參數都維持相同，每個刺激音的總時長均為 260 ms，音量皆設為 75 dBA。本分作業指導語為：「小朋友，等一下你會聽到一個聲音，如果你覺得聽起來是拔河的“拔”，“拔”的聲音，請按紅色鍵；如果你的聽起來是門把的“把”，“把”的聲音請按綠色鍵。」兒童根據聽到的語音按下對應答案之按鍵。在正式施測前有練習機會，正式作業也是語音序列中的 7 個語音各隨機出現 4 次，共 28 次。

資料分析指標為計算兒童對於舌根音嘎 /ka/ 以及三聲聲調把 /ba3/ 在 1-7 語音序列的辨識 (或指認) 反應率。使用邏輯曲線擬合分析 (logistic curve fitting) 計算辨識曲線之斜率 β ，斜率數值越小，代表個案辨識語音的內在知覺界線一致性越高，其範疇語音知覺上的界線越明確。

(3) 音韻覺識作業。由於本研究對象為學齡前 5 歲兒童，在進行音韻覺識作業時容易受到語音記憶能力的影響，為了測得單純的音韻覺識能力，在音韻覺識作業設計上參考江政如 (1999) 以及李俊仁與柯華葳 (2009) 所陳述之要點，採盡量降低記憶之負荷及簡化測驗的施測方式，主要以辨異的測驗方式為主，而刪除作業則採較容易的音節刪除作業。本研究之音韻覺識作業使用 E-prime 製作，包含分作業一：押韻判斷、分作業二：首音判斷、分作業三：聲調判斷、以及分作業四：音節

刪除，共四個分作業。同時，為盡量降的兒童記憶的負荷量，本作業使用與刺激語音相對應的圖片作為語音的線索（例如狗、杯…等），以降低兒童記憶上的負擔分作業一至分作業三之刺激語音的挑選，盡量以 5 歲兒童熟悉的單詞為主，刺激材料皆為子音 – 母音組合的單音節字、涵蓋一到四聲調，且皆能以具體圖像來顯示。研究者參考中央研究院現代漢語語料庫詞頻統計以及余永吉（2006）的研究，選出學齡前兒童較常用的高頻字做為刺激音。使用軟體 E-Prime 編排程序及記錄兒童反應，刺激間時距的間隔（inter stimulus interval, ISI）為 500 ms，兒童按下按鈕後至下一個刺激音出現間的時距為 300 ms，刺激音的音量皆設為 75 dBA。各分項作業之內容如下：

- a. 分作業一。韻母判斷。請兒童判斷兩個單音節字的韻母是否相同，例如「褲」和「肚」。
- b. 分作業二。首音判斷。請兒童判斷兩個單音節字的聲母是否相同，例如「媽」和「貓」。
- c. 分作業三。聲調判斷。請兒童判斷兩個單音節字的聲調否相同，例如「肚」和「扇」。
- d. 分作業四。音節刪除作業。請兒童聽取雙音節或單音節詞後，根據題目刪除其中一個音節，說出剩下的音節。內容包含 6 題雙音節（例如「麗搭」）及 6 題三音節（例如「上威哈」），為避免兒童對於真詞的效應，因此使用假詞。

本作業包含四個分作業，每一個分作業在正式施測之前都有 3 題練習題，以按鍵反應（分作業一、二、三），或以口頭反應（分作業四）顯示其答案，所有題目皆以隨機的方式呈現。分作業一：韻母判斷、分作業二：首音判斷及分作業三：聲調判斷的測驗方式均相同。在練習階段，施測者會告訴兒童作業之指導語（小朋友，等一下會聽到兩個聲音，聽聽看這兩個聲音是一樣還是不一樣），接著畫面左方出現一張圖片及對應的刺激語音（例如，「肚」），聽完後施測者指著圖片告訴兒童：剛剛聽到的是肚子的「肚」，接著請兒童跟著說「肚」；然後電腦畫面的右邊再出現第二個刺激語音（例如，「兔」），施測者按照第一個刺激語音的方式引導兒童確認目標語音。透過練習，讓兒童了解施測方式。接著電腦會撥放此組語音 3 次（例如，肚兔 – 肚兔 – 肚兔），然後請兒童判斷兩個語音是「一樣」還是「不一樣」，並按下對應的按鍵。各分作業皆包含練習題 3 題、正式題 12 題，在進行練習題時，施測者會使用圖片教導兒童了解題意，練習題中對於兒童的回答會給予回饋，而正式題則沒有任何回饋，各分測驗之題目以隨機的方式撥放。而分作業四音節刪除的施測方式為，由施測者說明指導語（小朋友，等一下我們會聽到一些字，然後有狗狗會把其中一個字吃掉，請告訴我還剩下什麼字。），接著使用電腦撥放雙音節詞（例如，「麗搭」）或三音節詞（例如，「上威哈」）的聲音，請兒童跟著仿說一次，接著電腦會撥放此語詞 3 次（例如，麗搭 – 麗搭 – 麗搭），然後告訴兒童其中一個字不見了（例如，「麗」被狗狗吃掉不見了，還剩下什麼？），請兒童口頭回答，由研究者記錄下兒童之反應。此作業包含練習題 3 題、正式題 12 題，電腦以隨機的方式撥放。此作業中的每個分作業皆有 12 題，每一題答對計為 1 分，答錯計為 0 分，每個分作業總分 12 分，音韻覺識作業總分為 48 分。資料分析指標為計算每位受試者在各分作業及整體作業之得分及正確率，作為音韻覺識能力的指標。

結果

本研究的目的是在於探討語音異常兒童語音產出、語音知覺與音韻覺識能力之間的相關性，在排除年齡、語言理解能力與非語文智力的因素後，檢驗語音產出、語音知覺以及音韻覺識能力之間的淨相關。在確認變項之間的關聯性之後，再以迴歸分析探討語音知覺與音韻覺識對於語音產出的預測力。最後，以路徑分析去了解各變項間可能的影響關係。

表 3 呈現 46 名受試兒童之基本資料及各項篩選測驗的分數。平均非語文智商（TONI-4 離差智商）為 102，標準差為 11.24，屬正常範圍。在學前兒童語言障礙評量表之語言理解分測驗分數之平均百分等級為 60，顯示此群兒童的語言理解屬正常發展範圍。在華語兒童構音與音韻測驗之詞語構音分測驗之百分等級為 6.5，顯示此群體兒童的詞語構音正確度低於一般常模兒童，屬於語音異常。

表 3
受試兒童之基本資料及各項測試作業分數

		平均數	標準差	最小值	最大值
基本資料	生理年齡	5.45	0.30	5.00	5.92
	性別	39 男 / 7 女			
	非語文智商	102.00	11.24	80.00	126.00
	語言理解 PR 值	60.00	25.12	11.00	98.00
	構音表現 PR 值	6.50	5.48	1.00	20.00
語音產出 作業	詞語正確百分比	65.27	9.55	36.00	78.00
	PCC	62.61	9.38	35.10	78.12
語音知覺 作業	純音區辨正確率	0.65	0.17	0.36	0.94
	純音區辨敏感度	1.03	1.12	-0.76	3.29
	語音區辨正確率	0.75	0.16	0.42	0.92
	語音區辨敏感度	2.16	1.38	-0.55	3.29
	聲調區辨正確率	0.44	1.00	0.79	0.18
	聲調區辨敏感度	2.01	1.13	-0.11	3.46
	範疇語音指認斜率 (/ta/-/ka/) (β 值)	0.45	0.34	0.06	1.26
	範疇語音指認斜率 (/pa2/-/pa3/) (β 值)	0.48	0.33	0.06	1.08
	押韻判斷正確率	0.62	0.16	0.25	1.00
	首音判斷正確率	0.61	0.22	0.25	1.00
音韻覺識 作業	聲調判斷正確率	0.62	0.18	0.25	0.92
	音節刪除正確率	0.64	0.16	0.41	0.92
	整體音韻覺識測驗正確率	0.63	0.15	0.33	0.88

相關分析的項目包含語音異常兒童的生理年齡、非語文智商、語言理解、APTMC 詞語正確百分比、PCC、純音區辨敏感度、語音區辨敏感度、聲調區辨敏感度、範疇語音指認斜率值、範疇聲調區辨斜率值、押韻判斷正確率、首音判斷正確率、聲調判斷正確率、音節刪除正確率、整體音韻覺識測驗正確率。為排除年齡、語言理解及非語文智商因素的影響，使用淨相關了解在控制年齡、語言理解及非語文智商後的語音產出、語音知覺以及音韻覺識能力之關係，其結果如下。

(一) 語音產出、語音知覺與音韻覺識能力之間的相關性

在語音產出與語音知覺之間，語音產出能力的指標包括 APTMC 詞語正確百分比和言語樣本 PCC，研究結果顯示，APTMC 詞語正確百分比與範疇語音區辨斜率值達到顯著負相關 ($r = -.316, p = .039$)；PCC 與範疇語音指認斜率值 ($r = -.383, p = .011$) 及範疇聲調區辨斜率值 ($r = -.309, p = .044$) 達到顯著負相關。其中 PCC 與範疇語音指認斜率的相關性最高，相關係數達 $-.383$ ，其次是 APTMC 詞語正確百分比與範疇語音指認斜率的相關係數達 $-.316$ 。另外，兩個語音產出能力的指標與純音區辨敏感度無顯著相關 (APTMC: $r = .075$; PCC: $r = .127, p_s > .05$)，與語音區辨敏感度 (APTMC: $r = .192$; PCC: $r = .294, p_s > .05$)、聲調區辨敏感度 (APTMC: $r = -.035$; PCC: $r = .084, p_s > .05$) 無顯著相關。整體而言，本研究所測量的語音知覺能力當中，範疇語音指認及範疇聲調指認與語音產出能力有顯著相關，表示 SSD 兒童的子音及聲調知覺與語音產出能力之間有顯著的關聯性，其中以範疇語音指認能力的關係最為密切。而在語音產出與音韻覺識之間，研究結果顯示 PCC 與音節刪除正確率之間有顯著正相關 ($r = .309, p = .044$)，其他音韻覺識指標之間則無達到顯著相關。

另外，研究結果顯示語音知覺與音韻覺識能力之間有顯著相關。純音區辨敏感度與音節刪除正確率達顯著正相關 ($r = .502, p = .001$)。語音區辨敏感度與首音判斷 ($r = .335, p < .05$)、聲調判斷 ($r = .356, p < .05$)、音節刪除 ($r = .515, p < .001$) 及整體音韻覺識正確率 ($r = .461, p < .01$) 達顯著正相關。聲調區辨敏感度與首音判斷 ($r = .360, p = .018$)、聲調判斷 ($r = .346, p < .05$)、音節刪除 ($r = .526, p < .001$) 及整體音韻覺識測驗 ($r = .415, p < .05$) 達顯著正相關。範疇語音指認斜率值與音節刪除達顯著負相關 ($r = -.378, p = .012$)。範疇聲調區辨斜率值與首音判斷 ($r = -.356, p < .05$)、聲調判斷 ($r = -.378, p < .05$)、音節刪除 ($r = -.500, p < .001$) 及整體音韻覺識測驗 ($r = -.459, p < .05$) 達顯著負相關。

總結以上的相關分析結果，在控制年齡、語言理解與非語文智商的因素之後，語音異常兒童的語音產出能力與部分語音知覺及音韻覺識的指標有達到顯著淨相關，且語音知覺及音韻覺識之間也有許多指標之間彼此達顯著相關。

表 4
語音異常兒童語音知覺、語音產出及音韻覺識能力之淨相關摘要表

編號	指標	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	APTMC 詞語 正確率	1.000											
2.	PCC	.980***	1.000										
3.	純音區辨敏感度	.075	.127	1.000									
4.	語音區辨敏感度	.192	.294	.160	1.000								
5.	聲調區辨敏感度	-.035	.084	.322*	.607***	1.000							
6.	範疇語音指認 斜率	-.316*	-.380*	-.322*	-.350*	-.237	1.000						
7.	範疇聲調指認 斜率	-.191	-.309*	-.266	-.436**	-.544***	.535***	1.000					
8.	韻母判斷正確率	-.060	-.012	-.078	.181	.297	-.044	-.289	1.000				
9.	首音判斷正確率	.181	.238	.103	.335*	.360*	-.269	-.356*	.451**	1.000			
10.	聲調判斷正確率	.128	.181	.075	.356*	.346*	-.278	-.378	.412**	.889***	1.000		
11.	音節刪除正確率	.228	.309*	.502**	.515***	.526***	-.378*	-.500***	.372*	.728***	.723***	1.000	
12.	整體音韻覺識 正確率	.158	.214	.039	.461**	.415*	-.229	-.459*	.624***	.843***	.829***	.745***	1.000

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$.

(二) 語音知覺與音韻覺識能力對語音產出能力的預測力

本研究在語音產出能力有兩個指標，首先，先以 APTMC 詞語正確百分比為依變項，依據音韻處理的歷程，分為三個階層逐步投入各項指標，第一階層為控制的變項，包括年齡、語言理解和非語文智商，第二階層為語音知覺能力，放入與語音產出有顯著相關的變項，包括範疇語音指認斜率；第三階層為音韻覺識能力，由於只有音節刪除正確率與語音產出有顯著相關，因此這部分只有投入音節刪除正確率。階層迴歸分析結果顯示，迴歸模型的顯著性檢定 (F test) 達顯著，顯示此模型具有預測能力，最終模式 $R^2 = .227$ ，表示所有的聯合解釋力達 22.7%。由 R^2 改變量得知，年齡、語言理解及非語文智商的解釋量為 12.8%，增加語音知覺中的範疇語音指認斜率時為模式增加 8.8% 的解釋力，增加音韻覺識中的音節刪除能力時則再增加 1.1% 的解釋力，顯示在控制年齡、語言理解及非語文智商等因素之後，範疇語音指認能力與音節刪除能力對於語音產出的表現有所影響。表 5 為 APTMC 語詞正確百分比與語音知覺及音韻覺識之階層迴歸分析結果。

表 5
APTMC 與語音知覺及音韻覺識之階層迴歸分析

模式	投入變項	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	<i>R</i> ²	ΔR^2
依變項：APTMC						
1	年齡	8.03	4.62	0.26		
	語言理解 (T 分數)	0.09	0.13	0.12		
	非語文智商	-0.19	0.14	-0.22	0.13	0.07
1	年齡	4.14	4.80	0.13		
	語言理解 (T 分數)	0.04	0.12	0.04		
	非語文智商	-0.16	0.13	-0.18	0.13	0.07
2	範疇語音指認斜率	-9.53	4.47	-0.33	0.22	0.09
1	年齡	3.83	4.84	0.12		
	語言理解 (T 分數)	0.01	0.13	0.01		
	非語文智商	-0.19	0.14	-0.22	0.13	0.07
2	範疇語音指認斜率	-8.09	4.84	-0.28	0.22	0.09
3	音節刪除正確率	8.04	10.25	0.14	0.23	0.01

而在語音知覺與音韻覺識對 PCC 的預測力方面，以言語樣本的 PCC 為依變項，如同前述步驟，依據音韻處理的歷程，分為三個階層逐步投入各項指標，第一階層為控制的變項，包括年齡、語言理解及非語文智商，第二階層為語音知覺能力，放入與語音產出有顯著相關的變項，包括範疇語音指認斜率及範疇聲調指認斜率；第三階層為音韻覺識能力，放入與語音產出有顯著相關的音節刪除正確率，以了解每個變項對於 PCC 的解釋力。

結果顯示迴歸模型的顯著性檢定 (*F test*) 達顯著，顯示此模型具有預測能力，最終模式 $R^2 = .282$ ，表示所有變項的聯合解釋力達 28.2%。由 R^2 改變量得知，年齡、語言理解及非語文智商的解釋量為 12.2%，將語音知覺中的範疇語音指認斜率及範疇聲調指認斜率加入預測模式時，增加了 14.2% 的解釋力，增加音韻覺識中的音節刪除能力時為模式增加 1.8% 的解釋力，顯示在排除年齡、語言理解及非語文智商等因素之後，範疇語音指認能力、範疇聲調指認斜率與音節刪除能力對於語音產出的表現有所影響。表 6 為 PCC 與語音知覺及音韻覺識之階層迴歸分析結果。

最後，為了探討各個語音能力變項對於語音產出能力的直接與間接關係，利用多項複迴歸的方式進行路徑分析。所採用的 5 項複迴歸以及投入的各個自變項說明詳見表 7。各項複迴歸所納入的自變項是依前述各項階層迴歸分析的結果，選擇有直接效果的變項。最後將各項複迴歸中達顯著效果的變項與其標準化迴關係數，繪製成路徑圖，以呈現各變項之間可能的預測關係。

表 6
PCC 與語音知覺及音韻覺識之階層迴歸分析

模式	投入變項	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	<i>R</i> ²	ΔR^2
依變項：PCC						
1	年齡	8.19	4.56	0.27		
	語言理解 (T 分數)	0.61	0.13	0.08		
	非語文智商	-0.17	0.14	-0.20	0.12	0.06
1	年齡	4.23	4.70	0.14		
	語言理解 (T 分數)	-0.03	0.13	-0.03		
	非語文智商	-0.15	0.13	-0.18	0.12	0.06
2	範疇語音指認斜率	-9.09	5.10	-0.32		

(續下頁)

表 6
PCC 與語音知覺及音韻覺識之階層迴歸分析 (續)

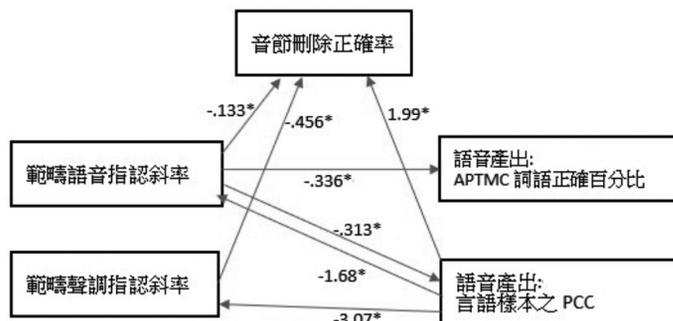
模式	投入變項	B	SE B	β	R ²	ΔR^2
1	範疇聲調指認斜率	-3.97	4.69	-0.14	0.26	0.14
	年齡	3.51	4.70	0.11		
	語言理解 (T 分數)	-0.05	0.13	-0.06		
2	非語文智商	-0.18	0.13	-0.22	0.12	0.06
	範疇語音指認斜率	-8.32	5.16	-0.29		
3	範疇聲調指認斜率	-2.08	5.08	-0.07	0.26	0.14
	音節刪除正確率	10.41	10.65	0.18		

表 7
路徑分析所採用的複迴歸變項說明

複迴歸程序	依變項	自變項
1	ATMPC 詞語正確百分比	範疇語音指認斜率 範疇聲調指認斜率 音節刪除正確率
2	言語樣本之 PCC	範疇語音指認斜率 範疇聲調指認斜率 音節刪除正確率
3	範疇語音指認斜率	ATMPC 詞語正確百分比 言語樣本之 PCC 音節刪除正確率
4	範疇聲調指認斜率	ATMPC 詞語正確百分比 言語樣本之 PCC 音節刪除正確率 範疇語音指認斜率
5	音節刪除正確率	範疇聲調指認斜率 ATMPC 詞語正確百分比 言語樣本之 PCC

依照複迴歸結果中，各個自變項對於語音異常兒童語音產出能力的預測關係，繪製的路徑圖如圖 1，並呈現複迴歸分析所得的標準化迴歸係數值。

圖 1
各變項對語音產出能力的預測關係路徑圖



以語音產出作為依變項時，範疇語音指認斜率對語音產出能力（APTMC 詞語正確百分比、言語樣本之 PCC）有直接的預測力，範疇語音指認斜率對 APTMC 詞語正確百分比的標準化迴歸係數 b 為 -0.336 ($t = -2.268, p < .05$)，對言語樣本之 PCC 的標準化迴歸係數 b 為 -0.313 ($t = -2.13, p < .05$)，表示範疇語音指認斜率對 APTMC 詞語正確百分比及言語樣本之 PCC 有顯著的直接影響力。

以音韻覺識中的音節刪除正確率為依變項時，言語樣本之 PCC 對音節刪除正確率有直接的預測力，標準化迴歸係數 b 為 1.99 ($t = 3.27, p < .05$)，範疇語音指認斜率與範疇知覺聲調指認斜率對音節刪除正確率也有直接預測力，標準化迴歸係數 b 分別為 -0.133 ($t = -.83, p < .05$) 及 -0.456 ($t = -2.75, p < .05$)。

以語音知覺中的範疇語音指認斜率及聲調區辨敏感度為依變項時，言語樣本之 PCC 對範疇語音指認斜率有直接的預測力，標準化迴歸係數 b 為 -1.68 ($t = -2.52, p < .05$)，對範疇聲調指認斜率也有直接的預測力，標準化迴歸係數 b 為 -3.07 ($t = -5.33, p < .001$)。

討論

(一) 語音知覺、音韻覺識與語音產出之相關性

本研究所採用的語音產出能力的指標有 APTMC 詞語正確百分比和 PCC，語音知覺的指標包括：純音頻率區辨正確率、純音頻率區辨敏感度、語音區辨敏感度、聲調區辨敏感度、範疇語音指認斜率、範疇聲調指認斜率，從較低層次的基礎頻率區辨到較高層次的語音對比及語音內在知覺界線的一致性來了解 SSD 兒童的語音知覺能力。音韻覺識指標包括：韻母判斷正確率、首音判斷正確率、聲調判斷正確率、音節刪除正確率，透過對於較大語音單位（音節）的覺識，到較小單位（韻母、聲母）的音韻覺識，來了解 SSD 兒童的音韻覺識能力。在本研究中的語音區辨作業是測試受試者對於最小音素對比的區辨能力，也就是對兩個語音訊號（聲學特徵）進行異或同的知覺判斷，測試兒童是否有基礎語音線索區辨能力。而在音韻覺識作業中，例如韻母判斷、聲母判斷、及聲調判斷作業則是要兒童從已建立之音韻表徵中（例如「豆」和「扣」），提取出特定的音素結構（例如聲母 \varnothing 或 $\langle \rangle$ ），並判斷這兩個結構是否相同或相異，所以此作業涉及較高層次的音韻表徵處理能力。「區辨」作業的形式是此年齡兒童較容易處理的作業形式之一，雖然語音知覺作業及音韻覺識作業都有採用區辨作業形式，但作業要求和指導語不同，因此測量到的音韻處理能力層次也不同。

1. 語音知覺和語音產出的關係

由表 4 的相關係數摘要表可知，語音產出的兩個指標與範疇語音指認斜率達中度負相關，PCC 與範疇聲調指認斜率也達中度負相關。其中 PCC 與範疇語音指認斜率的相關性最高，相關係數達 -0.380 ，其次是 APTMC 詞語正確百分比與範疇語音指認斜率的相關係數達 -0.316 。顯示子音及聲調的範疇語音指認能力與語音產出時背後所需要的歷程較為有關，一般而言，每個語音會在發展過程中形成在聽覺上固有的聲學特徵，語音知覺發展的過程即是將語音類別由較少的類別漸漸分化成更為完整的語音類別，若兩個語音之間的知覺空間產生重疊，就會出現分化不足的現象，可能會造成語音辨識的錯亂或混淆。本研究發現子音及聲調的範疇語音指認能力與語音產出能力的相關性相較之下是比較高的，而範疇語音指認又是當中與語音產出能力相關性最高的，因此推論子音及聲調的範疇語音指認是語音產出過程中特別重要的一項能力。此研究結果可能的解釋為 SSD 兒童對於跨語音類別的細微聲學變化敏感度較差，例如本研究使用的塞音構音部位對比差異的主要線索為第二共振峰頻率的走勢，及聲調對比的差異為基本頻率的趨勢（劉惠美等人，2013），導致 SSD 兒童的音韻處理的效率較差，使得語音產出受到影響，兩者之間有顯著相關。另一方面，兩個語音產出能力的指標與純音區辨敏感度無顯著相關（APTMC: $r = .205$; PCC: $r = .216, p_s > .05$ ），則顯示兒童對基礎聽覺頻率的區辨能力與其語音產出能力較無關係，此與卓羽珊（2016）的結果也發現語音異常兒童與一般兒童的純音區辨能力無顯著差異的結果相符，推論對純音的聽覺區辨能力不是影響兒童語音產出能力的重要因素。

除了範疇語音指認之外，本研究所測量的語音產出指標（詞語正確百分比、子音正確百分比）與語音區辨敏感度和聲調區辨敏感度較無關。Gósy 與 Horváth（2015）的研究結果發現 SSD 兒童的語音區辨能力較差，語音區辨能力可能與語音產出能力有關，然而該研究所使用的語音區辨材料為單音節或雙音節之對比（例如 [g&v] 和 [b&v]），本研究所使用的語音區辨材料皆為單音節之最小音素對比（例如 [pa2] 和 [fa2]），相較之下本研究之語音區辨作業較為困難；另外卓羽珊（2016）之研究結果也發現單純語音異常兒童之語音區辨能力與一般兒童相比無顯著差異，推論語音區辨能力與語音產出能力較無關係。鄭靜宜（2016）的研究結果發現 6 歲的一般兒童在區辨鼻音、不送氣塞音、邊音、構音部位（雙唇、齒槽、軟顎或硬顎）、齒槽位置的不同構音方式、捲舌對比、鼻韻對比以及聲調對比時的錯誤人數比率高於 25%，顯示此年齡的兒童尚未完全習得這些語音對比，而本研究選取的語音對比包含構音部位（雙唇、齒槽、軟顎等）、聲調對比，這些語音對比對於年紀比本研究還要大的一般兒童也尚未完全習得，顯示這些語音對比與 5 歲兒童的語音產出較無關係。整體而言，本研究選取的語音知覺能力中以範疇知覺的指標與語音產出能力有顯著相關，其中以範疇語音指認能力與語音產出的相關最為密切。

2. 音韻覺識與語音產出的關係

語音產出與音韻覺識之間，由表 4 可知，語音產出能力的 PCC 與音節刪除達到中度相關，而與其他指標間皆未達顯著相關。此結果顯示音韻覺識能力中的音節覺識與語音產出能力是有關的，音節覺識能力能反應出語音產出時背後所需要的歷程，表示在此年齡階段，較大單位的音韻覺識能力是語音產出歷程中較重要的能力，兒童對於音節（字）的覺識能力與語音產出能力有顯著相關。而兩個語音產出能力的指標與押韻判斷及首音判斷則無顯著相關，顯示在此年齡較小單位的音韻覺識較無法反應出語音產出時所需要的歷程。在過去的音韻覺識發展研究指出，音韻覺識能力的發展是由較大的單位，隨著年齡成長會逐漸精緻化，而發展出較小單位的音韻覺識（Nittrouer et al., 1993; Nittrouer & Miller, 1997），本研究結果反應出 5 歲兒童在較小單位的音韻覺識發展可能尚未成熟，因此在此階段的孩子，較小單位的音韻覺識較不能反應出語音產出時所需要的歷程。

3. 語音知覺與音韻覺識的關係

研究結果顯示語音知覺的各個指標都與音韻覺識的不同指標間有顯著相關，包含純音區辨敏感度與音節刪除正確率達顯著正相關。語音區辨敏感度與首音判斷、聲調判斷、音節刪除及整體音韻覺識正確率達顯著正相關。聲調區辨敏感度與首音判斷、聲調判斷、音節刪除及整體音韻覺識測驗達顯著正相關。範疇語音指認斜率值與音節刪除達顯著負相關。範疇聲調區辨斜率值與首音判斷、聲調判斷、音節刪除及整體音韻覺識測驗達顯著負相關。複迴歸分析的結果指出範疇語音指認斜率與範疇聲調指認斜率皆對音節刪除正確率有直接預測力，顯示語音知覺與音韻覺識能力間存在著顯著的相關性，此結果與過去的音韻表徵假說（the phonological representations hypothesis）相符（Goswami et al., 2002）。

4. 語音知覺、音韻覺識與語音產出的關係

根據以上結果，在控制年齡、語言理解與非語文智商的因素之後，語音異常兒童的語音知覺、音韻覺識及語音產出之間有相關性存在，其中語音知覺與音韻覺識之間的大多數指標都達顯著相關，但這兩個語音知覺層次能力與語音產出之間則僅有部分指標有關連性。推論其原因，以言語處理模式（speech processing model）、音韻表徵假說（the phonological representations hypothesis）及發展性權重轉換假說（developmental weighting shift）等學說來看，語音知覺及音韻覺識同屬於語音輸入與處理的歷程，兩者交互影響後建構出個體的音韻表徵，因此彼此的相關性較高。然而，有趣的是，本研究結果也發現語音產出雖屬於產出的歷程，但語音產出與語音知覺和音韻覺識兩者之間仍有相關性。研究結果顯示語音產出能力與範疇語音指認斜率、範疇聲調區辨斜率及音節刪除正確率達顯著淨相關，這些能力能反映出語音產出時背後所需要的歷程，其中範疇語音指認與語音產出能力之相關性最高，因此推論範疇語音指認是語音產出過程中特別重要的一項能力，範疇語音指認

能力越好，語音產出能力也越佳。而在語音產出與音韻覺識之間，PCC 與音節刪除正確率之間有顯著正相關，顯示語音異常兒童的音節覺識能力越好，語音產出能力也越好。另外，研究結果顯示語音知覺與音韻覺識能力之間有多項指標達顯著相關，表示兒童的語音知覺能力越好音韻覺識能力也越佳。過去的理論主要是描述一般正常發展兒童的音韻處理發展與各變項間的關係，本研究分析的族群為語音異常兒童，在總結以上的相關分析結果後，發現語音異常兒童的語音產出能力、語音知覺及音韻覺識之間的指標達到顯著淨相關，顯示語音異常兒童音韻處理各項能力間的相關性與一般兒童相似，也支持過去研究提出的理論論述（Goswami et al., 2002; Nittrouer et al., 1993; Nittrouer & Miller, 1997; Stackhouse & Wells, 1997）。

（二）語音知覺與音韻覺識與對語音產出的預測力

歸納過去探討 SSD 兒童是否有語音知覺處理歷程缺陷的研究（梁秋雯，2015；鄭靜宜，2016；Bird & Bishop, 1992; Cabbagee et al., 2015; Carroll & Snowling, 2004; Gósy & Horváth, 2015; Hoffman et al., 1983; Nathan et al., 2004; Nijland, 2009; Rvachew et al., 2003; Rvachew et al., 2004），關於語音知覺以及音韻覺識能力對於語音產出的影響，研究結果其實是不太一致的，因此本研究試圖排除年齡、語言理解以及非語文智商的影響，探討語音知覺、音韻覺識能力對語音產出能力的預測力。

本研究使用路徑分析了解語音知覺及音韻覺識對語音產出的預測力及三者間的預測關係。結果發現語音知覺及音韻覺識在兩個語音產出測驗中，都有一些變項對於語音產出能力有顯著的預測力。在語音知覺中範疇語音指認能力對於語音產出有直接的預測力，總效果值達 $-.313 \sim -.336$ ，顯示在語音產出的歷程中，辨識兩個語音之間細微聲學差異的能力，會直接影響語音產出正確性。語音異常兒童的範疇語音指認能力越差，較無法對連續的語音聲學數值在知覺上有效的進行分類，進而影響語音產出，而兒童對於子音的語音知覺界線越清楚，越能建構出正確的音韻表徵。綜合過去理論（Goswami et al., 2002; Liberman & Mattingly, 1985; Nittrouer et al., 1993），兒童的音韻表徵品質會影響其語音產出的品質，當兒童的音韻表徵品質越好，其語音產出能力也會越好。上述關於語音知覺與語音產出關係的結果也支持了 Liberman 與 Mattingly（1985）所提出的動作理論，認為語音知覺會影響語音產出能力。而在音韻覺識能力當中，音節刪除能力對語音產出的預測力未達顯著水準，反而語音產出中的言語樣本 PCC 對音節刪除能力有直接的預測力，表示在 5 歲階段的語音異常兒童，其音節覺識能力對於語音產出能力無直接影響力，推測其原因為此階段兒童的音韻覺識能力尚在發展中，且會透過語音產出的過程促進音韻覺識能力的發展。Stackhouse 等人（2005）的研究中提到音韻發展能力是聽覺、語音產出及閱讀經驗累積下來的成果，因此語音產出可能影響音韻覺識的發展。可能是在語音產出的過程中，兒童對於產出的語音成分會有所覺察，包含音節、音素、聲調…等成分，因此兒童的語音產出能力越好，可以幫助兒童更正確的覺察言語中的語音內涵，進而影響音韻覺識的發展。

另外，從路徑分析的結果可以看出，言語樣本 PCC 除了對音節刪除能力有直接的預測力外，對範疇語音指認及範疇聲調指認能力皆有直接的預測力，顯示此階段之語音異常兒童的語音產出能力對子音及聲調的語音知覺及音韻覺識皆有直接影響力，兒童的語音產出能力不佳也會直接影響子音及聲調的語音知覺及音韻覺識的發展。此結果支持了 Levelt 等人（1999）所提出的模式，推測其原因可能是說話者在說話時構音器官所產生的聲學信號會進入說話者的聽覺路徑，而聲學信號經過聽覺路徑至大腦產生的語音知覺會再次檢查是否語音產出動作是否正確，進而對原來的語音知覺產生校正的功能，因此語音產出能力也會影響語音知覺能力的發展。由以上可知，本研究雖然是分析語音異常兒童的音韻處理能力，然而研究結果與過去針對一般正常發展兒童音韻處理之假設相似，即語音知覺能力會影響語音產出的能力，且語音知覺也會影響音韻覺識能力，而音韻覺識能力也會提升語音知覺的精細度，進而影響語音的產出能力。語音產出時所出提供的知覺或構音動作回饋也會促使語音知覺及音韻覺識更進一步的發展，三者能力之間存在如上述之密切交互關係。

結論與建議

本研究發現在控制年齡、語言理解及非語文智商之後，語音異常兒童的子音及聲調的語音知覺（範疇語音指認、範疇聲調指認）及音韻覺識（音節刪除）與語音產出有顯著相關，其中範疇語音指認對於語音產出有直接的預測力，顯示這些能力對於語音產出有重要的影響力，而此結果提供語音異常兒童在語音知覺和音韻覺識層次可能有能力缺陷的參考。

本研究涵蓋的音韻處理能力包含語音知覺及音韻覺識能力，而在整體的音韻處理能力上還包含其他面向（例如非詞複誦能力），因此建議未來研究持續探討語音異常兒童其他音韻處理能力與語音產出的關係。另外，目前針對語音異常兒童常用介入的方法有兩大取向，一種是以動作技巧為主的治療模式，一種是以語言為基礎的治療模式。以動作技巧為主的模式著重訓練語音產出動作的技巧，主要是教導個案語音產生時的口腔動作；以語言為基礎的模式則是強調重整個案的音韻系統，建立語音特徵的比對，以適當的音韻系統取代兒童目前錯誤的音韻歷程（Bernthal et al., 2013）。根據本研究結果建議介入時「聽」與「說」的訓練並進，在聽的訓練方面，加強語音區辨（例如區辨相同語音或不同語音）及音韻覺識（例如覺察特定音素）可幫助兒童建立正確的表徵，有助於語音產出的正確性；在說的訓練方面，加強兒童觀察構音器官的位置和動作，藉由正確的語音產出動作之回饋也能幫助兒童在語音知覺與音韻覺識的發展，兩種訓練並行能夠直接與間接的促進兒童音韻及語音產出能力。

參考文獻

- 江政如（1999）：《聲韻覺識與中文認字能力的相關性研究》（未出版碩士論文），國立台東師範大學。[Chiang, C.-J. (1999). *The correlation between phonological awareness and Chinese character recognition* (Unpublished master's thesis). National Taitung University.]
- 余永吉（2006）：《台灣學齡前兒童口語詞彙資料庫之發展》（未出版博士論文），國立成功大學。[Sher, Y.-J. (2006). *Development of the oral vocabulary database of preschool children in Taiwan* (Unpublished doctoral dissertation). National Cheng Kung University.]
- 李俊仁、柯華葳（2009）：〈台灣學生聲韻覺識作業之聲韻表徵運作單位〉。《教育心理學報》，41（1），111–124。[Lee, J.-R., & Ko, H.-W. (2009). Phonological representation unit in the phonological awareness task among Taiwanese students. *Bulletin of Educational Psychology*, 41(1), 111–124.] <https://doi.org/10.6251/BEP.20081117>
- 呂信慧、曹峰銘（2018）：〈遲語兒幼兒期至學齡前期的語言發展型態：兩年縱貫研究〉。《教育心理學報》，49（4），611–636。[Lu, H.-H., & Tsao, F.-M. (2018). Late-talking children's language development pattern in the early childhood: A longitudinal study for two years. *Bulletin of Educational Psychology*, 49(4), 611–636.] [https://doi.org/10.6251/BFP.201806_49\(4\).0005](https://doi.org/10.6251/BFP.201806_49(4).0005)
- 林幸台、吳武典、胡心慈、郭靜姿、蔡崇建、王振德（2013）：《托尼非語文智力測驗》。心理出版社。[Lin, H.-T., Wu, W.-D., Hu, H.-T., Kuo, C.-T., Tsai, T.-C., & Wang, T.-T. (2013). *Test of nonverbal intelligence* (4th Ed.). Psychological Publishing.]
- 林佳儒、張顯達、鍾玉梅（2013）：〈語音異常兒童的語音聽辨與聲韻覺識能力與不同治療方式的關係〉。《台灣聽力語言學會雜誌》，30，1–19。[Lin, C.-R., Chang, H.-T., & Chung, Y.-M. (2013). The correlation between phonetic discrimination, phonological awareness and different treatment approach for children with speech sound disorders. *Journal of the Speech-Language-Hearing Association of Taiwan*, 30, 1–19.] <https://doi.org/10.6143/JS LHAT.2013.06.01>

- 林寶貴、黃玉枝、黃桂君、宣崇慧（2008）：《修訂學前兒童語言障礙評量表》。國立臺灣師範大學特殊教育中心。[Lin, B.-K., Huang, Y.-C., Huang, K.-C., & Hsuan, C. H. (2008). *Revised the preschool children's language disorder scale*. Special Education Center of National Taiwan Normal University.]
- 卓羽珊（2016）：《伴隨語言發展異常與單純學前語音異常兒童之語音知覺表現》（未出版碩士論文），國立台北護理健康大學。[Cho, Y.-S. (2016). *Speech perception in preschool children with speech sound disorder and with co-occurring language impairment* (Unpublished master's thesis). National Taipei University of Nursing and Health Sciences.]
- 胡潔芳（2005）：〈母語音韻發展成熟度與外語學習之關係〉（口頭發表論文）。兒童外語發展與學習學術研討會，台北。https://163.21.236.197/~english/old_dat/HCF/phono%20maturation.html [Hu, C.-F. (2005). *The relationship between maturity of mother tongue development and foreign language learning* (Paper presentation). Symposium on Children's Foreign Language Development and Learning, Taipei. https://163.21.236.197/~english/old_dat/HCF/phono%20maturation.html]
- 陳立芸、劉惠美（2010）：〈學齡期特定型語言障礙兒童聽知覺區辨能力初探〉。《特殊教育研究學刊》，35（1），1–18。[Chen, L.-Y., & Liu, H.-M. (2010). Auditory processing in school-aged children with specific language impairments. *Bulletin of Special Education*, 35(1), 1–18.]
- 梁秋雯（2015）：《學前語音異常兒童之語音區辨及音節偵測作業的表現》（未出版碩士論文），國立高雄師範大學。[Liang, C.-W. (2015). *The performance of speech recognition and syllable detection tasks for children with speech sound disorder in preschool* (Unpublished master's thesis). National Kaohsiung Normal University.]
- 曹峰銘、李菁芸、謝怡欣、邱建業（2009）：〈學齡前兒童塞音及聲調知覺與詞彙發展的關係〉。《台灣聽力語言學會雜誌》，24，39–58。[Tsao, F.-M., Li, C.-Y., Hsieh, I.-H., & Chiu, C.-Y. (2009). Assessing stop and lexical tone perception in preschool children and relationship with word development. *Journal of the Speech-Language-Hearing Association of Taiwan*, 24, 39–58.] <https://doi.org/10.6143/JSLHAT.2009.12.03>
- 劉惠美、曹峰銘、張鑑如、徐儷玲（2013）：〈學前到學齡兒童的語音區辨能力發展及其與詞彙理解的關係〉。《教育心理學報》，45（2），221–240。[Liu, H.-M., Tsao, F.-M., Chang, C.-J., & Li, L.-H. (2013). The development of speech discrimination in preschool and school-aged children: Association with word comprehension. *Bulletin of Educational Psychology*, 45(2), 221–240.] <https://doi.org/10.6251/BEP.20130527>
- 鄭靜宜（2018）：《華語兒童構音與音韻測驗》。心理出版社。[Jen, J.-Y. (2018). *Articulatory and phonological test for mandarin-speaking children*. Psychological Publishing.]
- 鄭靜宜（2016）：〈語音異常兒童的語音區辨及聲學調整對其聽知覺的影響〉。《特殊教育研究學刊》，41（3），35–66。[Jen, J.-Y. (2016). Speech discrimination of Mandarin-speaking children with speech sound disorders. *Bulletin of Special Education*, 41(3), 35–66.] <https://doi.org/10.6172/BSE.201611.4103002>
- 鄭靜宜（2020）：〈學前兒童至老年階段言語功能指標數值的變化〉。《教育心理學報》，51（4），613–637。[Jeng, J.-Y. (2020). Changes in indicator values of speech function

- across lifespan. *Bulletin of Educational Psychology*, 51(4), 613–637.] [https://doi.org/10.6251/BEP.202006_51\(4\).0005](https://doi.org/10.6251/BEP.202006_51(4).0005)
- American Speech Language Hearing Association. (ASHA). (2016). *Speech sound disorders: Articulation and phonological processes*. <https://www.asha.org/public/speech/disorders/SpeechSoundDisorders.htm>
- Anthony, J. L., Aghara, R. G., Dunkelberger, M. J., Anthony, T. I., Williams, J. M., & Zhang, Z. (2011). What factors place children with speech sound disorders at risk for reading problems? *American Journal of Speech-Language Pathology*, 20(2), 146–160. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2011/10-0053\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2011/10-0053))
- Bernthal, J. E., Bankson, N. W., & Flipsen, P. (2013). *Articulation and phonological disorders* (7th ed.). Allyn and Bacon.
- Bird, J., & Bishop, D. (1992). Perception and awareness of phonemes in phonologically impaired children. *European Journal of Disorders of Communication*, 27(4), 289–311. <https://doi.org/10.3109/13682829209012042>
- Cabbage, K. L., Farquharson, K., & Hogan, T. P. (2015). Speech perception and working memory in children with residual speech errors: A case study analysis. *Seminars in Speech and Language*, 36(4), 234–246. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1562907>
- Carroll, J. M., & Snowling, M. J. (2004). Language and phonological skills in children at high risk of reading difficulties. *Journal of Child Psychological Psychiatry*, 45(3), 631–640. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00252.x>
- Diehl, R. L., Lotto, A. J., & Holt, L. L. (2004). Speech perception. *Annual Review of Psychology*, 55, 149–179. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.55.090902.142028>
- Frost, S. J., Landi, N., Mencl, W. E., Sandak, R., Fulbright, R. K., Tejada, E. T., Jacobsen, L., Grigorenko, E. L., Constable, R. T., & Pugh, K. R. (2009). Phonological awareness predicts activation patterns for print and speech. *Annals of Dyslexia*, 59(1), 78–97. <https://doi.org/10.1007/s11881-009-0024-y>
- Gósy, M., & Horváth, V. (2015). Speech processing in children with functional articulation disorders. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 29(3), 185–200. <https://doi.org/10.3109/02699206.2014.983615>
- Goswami, U., Thomson, J., Richardson, U., Stainthorp, R., Hughes, D., Rosen, S., & Scott, S. K. (2002). Amplitude envelope onsets and developmental dyslexia: A new hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(16), 10911–10916. <https://doi.org/10.1073/pnas.122368599>
- Hill, P. R., Hogben, J. H., & Bishop, D. M. V. (2005). Auditory frequency discrimination in children with specific language impairment: A longitudinal study. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 48, 1136–1146. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2005/080\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2005/080))
- Hoffman, P. R., Daniloff, R. G., Bengoa, D., & Schuckers, G. H. (1985). Misarticulating and normally articulating children's identification and discrimination of synthetic [r] and [w]. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 50(1), 46–53. <https://doi.org/10.1044/jshd.5001.46>
- Hoffman, P. R., Stager, S., & Daniloff, R. G. (1983). Perception and production of misarticulated (r).

- Journal of Speech and Hearing Disorders*, 48(2), 210–215. <https://doi.org/10.1044/jshd.4802.210>
- Kraljic, T., Brennan, S. E., & Samuel, A. G. (2008). Accommodating variation: Dialects, idiolects, and speech processing. *Cognition*, 107(1), 54–81. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.07.013>
- Levelt, W. J., Roelofs, A., & Meyer, A. S. (1999). A theory of lexical access in speech production. *Journal of Behavioral and Brain Science*, 22(1), 1–38. <https://doi.org/10.1017/S0140525X99001776>
- Liberman, A. M., Cooper, F. S., Shankweiler, D. P., & Studdert-Kennedy, M. (1967). Perception of the speech code. *Psychological Review*, 74(6), 431–461. <https://doi.org/10.1037/h0020279>
- Liberman, A. M., & Mattingly, I. G. (1985). The motor theory of speech perception revised. *Cognition*, 21(1), 1–36. <https://doi.org/10.1037/rev0000013>
- Mann, V. A., & Foy, J. G. (2007). Speech development patterns and phonological awareness in preschool children. *Annal Dyslexia*, 57(1), 51–74. <https://doi.org/10.1007/s11881-007-0002-1>
- Mayo, C., Scobbie, J. M., Hewlett, N., & Waters, D. (2003). The influence of phonemic awareness development on acoustic cue weighting strategies in children’s speech perception. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 46(5), 1184–1196. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2003/092\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2003/092))
- McReynolds, L. V., Kohn, J., & Williams, G. C. (1975). Articulatory-defective children’s discrimination of their production errors. *The Journal of Speech and Hearing Disorders*, 40(3), 327–338. <https://doi.org/10.1044/jshd.4003.327>
- Mitterer, H., & Ernestus, M. (2008). The link between speech perception and production is phonological and abstract: Evidence from the shadowing task. *Cognition*, 109(1), 168–173. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2008.08.002>
- Nathan, L., Stackhouse, J., Goulandris, N., & Snowling, M. J. (2004). The development of early literacy skills among children with speech difficulties: A test of the “critical age hypothesis”. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 47(2), 377–391. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2004/031\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2004/031))
- Nickisch, A., & Massinger, C. (2009). Auditory processing in children with specific language impairments: Are there deficits in frequency discrimination, temporal auditory processing or general auditory processing? *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 61(6), 323–328. <https://doi.org/10.1159/000252848>
- Nijland, L. (2009). Speech perception in children with speech output disorders. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 23(3), 222–239. <https://doi.org/10.1080/02699200802399947>
- Nittrouer, S., Manning, C., & Meyer, G. (1993). The perceptual weighting of acoustic cues changes with linguistic experience. *Journal of the Acoustical Society of America*, 94(3), Article 1865. <https://doi.org/10.1121/1.407649>
- Nittrouer, S., & Miller, M. E. (1997). Predicting developmental shifts in perceptual weighting schemes. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 101(4), 2253–2266. <https://doi.org/10.1121/1.418207>
- Preston, J., & Edwards, M. L. (2010). Phonological awareness and types of sound errors in preschoolers with speech sound disorders. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53(1), 44–60. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2009/09-0021\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2009/09-0021))

- Rvachew, S., Chiang, P.-Y., & Evans, N. (2007). Characteristics of speech errors produced by children with and without delayed phonological awareness skills. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 38*, 60–71. [https://doi.org/10.1044/0161-1461\(2007/006\)](https://doi.org/10.1044/0161-1461(2007/006))
- Rvachew, S., & Grawburg, M. (2006). Correlates of phonological awareness in preschoolers with speech sound disorders. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 49*(1), 74–87. [https://doi.org/10.1044/10924388\(2006/006\)](https://doi.org/10.1044/10924388(2006/006))
- Rvachew, S., & Jamieson, D. G. (1989). Perception of voiceless fricatives by children with a functional articulation disorder. *Journal of Speech and Hearing Disorders, 54*(2), 193–208. <https://doi.org/10.1044/jshd.5402.193>
- Rvachew, S., Nowak, M., & Cloutier, G. (2004). Effect of phonemic perception training on the speech production and phonological awareness skills of children with expressive phonological delay. *American Journal of Speech-Language Pathology, 13*(3), 250–263. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2004/026\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2004/026))
- Rvachew, S., Ohberg, A., Grawburg, M., & Heyding, J. (2003). Phonological awareness and phonemic perception in 4-year-old children with delayed expressive phonology skills. *American Journal of Speech-Language Pathology, 12*(4), 463–471. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2003/092\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2003/092))
- Schuele, C. M., & Boudreau, D. (2008). Phonological awareness intervention: Beyond the basics. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 39*(1), 3–20. [https://doi.org/10.1044/0161-1461\(2008/002\)](https://doi.org/10.1044/0161-1461(2008/002))
- Shriberg, L. D., & Kwiatkowski, J. (1982). Phonological disorder I: A diagnostic classification system. *Journal of Speech and Hearing Disorder, 47*(3), 226–241.
- Shriberg, L. D., Austin, D., Lewis, B. A., McSweeney, J. L., & Wilson, D. L. (1997). The percentage of consonants correct (PCC) metric: Extensions and reliability data. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 40*(4), 708–722. <https://doi.org/10.1044/jslhr.4004.708>
- Stackhouse, J., & Wells, B. (1997). *Children's speech and literacy difficulties: A psycholinguistic framework*. Whurr.
- Stackhouse, J., Wells, B., Pascoe, M., & Rees, R. (2005). From phonological therapy to phonological awareness. *Seminars in Speech and Language, 23*(1), 27–42. <https://doi.org/10.1055/s-2002-23509>
- Stinchfield, S. M. (1927). Some relationships between speech defects, musical disability, scholastic attainment and maladjustment. *Quarterly Journal of Speech, 13*(3), 268–275. <https://doi.org/10.1080/00335632709379692>
- Travis, L. E., & Davis, M. G. (1926). The relation between faulty speech and lack of certain musical talents. *Psychological Monographs, 36*(2), 71–81. <https://doi.org/10.1037/h0093233>

收稿日期：2020年08月11日

一稿修訂日期：2020年08月13日

二稿修訂日期：2020年10月19日

三稿修訂日期：2020年11月10日

四稿修訂日期：2020年11月25日

接受刊登日期：2020年11月26日

Bulletin of Educational Psychology, 2021, 52(4), 909–934
National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, R. O. C.

Relationships Between Speech Perception, Phonological Awareness, and Speech Production in Preschool-Age Children with Speech Sound Disorder

Hsin-Yu Chien

Department of Audiology and
Speech-Language Pathology
Asia University

Huei-Mei Liu

Department of Special
Education, Institute for
Research Excellence in Learning Sciences
National Taiwan Normal University

According to the definition of the American Speech-Language-Hearing Association, in children, speech sound disorders (SSDs) are defined as speech errors that persistent even after a certain age. Studies have shown that children with SSDs may have problems with phonological perception and phonological awareness in the preschool stage. Some studies have suggested that when treating phonological abnormalities in children, training for speech perception and phonological awareness may also improve treatment effectiveness. However, at present, studies examining the relationships between speech perception, phonological awareness, and speech production of children with SSDs are lacking. To develop an effective intervention plan for children with SSDs, the relationship between speech output and speech processing-related variables should be determined. This study systematically examined the correlations between the speech production of children with SSDs and their levels of speech perception and phonological awareness to provide empirical evidence for improving clinical intervention design.

By using speech processing models, this study inferred the possible reciprocal relationships between speech perception, phonological awareness, and speech production. Children develop speech perception abilities (such as basic abilities to discriminate and identify speech sounds) in the early stages of development. This basic speech perception ability affects their abilities of speech production and of phonological awareness (e.g., building phonological representations and manipulations). The development of phonological awareness would improve the fineness of speech perception abilities, which in turn affects the capacity of speech production. Moreover, the perceptual and motor feedback provided based on the speech production ability in preschool children may also promote the development of speech perception and phonological awareness in these children. Although the reciprocal relationships between speech perception, phonological awareness, and speech production in children with typical development or children with SSDs have not been consistently demonstrated in the literature, speech perception, phonological awareness, and speech production are hypothesized to have mutual influence in children with SSDs during preschool ages.

This study examined the relationships between speech perception, phonological awareness, and speech production in preschool children with SSDs. Participants were 46 Mandarin-speaking children aged 5 years (39 boys and 7 girls) with SSDs and without any other sensory or developmental disabilities, such as intellectual disability, cerebral palsy, or hearing impairment. Their nonverbal IQ was higher than 80 on the Test of Nonverbal Intelligence-Fourth Edition (TONI-4). Their language comprehension was also more than -1.5 standard deviation on the scandalized language test. Several self-made computerized

and standardized tests were used to measure their speech perception, phonological awareness, and speech production abilities. For speech perception, pure tone discrimination, speech discrimination, and categorical perception assessments were conducted. For phonological awareness, assessments of rhyme judgment, initial sound judgment, tone judgment, and syllable deletion were designed. For speech production assessment, we used the Articulatory and Phonological Test for Mandarin-Speaking Children to assess individual children's percentage of correct word production. In addition, the speech samples elicited from the conversation, comic strip cards, and storybooks were collected and analyzed to index the percentage of correct consonants for individual children. Correlation and multiple regression analyses (including path analysis) were used to examine the relationships among these three speech-related abilities as well as the ability of speech perception and phonological awareness to predict speech production in Mandarin-speaking children with SSDs.

After controlling for age, language comprehension, and nonverbal IQ, correlations were observed between the speech perception, phonological awareness, and speech production of children with SSDs. Most measures of speech perception and phonological awareness were significantly correlated; however, partial correlations were found between the measures of speech perception and speech production. For example, the identification slope of consonants and tones was significantly correlated with the speech production ability, but pure tone identification was not correlated with speech production. Speech production was only correlated with syllable deletion, but not with other indexes of phonological awareness (i.e., rhyme judgment, initial sound judgment, and tone judgment). Furthermore, the results of multiple regression analysis showed that the identification slope of consonants, tone perception, and syllable deletion had explanatory power for speech production. That is, the speech perception and phonological awareness abilities at the syllable level could predict the variance of speech production. Among the predictive factors, the identification slope of speech was the most powerful predictor of speech production. In path analysis with speech production as the dependent variable, the categorical perception of consonants and tone had direct predictive power for speech production.

This study revealed that after controlling for age, language comprehension, and nonverbal IQ, the speech perception sensitivities of consonants and tones (especially the phonetic identification of categorical perception) and phonological awareness (i.e., syllable deletion) of children with SSDs were significantly correlated with their speech production at 5 years of age. Among them, categorical speech identification had direct predictive power for speech production, showing that this ability has important influence on speech production, and this result indicates that children with SSDs may have inferior abilities of speech perception and phonological awareness.

This study analyzed the phonological processing ability of children with SSDs, and the results are similar to the previous hypothesis for the normal development of children's phonological processing; that is, speech perception ability affects speech production ability, and phonological awareness ability affects speech perception ability. The improved phonological awareness ability may increase the fineness of speech perception, which in turn affects the speech production ability. The perception or articulation feedback provided during speech production also promotes the further development of speech perception and phonological awareness. Overall, a close interaction exists between the three speech-related abilities as described above.

The phonological processing capabilities covered in this research include speech perception and phonological awareness; however, phonological processing should include other aspects (such as phonological working memory). Therefore, future studies should explore other phonological processing abilities of children with SSDs to gain a comprehensive understanding of the phonological causes of SSDs. In addition, currently, two major approaches of intervention exist for children with SSDs, one based on motor skill training and the other based on language processing training. The articulation-based training model focuses on motor skill training for speech production, and this training mainly involves teaching the correct articulatory movements of individual speech sounds at the speech production level. The language processing-based model emphasizes the buildup of correct phonological representation of the complex phonological system for children with SSDs to correct inaccurate speech representations and speech errors. According to the results of this study, training involving both "listening" and "speaking" is important and should be conducted as an early speech intervention for children with SSDs. In terms of listening training, establishing phonetic discrimination (i.e., distinguishing the same or different speech sounds), identification (i.e., defining the specific speech sound category), and phonological awareness (i.e., detecting specific phonemes) may facilitate speech production in preschool children with SSDs. The establishment of correct phonological representations for children may facilitate precise speech production. In terms of speaking training, children should be supported to observe the position

and movements of the speech organs during articulation training. The feedback of correct speech production movements can also facilitate children's speech perception abilities. Overall, the developments of speech perception, phonological awareness, and speech production are intercorrelated. Speech perception and phonological awareness training should be combined when implementing speech interventions for children with SSDs to improve their speech sound production.

Keywords: phonological awareness, speech perception, speech production, speech sound disorder, categorical perception

