



12-31-2017

# Speech Functions and Acoustic Analysis in Children with Cerebral Palsy Having Different Communication Levels

Yi-Ching Huang

Chia-Ling Chen

Chia-Ying Chung

Katie Pei-Hsuan Wu

Huei-Mei Liu

*See next page for additional authors*

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



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

### Recommended Citation

Huang, Yi-Ching; Chen, Chia-Ling; Chung, Chia-Ying; Wu, Katie Pei-Hsuan; Liu, Huei-Mei; and Chen, Hsieh-Ching (2017) "Speech Functions and Acoustic Analysis in Children with Cerebral Palsy Having Different Communication Levels," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 45: Iss. 1, Article 5.

DOI: [https://doi.org/10.6315/2017.45\(1\)05](https://doi.org/10.6315/2017.45(1)05)

Available at: <https://rps.researchcommons.org/journal/vol45/iss1/5>

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

---

# Speech Functions and Acoustic Analysis in Children with Cerebral Palsy Having Different Communication Levels

## Authors

Yi-Ching Huang, Chia-Ling Chen, Chia-Ying Chung, Katie Pei-Hsuan Wu, Huei-Mei Liu, and Hsieh-Ching Chen

原著

# 不同溝通障礙程度學齡腦性麻痺兒童語言功能及聲學分析之研究

黃苡晴<sup>1,2\*</sup> 陳嘉玲<sup>1,3\*</sup> 鍾佳英<sup>3,4</sup> 吳佩璇<sup>3,5</sup> 劉惠美<sup>6</sup> 陳協慶<sup>7</sup>

長庚大學早期療育研究所<sup>1</sup> 童言樂語語言治療所<sup>2</sup> 長庚醫療財團法人林口長庚醫院復健科<sup>3</sup>  
長庚大學物理治療學系<sup>4</sup> 長庚大學醫學院中醫學系<sup>5</sup> 國立台灣師範大學特殊教育系<sup>6</sup>  
國立台北科技大學工業工程與管理系<sup>7</sup>  
(\*共同第一作者)

腦性麻痺兒童通常會有語言、言語和溝通的問題。本研究主要探討不同溝通障礙程度學齡腦性麻痺兒童的語言功能和聲學分析的差異。

本研究收集 24 位腦性麻痺兒童(17 個男孩, 7 個女孩; 平均年齡 8 歲 4 個月, 範圍 6-12 歲), 以溝通功能分類系統(Communication Function Classification System, CFCS)分為溝通能力較佳組(等級 I、II)和溝通能力較差組(等級 III、IV)兩組, 所有受試者須接受臨床(認知、語言、動作言語)和聲學評估。認知能力以「魏氏兒童智力量表第四版」(WISC-IV)評估, 語言能力以「修訂學齡語言障礙評量表」和「修訂畢保德圖畫詞彙測驗」來評估; 動作言語以「兒童口語產出動作評估」評估口腔動作功能; 利用「華語構音/音韻臨床測驗工具」收集語料, 計算子音正確百分比(PCC)。聲學分析以語音分析軟體分析第一共振峰(F1)、第二共振峰(F2)、母音構音空間、噪音起始時間、無聲子音噪音起始時間、噪音持續時間、沖直條比例、鼻音共振峰等參數。使用 t-test 比較兩組在臨床評估和聲學的差異, 若 p 值 < .05 表示具有統計顯著差異。

溝通能力較佳組在認知、語言能力、兒童口語產出動作評估(局部口腔動作、連續性、整體)和子音正確率皆優於溝通能力較差組, 並且達顯著差異( $p < .05$ ); 而口腔動作功能中的一般動作控制和聲學分析參數, 兩組則沒有差異, 但聲學分析中的擦音沖直條比例接近統計上的顯著( $p = .083$ )。

本研究結果顯示腦性麻痺兒童的溝通能力和認知、語言及動作言語功能有顯著相關, 因此不同溝通能力的兒童需選擇不同的介入策略, 以提升說話清晰度及溝通效度。(台灣復健醫誌 2017; 45(1): 35 - 44)

關鍵詞: 腦性麻痺(cerebral palsy)、溝通功能分類系統(communication function classification system)、語言功能(language function)、聲學分析(acoustic analysis)

## 前言

腦性麻痺(Cerebral Palsy)為一種發展中的胎兒或嬰兒腦部產生非進行性的損傷, 造成動作和姿勢的永久性障礙, 進而引起活動限制。<sup>[1]</sup>在腦性麻痺患者中,

溝通障礙是常見的後遺症, 溝通效能或能力, 包含語言(language)和言語(speech)。語言與認知能力, 與使用語言溝通有關, 而言語與語音清晰度有關。腦性麻痺患者超過 60%以上會有智力障礙、38%會出現構音障礙和說話問題、36%會出現動作言語問題、12%有聽力障礙和 35%-62%會發生癲癇, 而口腔動作異常也會導

投稿日期: 106 年 8 月 15 日 修改日期: 106 年 12 月 20 日 接受日期: 107 年 1 月 3 日

通訊作者: 陳嘉玲教授, 林口長庚醫院復健科, 桃園市 333 龜山鄉復興街 5 號。

電話: (03) 3281200 轉 8148 E-mail: clingchen@gmail.com

doi: 10.6315/2017.45(1)05

致進食、吞嚥困難及流口水，這些問題會導致營養失衡，最終影響成長。其他的行為問題，如：本體覺及觸覺異常和情緒行為障礙(如注意缺陷過動症)也常出現。<sup>[1,2,3]</sup>諸如此類的問題都有可能影響腦性麻痺兒童的溝通、日常生活參與和生活品質。<sup>[4]</sup>

腦性麻痺兒童通常會有溝通障礙問題，溝通障礙的嚴重程度通常和腦部受損嚴重程度有關。<sup>[5]</sup>先前研究顯示腦性麻痺兒童溝通障礙發生率在粗大動作分類系統(gross motor function classification system, 簡稱 GMFCS)等級 I 有 58%、等級 II 有 81%、等級 III 和 IV 有 85%、等級 V 100%會出現溝通障礙，<sup>[6]</sup>顯示粗大動作障礙程度越高(GMFCS levels V)其溝通也會越差。Hidecker 等人(2012)針對描述腦性麻痺兒童功能狀態的粗大動作功能分類系統、徒手能力分類系統(manual ability classification system, 簡稱 MACS)、溝通功能分類系統(communication function classification system, 簡稱 CFCS)三者間的相關性進行研究，結果顯示粗大動作功能分類系統與徒手能力分類系統具有高度相關性( $r=0.69$ ,  $p<0.001$ )；溝通功能分類系統與徒手能力分類系統具有中度相關性( $r=0.54$ ,  $p<0.001$ )；與粗大動作功能分類系統具有中度相關性( $r=0.47$ ,  $p<0.001$ )。<sup>[7]</sup>

因此，腦性麻痺兒童通常會有認知和語言問題，<sup>[2]</sup>這是由於中樞神經系統受到破壞導致認知和語言受損，進一步影響溝通效能或能力。腦性麻痺兒童的認知語言問題因其損傷的程度不同，因此在溝通效能或能力的表現也會有很大的差異。腦性麻痺兒童超過一半的患者智能是正常的，72%腦性麻痺兒童都可用語言來表達，另外，有語言障礙或沒有口語，通常和障礙類型、粗動作功能、有無伴隨智能障礙及神經學影像的發現有關。<sup>[8,9]</sup>先前研究 1357 位平均年齡 5 歲 11 個月腦性麻痺兒童，顯示智能商數(IQ)<70 比>70 更容易出現說話障礙<sup>[3]</sup>。另外有研究指出，動作障礙程度和表達及理解能力有關，障礙程度越嚴重，越容易有理解和表達問題；IQ<70 越容易有理解和表達問題且也越容易有音韻和構音問題，<sup>[5]</sup>顯示動作障礙程度和智力的因素與語言和動作言語有關。

腦性麻痺兒童除了語言能力會影響溝通外，還會伴隨言語動作控制的問題，這也會影響溝通效能。腦性麻痺兒童大約 36%有運動性言語障礙，<sup>[3]</sup>由於神經性的缺損影響言語機轉的肌肉控制受到干擾，產生各個言語次系統間的不協調，造成呼吸、發聲、共鳴、構音及韻律節拍的問題<sup>[10]</sup>。不同動作障礙嚴重度也會影響清晰度，動作障礙等級越高(等級 V)其語音清晰度越差。<sup>[11]</sup>腦性麻痺兒童在臨床上最顯著的問題就是構音異常，常會出現替代(substitution)、省略(omission)、

和歪曲(distortion)的說話錯誤類型。<sup>[11,12]</sup>在正常說話情況下，一般人語音清晰度接近百分百，但對於腦性麻痺兒童來說，語音清晰度往往不盡理想，導致人際溝通的困難與社會適應的障礙。過去研究 5 歲腦性麻痺兒童語音的清晰度，顯示隨著句長及語言複雜性的增加，其清晰度會降低。<sup>[13]</sup>以子音正確率和說話動作控制來分析腦性麻痺兒童說話的清晰度，顯示腦性麻痺兒童在執行多音節任務過程中動作一致性較低且具高度的變異性。<sup>[14]</sup>因此，腦性麻痺兒童溝通功能與構音及清晰度有關。

臨床上除了研究腦性麻痺兒童構音錯誤型態及清晰度的表現外，也有針對語音做量化的聲學分析<sup>[15,16]</sup>，過去研究 17-22 歲腦性麻痺個案說話清晰度的聲學分析，顯示腦性麻痺個案在元音的第一共振峰(F1)、元音第一和第二共振峰的頻率差距(F2-F1)、鼻腔共鳴及塞音爆破沖直條出現等四個參數和典型發展個案有顯著的差異，而送氣與否的噪音起始時間(VOT)、擦音與塞擦音的噪音時長和沖直條出現百分比則沒有差異。<sup>[16]</sup>基本上，腦性麻痺個案聲學分析呈現語音參數的變異性皆大於正常說話者，這些變異性有可能是個體間的差異或是個體內的差異，不同的障礙類型也會表現不同的聲學特性。然而，到目前為止，還沒有研究去探討不同溝通障礙程度腦性麻痺兒童的聲學特徵。

提升腦性麻痺兒童的溝通能力是治療的最終目標，早期找出不同溝通障礙程度腦性麻痺兒童的語言功能問題。然而，很少研究探討不同溝通障礙程度腦性麻痺兒童的動作言語控制問題和聲學表現。我們假設腦性麻痺兒童溝通障礙程度和認知、語言和動作言語和聲學表現有關，本研究主要探討不同溝通障礙程度學齡腦性麻痺兒童語言和言語的差異，也探討不同溝通障礙程度組之聲學分析的特性。

## 材料與方法

### 受試者

研究對象來自林口長庚紀念醫院兒童復健科門診轉介，受試者要具備以下條件收案標準：1.經醫師診斷為腦性麻痺；2.年齡介於 6-12 歲的腦性麻痺兒童；3.能聽懂指令並有口語表達；排案標準：1.無內科或外科的問題，如：感染、三個月內有開刀等；2.無進行性或退化性症狀、周邊神經病變、脊髓損傷疾病；3.無聽覺障礙。本研究最後收集 24 位受試者，依據溝通功能分類系統以腦性麻痺兒童日常生活溝通表現來進行嚴重

度分類，分為溝通能力較佳組(CFCS Level I-II)及溝通能力較差組(CFCS Level III-IV)共兩組。本研究已通過長庚醫療財團法人人體試驗倫理委員會審查核准。

## 研究設計及流程

本研究為橫斷性研究，所有受試者接受認知、語言、動作言語和聲學分析評估，並同時記錄受試者的基本資料和障礙程度，如年齡、性別、家長社經地位、構音/音韻錯誤類型、肢體分布型態、粗大動作功能分類系統、徒手能力分類系統、溝通功能分類系統。

家長社經地位以家中主要的工作者為主，使用社會階層評定表(social economy status, SES)分成五級，等級 I 表示其社會階層最好，等級 V 最差；<sup>[17]</sup>音韻錯誤類型是利用「華語構音 / 音韻臨床測驗工具」來收集語料，為隔絕錄音的干擾，錄音時將於有隔音設備的治療室進行，研究中以筆記型電腦連接指向性麥克風，由 Audacity 軟體的錄音功能錄製語料，進行錄製時麥克風位置距離嘴巴約 10 公分，錄製完後儲存成 WAV 檔並切割語音，然後分析其錯誤類型，包含結構歷程、替代歷程和同化歷程<sup>[18]</sup>。

溝通功能分類系統(CFCS)：為一建立在「國際健康功能與身心障礙分類系統-兒童及青少年版」理論基礎上所發展出來的分級方法，目的是將腦性麻痺患者的日常溝通表現進行五個等級的分類，等級之間的區分在於訊息傳送者和接收者的表現，第一級是指與熟悉或不熟悉的人都能有效溝通；第二級是指與熟悉或不熟悉的人都能有效溝通，但需花較長的時間；第三級是指溝通的有效性只限於熟悉的人；第四級是指即使是熟悉的人溝通的有效性不一致；第五級是指即使是熟悉的人溝通的有效性亦很少。分級方式主要由家長、照顧者或熟悉患者情況的專業人員選擇溝通表現的等級。溝通表現應該是在家裡、學校和社區的生活情況下，而不是在最好的能力表現。此分級方式在大於四歲的兒童，具有良好的內部一致性信度為 .77；重測信度為 .82。<sup>[19]</sup>本研究施測者間信度為 .865 和施測者內信度為 .970。

## 評估測量

### 一、認知能力(全量表智商)

由林口長庚醫院心理師執行魏氏兒童智力量表第四版(WISC-IV)的全量表智商 (FSIQ)。由 D. Wechsler 於 1949 年所編製，其後依美國特殊教育法案的訂定與各類特殊兒童鑑定及診斷之需求，陸續更新魏氏系列之版本。陳榮華、陳心怡於 2007 年修訂完成魏氏兒童智力量表第四版(WISC-IV)之中文版本。WISC-IV 為一

標準化個別測驗，主要目的在於測量六歲至十六歲十一個月的兒童和青少年之智力。測驗結果可以獲得受測者的四個指數分數及全量表智商(FSIQ)。<sup>[20]</sup>

### 二、語言能力

(一)修訂學齡語言障礙評量表(Language Impairment Scale, 簡稱 LIS)：此量表於 2008 年由林寶貴等人編製，主要功能評量六至十二歲學齡兒童之語言理解能力、口語表達能力以及構音、聲音、語暢情形，進一步確認是否有溝通上的困難或障礙，並做為篩選及鑑定學前兒童有無語言障礙和語言發展遲緩。此評估具有良好的信效度(信度：分測驗.88、語言發展總分.95；效度：分測驗.86、語言發展總分.95)。<sup>[21]</sup>

(二)「修訂畢保德圖畫詞彙測驗」(PPVT-R)：此測驗原作者 Lloyd M. Dunn, Leota M. Dunn, 經陸莉、劉鴻香(1998)修訂。包括甲、乙兩式，各有試題 125 題，每題共有四幅圖畫，受測者聽詞彙後，指出其中一幅圖畫為答案。主要測量三至十二歲兒童之詞彙理解能力並評估其語文能力，或做為初步評量兒童智能的篩選工具。甲乙兩式的折半信度係數從 .90-.97，達 .01 顯著相關；重測信度：甲式為 .90、乙式為 .84。<sup>[22]</sup>

### 三、動作言語

(一)「兒童口語產出動作評估」(Verbal Motor Production Assessment for Children, 簡稱 VMPAC)評量兒童的整體言語動作系統的發展及相關神經運動系統的完整性，本測驗包含一般的動作控制(global motor control)、局部口腔動作控制(focal oromotor control)、連續性(sequencing)、說話和語言控制(speech, language control)及語言特性(speech characteristics)五大部分，為了考量不同文化間的差異性，因此在本研究中僅挑選一般的動作控制、局部口腔動作控制、連續性三個部分來評估。一般的動作控制包含：1.一般性的運動控制：肌肉張力、呼吸/發聲、反射和咀嚼吞嚥功能；2.局部口腔運動控制：(1)非語言的口腔動作：單一口腔動作，如：下顎、嘴唇、臉部、舌頭控制及兩種口腔動作的組合(2)語言的口腔動作：單一音素、多音素的口腔動作等；3.連續性：非語言及語言的口腔動作順序。具有高的內部一致性信度( $r = .56-.90$ )及相關性( $r = .93-.99$ )。<sup>[23]</sup>

(二)子音正確百分比 (Percentage of Correct Consonant, PCC)，以「華語構音/音韻臨床測驗工具」做為語音樣本，並計算子音正確百分比，此方式是由 Shriberg 和 Kwiatkowski 在 1982 年提出一種量化音韻障礙嚴重程度指標的大綱，需要測試者在受測者連續的說話樣本中確認個別語音正確與否，計分規則是將正確子音數量除以全部子音數量再乘以 100%，其分數

在 85%以上為正常、65%到 85%為輕微不清晰、50%到 65%為中度不清晰、50%以下為重度不清晰。<sup>[24]</sup>本研究施測者間信度為.993 和施測者內信度為.997。

#### 四、聲學分析

利用「華語構音/音韻臨床測驗工具」為語音樣本，之後以語音分析軟體「Praat」，<sup>[25]</sup>由荷蘭阿姆斯特丹大學語音學研究所的Paul Boersma 及 David Weenink 兩位教授所研發之軟體，其功能為對各式語音做分析，其分析的參數包含 F1 和 F2「ㄩ」、「ㄟ」、「ㄨ」、「母音構音空間、有聲子音噪音起始時間、無聲子音噪音起始時間、塞擦音噪音持續時間、擦音噪音持續時間、塞擦音沖直條比例、擦音沖直條比例和鼻音鼻共

振，本研究施測者間信度為.748 和施測者內信度為.877。

#### 資料分析

研究結果使用 SPSS 21.0 統計軟體進行資料分析，包括描述性統計呈現兩組個案的平均年齡、性別的分佈情形；使用等級和檢定(Mann-Whitney U Test)兩組在粗大動作功能分類系統、徒手能力分類系統、溝通功能分類系統和社會階層評定表的差異性；使用獨立樣本 t 檢定比較不同溝通嚴重度腦性麻痺兒童在認知能力、語言能力、動作言語和聲學分析的差異，若 p 值<.05 表示具有統計顯著差異。

表 1. 腦性麻痺兒童的個人、家庭變項和臨床分類之基本資料

| 分析變項       | 腦性麻痺兒童 (N=24) |           | p 值     |
|------------|---------------|-----------|---------|
|            | 第一組(N=12)     | 第二組(N=12) |         |
| 個人變項       |               |           |         |
| 年齡(月)      | 102.8±16.3    | 99.5±16.0 | .616    |
| 性別         |               |           |         |
| 男          | 10(83.3%)     | 7(58.3%)  | .178    |
| 女          | 2(16.7%)      | 5(41.7%)  |         |
| 腦性麻痺類型     |               |           |         |
| 痙攣型        | 12(100%)      | 11(90.9%) | .286    |
| 協調不良型      | 0(0.0)        | 1(9.1%)   |         |
| 腦性麻痺型態     |               |           |         |
| 單肢半邊麻痺     | 4(33.3%)      | 0(0.0%)   | .057    |
| 雙邊麻痺       | 7(58.3%)      | 6(60.0%)  |         |
| 四肢麻痺       | 1(8.3%)       | 4(40.0%)  |         |
| 家庭變項       |               |           |         |
| 社會階層評定表    |               |           |         |
| 等級二        | 7(58.3%)      | 2(20.0%)  | .050    |
| 等級三到五      | 5(41.6%)      | 8(80.0%)  |         |
| 臨床分類       |               |           |         |
| 粗大動作功能分類系統 |               |           |         |
| 等級一        | 8(66.7%)      | 6(50.0%)  | .478    |
| 等級二        | 2(16.7%)      | 3(25.0%)  |         |
| 等級三        | 1(8.3%)       | 1(8.3%)   |         |
| 等級四        | 1(8.3%)       | 2(16.7%)  |         |
| 徒手能力分類系統   |               |           |         |
| 等級一        | 9(75%)        | 6(50%)    | .242    |
| 等級二        | 3(25%)        | 4(33.3%)  |         |
| 等級三        | 0(0.0%)       | 1(8.3%)   |         |
| 等級四        | 0(0.0%)       | 1(8.3%)   |         |
| 溝通功能分類系統   |               |           | .001*** |
| 等級一        | 6(50%)        | 0(0.0%)   |         |
| 等級二        | 6(50%)        | 0(0.0%)   |         |
| 等級三        | 0(0.0%)       | 8(66.7%)  |         |
| 等級四        | 0(0.0%)       | 4(33.3%)  |         |

註：數值以平均數±標準差或個數(%)呈現；\*p<.05, \*\*p<.01, \*\*\*p<.001

表 2. 不同溝通嚴重度腦性麻痺兒童在語言功能的差異

| 分析變項       | 溝通能力較佳組(N=12)<br>(CFCS 等級一和二) | 溝通能力較差組(N=12)<br>(CFCS 等級三和四) | p 值   |
|------------|-------------------------------|-------------------------------|-------|
| 認知能力       |                               |                               |       |
| 全量表智商      | 83.6±17.3                     | 55.7±10.1                     | <.001 |
| 語言能力(百分等級) |                               |                               |       |
| 語言理解       | 71.2±23.9                     | 16.6 ±24.6                    | <.001 |
| 語言表達       | 84.0 ±11.1                    | 31.8 ±29.5                    | <.001 |
| 整體語言       | 81.6 ±13.7                    | 23.2 ±24.7                    | <.001 |
| 詞彙理解測驗     | 68.8±26.9                     | 29.4±31.7                     | .003  |
| 動作言語(%)    |                               |                               |       |
| 兒童口語產出動作評估 |                               |                               |       |
| 一般動作控制     | 98.8±4.3                      | 90.0±28.9                     | .311  |
| 局部口腔動作     | 95.6±1.8                      | 78.0±21.4                     | .010  |
| 連續性        | 92.8 ±2.5                     | 61.6±34.6                     | .005  |
| 整體         | 95.7±1.8                      | 76.5±22.0                     | .006  |
| 子音正確百分比    | 98.3±2.2                      | 85.9±14.1                     | .007  |
| 音韻錯誤型態     |                               |                               |       |
| 結構歷程       |                               |                               |       |
| 正確         | 12(100%)                      | 12(100%)                      |       |
| 錯誤         | 0(0.0%)                       | 0 (0.0%)                      |       |
| 替代歷程       |                               |                               |       |
| 正確         | 6(50.0%)                      | 0 (0.0%)                      |       |
| 錯誤         | 6(50.0%)                      | 12(100%)                      |       |
| 同化歷程       |                               |                               |       |
| 正確         | 12(100%)                      | 10(83.3%)                     |       |
| 錯誤         | 0(0.0%)                       | 2(16.7%)                      |       |

數值以平均數±標準差或個數(%)呈現

表 3. 不同溝通嚴重度腦性麻痺兒童在聲學分析的差異

| 聲學分析參數         | 腦性麻痺兒童之溝通功能分類系統          |                          | p 值  |
|----------------|--------------------------|--------------------------|------|
|                | 溝通能力較佳組(N=12)<br>(等級一和二) | 溝通能力較差組(N=12)<br>(等級三和四) |      |
| 母音             |                          |                          |      |
| F1             |                          |                          |      |
| Υ(Hz)          | 895.5±108.3              | 868.2±137.6              | .596 |
| 一(Hz)          | 453.4±35.7               | 476.6±69.9               | .316 |
| X(Hz)          | 508.5±55.8               | 546.9±98.9               | .254 |
| F2             |                          |                          |      |
| Υ(Hz)          | 1636.2±212.5             | 1613.1±179.2             | .776 |
| 一(Hz)          | 2064.5±354.0             | 1933.2±357.8             | .376 |
| X(Hz)          | 1493.1±236.3             | 1478.4±149.1             | .857 |
| 母音構音空間(Hz2)    | 117786.5±64768.9         | 85291.3±78395.9          | .280 |
| 子音             |                          |                          |      |
| 有聲子音噪音起始時間(ms) | 10.5±6.3                 | 11.5±7.1                 | .769 |
| 無聲子音噪音起始時間(ms) | 31.9±21.5                | 31.6±27.2                | .977 |
| 塞擦音噪音持續時間(ms)  | 92.8±25.4                | 73.7±32.7                | .127 |
| 擦音噪音持續時間(ms)   | 106.6±25.8               | 85.7±46.9                | .190 |
| 塞擦音沖直條比例(%)    | 51.8±29.9                | 44.7±33.3                | .585 |
| 擦音沖直條比例(%)     | 15.4±16.5                | 34.7±32.9                | .083 |
| 鼻音鼻共振(%)       | 96.7±77.9                | 87.5±29.4                | .308 |

數值以平均數±標準差呈現

## 結 果

溝通能力較佳組有 12 人( $102.8 \pm 16.3$  個月)，溝通能力較差組有 12 人( $99.5 \pm 16.0$  個月)，兩組間的年齡、性別、家長社經地位、肢體分布型態、粗大動作功能分類系統、徒手能力分類系統未有顯著性差異(表 1)；溝通能力較佳組其構音/音韻錯誤(結構歷程、替代歷程、同化歷程)較溝通能力較差組為少(表 2)。

溝通能力較佳組其認知能力(全量表智商)、語言能力(修訂學齡語言障礙評量表)和詞彙理解能力(修訂畢保德圖畫詞彙測驗)優於溝通能力較差組，兩組達到統計上的顯著差異( $p < .05$ )；溝通能力較佳組其兒童口語產出動作評估(局部口腔動作、連續性、整體)優於溝通能力較差組，兩組達到顯著差異( $p < .05$ )，但在一般動作控制方面，兩組無顯著差異( $p = .311$ )。

溝通能力較佳組其子音正確率高於溝通能力較差組，兩組達到顯著差異( $p = .007$ )；但溝通能力較佳組和溝通能力較差組的聲學分析無顯著差異，只有聲學參數中的擦音沖直條比例接近統計上的顯著( $p = .083$ )(表 2)。

## 討 論

這是第一篇以不同溝通障礙程度去探討腦性麻痺兒童動作言語和聲學分析的研究。本研究結果顯示溝通能力較佳組的腦性麻痺兒童除了口語產出動作評估的一般動作控制和聲學分析外，其認知能力、語言能力和動作言語表現優於溝通能力較差組。結果顯示溝通能力和腦性麻痺兒童的認知、語言和動作言語有關，但和聲學無統計相關。因此，針對不同溝通障礙程度的腦性麻痺兒童需擬訂不同的治療策略。

腦性麻痺兒童溝通障礙程度和認知語言有關。本研究結果顯示溝通能力較佳組，其認知和語言能力比溝通能力較差組好，可能是認知和語言能力與使用語言溝通有關。先前研究顯示溝通功能分類系統在等級 V 的腦性麻痺兒童有嚴重的認知障礙，<sup>[26]</sup>若智能商數(IQ)小於 70 更容易出現溝通障礙<sup>[3]</sup>，且會隨著時間增加溝通的限制<sup>[27]</sup>。另外，腦性麻痺兒童因大腦受損緣故，故語言能力和動作障礙嚴重程度有關，<sup>[10,28]</sup>粗大動作表現差的兒童相對大腦受損及面積也會提高，甚至也會導致大腦語言區受損。<sup>[29]</sup>早期的溝通能力和動作能力有關，並且會影響以後的社交功能。<sup>[30]</sup>因此需提升認知和語言能力來改善腦性麻痺兒童的溝通能

力。

腦性麻痺兒童溝通障礙程度和口腔動作控制有關。本研究顯示溝通能力較佳組其口腔動作評估在正常範圍，但溝通能力較差組除一般動作控制外，其局部口腔動作、連續性、整體都比溝通能力較佳組差。一般動作控制主要控制全身和口腔動作系統的完整性；局部口腔動作主要控制語言及非語言的口腔動作控制；連續性主要控制語言及非語言的口腔動作協調。過去研究指出不同動作障礙程度的腦性麻痺兒童其輕度動作障礙組的兒童口語產出動作評估分數較重度動作障礙組的好。<sup>[10]</sup>先前研究顯示運動言語障礙和說話清晰度、溝通功能分類系統有關，動作言語越差其說話清晰度和溝通能力也會越差。<sup>[31]</sup>因此，對溝通能力較差的腦性麻痺兒童建議給予局部口腔運動和動作協調性的訓練，如：舌頭的活動度、力量和口腔輪替動作訓練等，以增加腦性麻痺兒童的溝通能力。

腦性麻痺兒童溝通障礙程度和說話清晰度有關。本研究顯示兩組兒童其音韻錯誤型態比例都偏高及溝通能力較差組語音清晰度較差，雖然溝通能力較佳組語音清晰度在正常範圍，但是仍有 50% 的替代歷程錯誤。之前研究也顯示不同動作障礙嚴重度也會影響清晰度，動作障礙等級越高(等級 V)其語音清晰度越差，<sup>[10]</sup>所以這兩組兒童都要做構音的訓練，尤其是溝通能力較差組，以提升說話清晰度。

本研究顯示兩組腦性麻痺兒童在聲學分析參數中都出現擦音沖直條達 67% 以上，但溝通能力較差組其擦音沖直條比例較溝通能力較佳組高，達統計學上邊緣性差異，有可能是因為收案人數較少，未達統計學上差別。擦音沖直條在正常兒童出現機率並不高，之前研究顯示 4-8 歲正常兒童其出現的比例為 4.8%。<sup>[32]</sup>由於沖直條是代表氣流瞬間衝出時在聲譜上造成的直線，依據沖直條出現百分比可反映出塞擦音與擦音構音部位的特性，另外塞擦音與擦音沖直條出現百分比會影響說話清晰度。<sup>[33]</sup>先前研究也顯示 4-8 歲較嚴重之腦性麻痺兒童(粗大動作分類系統等級 III-IV)其擦音沖直條出現比例較正常兒童為高，<sup>[32]</sup>因此建議這兩組腦性麻痺兒童可進一步做構音矯正，以減少擦音沖直條出現，來提升說話清晰度。

本研究顯示腦性麻痺兒童溝通障礙程度和聲學分析 F1, F2 無統計相關，有可能是因為聲學分析的參數變異性大、收集樣本數較少及納入條件只限於有口語者。但和之前研究 5-12 歲正常兒童比較，<sup>[34]</sup>兩組腦性麻痺兒童 F1, F2 部分和正常兒童不同，F1 和 F2 代表構音時舌頭上下、前後移動的範圍，跟正常兒童相比



F1「ㄚ」和 F2「一」的頻率較低，而 F1「一」和 F2「ㄨ」的頻率較高，顯示腦性麻痺兒童構音時也許舌頭上下、前後移動範圍明顯地受到限制。根據研究結果的數據顯示溝通能力較佳之腦性麻痺兒童其母音構音空間較大，但由於收集樣本數較少，因此未達統計上的差異。

母音構音空間是由構音運動中的三個母音的端點(高-前元音/i/、低-後元音/a/、與高-後元音/u/)的第一與第二共振峰所構成的母音聲學空間大小，因此可用來推估構音時，舌頭運動情況和說話清晰度。<sup>[35]</sup>過去研究顯示 4-8 歲正常兒童母音構音空間為  $153229 \pm 89971$ (Hz)，而腦性麻痺兒童的母音構音空間較正常兒童小，且嚴重的腦性麻痺兒童(粗大動作分類系統等級 III 和 IV)較輕度的腦性麻痺兒童(粗大動作分類系統等級 I 和 II)的母音構音空間更小。<sup>[32]</sup>

另外，也有研究探討不同言語動作能力之四歲腦性麻痺兒童的說話清晰度、母音構音空間和說話持續時間，並進行一年半的追蹤，結果顯示隨著時間增加，輕度組的說話清晰度會改善，但母音構音空間和說話持續時間沒有改變；中度組則沒有改變；重度組的母音構音空間會增加，而說話持續時間會減少。<sup>[36]</sup>顯示說話清晰度和母音構音空間具有顯著相關性。<sup>[36,37,38]</sup>腦性麻痺兒童由於口腔肌肉張力和口腔動作控制產生困難，影響到舌頭的運動，導致壓縮了母音構音空間。因此建議這兩組腦性麻痺兒童都需做口腔動作的介入，增加舌頭的靈活度，以提升說話清晰度。

## 限制

本研究只針對林口長庚醫院復健科門診 24 位學齡腦性麻痺兒童進行探討，經過篩選及分組後，樣本數量的不足及受試者的溝通嚴重障礙者程度較輕(本研究未納入溝通障礙程度等級 V)，因此研究結果並無法類化到所有腦性麻痺兒童。

## 結論

本研究結果顯示六至十二歲腦性麻痺兒童的溝通能力和認知、語言和動作言語有關。整體而言，溝通能力較佳之腦性麻痺兒童其認知、語言和口腔動作控制雖在正常範圍內，但仍可發現部分兒童有音韻錯誤的情形；溝通能力較差的之兒童其認知、語言和動作言語較差。不同溝通能力的兒童需選擇不同的介入策略，如溝通能力較差者應全面性評估和介入，包含認知語言、動作言語和構音，溝通能力較佳者仍然需要

構音評估和訓練，以提升溝通效度及說話清晰度。此研究結果可做為腦性麻痺兒童提升溝通能力介入策略之參考。在未來的研究中，建議增加受試者樣本數量及納入不同等級程度者並做長期追蹤。

## 致謝

本研究感謝科技部(NSC101-2314-B-182-004-MY3)，以及林口長庚研究計畫(CMRPG3D1271-3、CMRPG391671-3、CMRPG3C1243)之支持。

## 參考文獻

1. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl* 2007;109:8-14.
2. Sankar C, Mundkur N. Cerebral palsy-definition, classification, etiology and early diagnosis. *Indian J Pediatr* 2005;72:865-8.
3. Parkes J, Hill N, Platt MJ, et al. Oromotor dysfunction and communication impairments in children with cerebral palsy: a register study. *Dev Med Child Neurol* 2010;52:1113-9.
4. Watson RM, Pennington L. Assessment and management of the communication difficulties of children with cerebral palsy: a UK survey of SLT practice. *Int J Lang Commun Disord* 2015;50:241-59.
5. Pirila S, van der Meere J, Pentikainen T, et al. Language and motor speech skills in children with cerebral palsy. *J Commun Disord* 2007;40:116-28.
6. Voorman JM, Dallmeijer AJ, Van Eck M, et al. Social functioning and communication in children with cerebral palsy: association with disease characteristics and personal and environmental factors. *Dev Med Child Neurol* 2010;52:441-7.
7. Hidecker MJ, Ho NT, Dodge N, et al. Inter-relationships of functional status in cerebral palsy: analyzing gross motor function, manual ability, and communication function classification systems in children. *Dev Med Child Neurol* 2012;54:737-42.
8. Nordberg A, Miniscalco C, Lohmander A, et al. Speech problems affect more than one in two children with cerebral palsy: Swedish population-based study. *Acta Paediatr* 2013;102:161-6.
9. Sigurdardottir S, Vik T. Speech, expressive language,

- and verbal cognition of preschool children with cerebral palsy in Iceland. *Dev Med Child Neurol* 2011;53:74-80.
10. Chen CL, Lin KC, Chen CH, et al. Factors associated with motor speech control in children with spastic cerebral palsy. *Chang Gung Med J* 2010;33:415-23.
11. Platt LJ, Andrews G, Young M, et al. Dysarthria of adult cerebral palsy: I. Intelligibility and articulatory Impairment. *J Speech Hear Res* 1980;23:28-40.
12. Ray J. Functional outcomes of orofacial myofunctional therapy in children with cerebral palsy. *Int J Orofacial Myology*. 2001;27:5-17.
13. Allison KM, Hustad KC. Impact of sentence length and phonetic complexity on intelligibility of 5-year-old children with cerebral palsy. *Int J Speech Lang Pathol* 2014;16:396-407.
14. Chen CL, Chen HC, Hong WH, et al. Oromotor variability in children with mild spastic cerebral palsy: a kinematic study of speech motor control. *J Neuroeng Rehabil* 2010;7:54.
15. Kent RD, Kim YJ. Toward an acoustic typology of motor speech disorders. *Clin Linguist Phon* 2003;17: 427-45.
16. Liu HM and Tseng CH, Tsao FM. Perceptual and acoustic analysis of speech intelligibility in Mandarin-speaking young adults with cerebral palsy. *Clin Linguist Phon* 2000;14:447-64.
17. Rin H, Schooler C, Caudill WA. Symptomatology and hospitalization. Culture, social structure and psychopathology in Taiwan and Japan. *J Nerv Ment Dis*, 1973;157:296-312.
18. Bankson NW, Bernthal JE. Phonological assessment procedures. In *Articulation and Phonological Disorders*. 5th ed. Edited by: Bernthal JE, Bankson NW. USA, Boston: Pearson Education, Inc; 2004.p.233-41.
19. Hidecker MJ, Paneth N, Rosenbaum PL, et al. Developing and validating the Communication Function Classification System for individuals with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2011;53: 704-10.
20. 陳榮華、陳心怡。魏氏兒童智力量表（中文版）指導手冊。第四版。台北：中國行為科學社；2007。
21. 林寶貴、黃玉枝、黃桂君等人。修訂學齡兒童語言障礙評量表。台北：國立臺灣師範大學；2009。
22. 陸莉、劉鴻香編譯。修訂畢保德圖畫詞彙測驗（中文版）。台北：心理；1998。
23. Hayden, Square P. Verbal Motor Production Assessment for Children [VMPAC]: Examiner's Manual: Deborah Hayden, Paula Square: Pearson Education;1999.p.181-4.
24. Shriberg LD and Kwiatkowski J. Phonological disorders III: a procedure for assessing severity of involvement. *J Speech Hear Disord*, 1982;47:256-70.
25. Boersma P, Weenink D. Pratt 3.9.15 [Computer software]. Amsterdam: Institute of Phonetic Sciences, 2001. <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>
26. Himmelmann K, Lindh K, Hidecker MJ. Communication ability in cerebral palsy: A study from the CP register of western Sweden. *Eur J Paediatr neurol* 2013;17:568-74.
27. Van Schie PE, Siebes RC, Dallmeijer AJ, et al. Development of social functioning and communication in school-aged (5-9 years) children with cerebral palsy. *Res Dev Disabil* 2013;34: 4485-94.
28. Chen CH, Hsu HC, Chen CL, et al. Predictors for changes in various developmental outcomes of children with cerebral palsy—A longitudinal study. *Res Dev Disabil* 2013;34: 3867-74.
29. Otapowicz D, Sobaniec W, Kułak W, et al. Severity of dysarthric speech in children with infantile cerebral palsy in correlation with the brain CT and MRI. *Adv Med Sci* 2007;52:188-90.
30. Lipscombe B, Boyd RN, Coleman A, et al. Does early communication mediate the relationship between motor ability and social function in children with cerebral palsy? *Res Dev Disabil* 2016;53:279-86.
31. Mei C, Reilly S, Reddihough D, et al. Motor speech impairment, activity, and participation in children with cerebral palsy. *Int J Speech Lang Pathol* 2014;16: 427-35.
32. 林怡辰：華語腦性麻痺兒童語言能力之追蹤研究：臨床評估與聲學分析 2011。長庚大學未出版之碩士論文。
33. 劉惠美、曾進興、曹峰銘：國語語音對比的聲學相關特性。國家科學委員會研究集刊：人文及社會科學 1999；4：p.726-38。
34. Chen CC, Lin KC, Wu CY, et al. Acoustic study in mandarin-speaking children: developmental changes

- in vowel production. *Chang Gung Med J* 2008; 31:503-9.
35. 劉惠美：腦性麻痺者元音構音空間的限制與說話清晰度缺損之研究。特殊教育研究學刊 2004；27：p.73-92。
36. Lee J, Hustad KC. A preliminary investigation of longitudinal changes in speech production over 18 months in young children with cerebral palsy. *Folia Phoniatri Logop* 2013;65:32-9.
37. DuHadwa, CM, Hustad KC. Contributors to Intelligibility in Preschool- Aged Children with Cerebral Palsy. *J Med Speech Lang Pathol* 2012;20:11.
38. Liu HM, Tsao FM, Kuhl PK. The effect of reduced vowel working space on speech intelligibility in Mandarin-speaking young adults with cerebral palsy. *J Acoust Soc Am* 2005;117:3879-89.

# Speech Functions and Acoustic Analysis in Children with Cerebral Palsy Having Different Communication Levels

Yi-Ching Huang<sup>1,2\*</sup>, Chia-Ling Chen<sup>1,3\*</sup>, Chia-Ying Chung<sup>3,4</sup>, Katie Pei-Hsuan Wu<sup>3,5</sup>, Huei-Mei Liu<sup>6</sup>,  
Hsieh-Ching Chen<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Graduate Institute of Early Intervention, College of Medicine, Chang Gung University, Taoyuan; <sup>2</sup>The children's clinic of fun language therapy, Taichung; <sup>3</sup>Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Chang Gung Memorial Hospital- Linkou, Taoyuan; <sup>4</sup>School of Physical Therapy, College of Medicine, Chang Gung University, Taoyuan; <sup>5</sup>School of Traditional Chinese Medicine, College of Medicine, Chang Gung University, Taoyuan; <sup>6</sup>Department of Special Education, National Taiwan Normal University, Taipei; <sup>7</sup>Department of Industrial Engineering and Management, National Taipei University of Technology, Taipei.

(\*Co-first authors)

Children with cerebral palsy (CP) often exhibit problems with language, speech, and communication. The aim of this study was to examine speech functions and perform an acoustic analysis of speech in children with CP having different levels of proficiency in communication.

This study recruited 24 children with CP (17 boys, 7 girls; mean age: 8 years and 4 months, age range: 6–12 years). Children with CP were classified into two groups based on the Communication Function Classification System (CFCSS): the mild group (levels I and II) and the severe group (levels III and IV). Children with CP underwent clinical assessments for cognition, language, and motor speech. Acoustic analysis of the speech of these children was also performed. Cognition was evaluated using the Wechsler Intelligence Scale for Children-Fourth Edition (WISC-IV). The Language Impairment Scale and Peabody picture vocabulary Test-Revised (PPVT-R) were used to assess language functions. Motor speech functions were evaluated using the Verbal Motor Production Assessment for Children (VMPAC) and Percentage of Correct Consonant (PCC) tests. Acoustic analysis included the examination of the frequencies of the first and second formants (F1 and F2), vowel spaces, voice onset time (VOT), noise durations, percentage of burst, and nasal formants. An independent t test was used to compare the results of the clinical and acoustic analysis between the two groups. A p-value <.05) was considered to denote statistical significance.

Results showed that the mild group had better cognition, language ability, motor speech control (focal oromotor control, sequence, and total score), and speech intelligibility than did the severe group (p <.05). There were no significant differences in the global motor control and the acoustic analysis parameters between the two groups. However, the difference in the percentage of burst fricative between the two groups was marginally significant (p =.083).

These findings suggest that the communication function in children with CP is correlated with their cognition, speech, and motor speech functions. Therefore, clinicians may use different treatment strategies to promote speech intelligibility and communication efficiency in children with CP based on their communication abilities. ( Tw J Phys Med Rehabil 2017; 45(1): 35 - 44 )

**Key Words:** cerebral palsy, communication function classification system, speech function, acoustic analysis