

# Auditory Performance of Cochlear Implant Children Aged 2-5 Years

Cheamchit Thawin MA\*, Chanida Kanchanalarp MD, FICS\*,  
Krisna Lertsukprasert MA\*, Wichit Cheewaruangroj MD\*,  
Kanjalak Khantapasuantara MA\*, Suwimol Ruencharoen MA\*

\* Department of Otolaryngology, Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital, Mahidol University

---

**Objective:** To assess the categories of auditory performance in prelingual deaf children after implantation.

**Study design:** Prospective study

**Material and Method:** The present study consisted of one boy and four girls aged between 2 and 5 years old at the time of implantation. All subjects had bilateral profound sensorineural hearing loss and received no substantial benefit from amplification. Three subjects were implanted with Med-El combi 40+ with CIS strategy and two subjects received multichannel monopolar Nucleus 24 cochlear implant with ACE strategy. After implantation, all subjects undertook a program of habilitation at the Speech and Hearing Clinic Ramathibodi Hospital. The Categories of Auditory Performance (CAP) score was determined at regular intervals prior to implantation, immediately at the initial mapping (0) and 3, 6, 12 and 18 months after the implantation.

**Results:** The results showed that before implantation, only three children showed awareness of environment sounds, CAP score level 1, and that immediately after mapping, all of the children demonstrated awareness of the environmental sounds. Moreover, two of these children showed awareness of speech sounds, CAP score level 2. The CAP scores were gradually increased over a 12-month period. At the 12-month assessment interval, four children could discriminate two speech sounds, CAP score level 4 and one child understood phrases without lip reading, CAP score level 5. 18 months after of implantation, the CAP score for four children increased to level 5. One child understood conversation without lip reading with a familiar talker, CAP score level 6. Furthermore, children with congenital hearing loss who underwent implantation at a younger age received more benefit from the implantation.

**Conclusion:** The CAP score was found to be a useful and sensitive tool to evaluate the outcome of auditory receptive abilities in young congenital deaf children who underwent cochlear implantation. The accessible outcome measurement will provide information for parents and professionals to obtain a hierarchical scale on which the children's auditory ability with other more formal measures may be inappropriate.

**Keywords:** Categories of auditory performance, Cochlear implant, Lip reading

**J Med Assoc Thai 2006; 89 (11): 1923-7**

**Full text. e-Journal:** <http://www.medassocthai.org/journal>

---

Cochlear implant is widely used for patients with bilateral profound sensorineural hearing loss. The success experienced by postlingual deafness adults with cochlear implants has led to the implantation of prelingual deafened children. However, there is a need for accessible outcome measures that will provide information for parents and professionals, giving benefit

and appropriate expectation. Many of the young profoundly deaf children will have limited communication skills and little spoken language. Current, speech perception test protocol may be cognitively and/or linguistically inappropriate for profoundly hearing impaired children. However, it is important to assess their auditory skill in order to monitor functioning of the system and the development of speech and language following implantation<sup>(1)</sup>.

Categories of Auditory Performance (CAP) are an index of outcome that has been developed as a

---

Correspondence to : Thawin C, Department of Otolaryngology, Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital, Mahidol University, Bangkok 10400, Thailand.

part of the assessment battery of the Nottingham Cochlear Implant Program<sup>(1)</sup>. It has been designed as a global means for assessment of auditory receptive abilities. It ranges from no awareness of sound to using the telephone<sup>(1)</sup> as shown in Table 1. The researchers developed CAP similar to that used in Nottingham Pediatric Cochlear Implant Program but modified for the Thai language and was used in the present study. The CAP consisted of a set of eight indices of performance. It comprised a nonlinear, hierarchical scale on which children's developing auditory abilities can be rated in eight categories of increasing difficulty from 0-7.

### Material and Method

The subjects in the present study were bilateral congenital deaf. The demographic characteristics of the subjects are summarized in Table 2.

There were one boy and four girls whose ages were between 2 and 5 years old at the time of implantation. Three subjects received Med-EL Tempo 40+ with CIS strategy and two subjects received multi-channel monopolar Nucleus 24 cochlear implant with the ACE coding strategy. All subjects underwent cochlear implantation at Ramathibodi Hospital, Faculty of Medicine, Mahidol University, Bangkok, Thailand.

**Table 1.** Categories of auditory performance

Category	Criteria
0	No awareness of environment sounds
1	Awareness of environment sounds
2	Response to speech sounds
3	Recognition of environmental sounds
4	Discrimination at least two speech sounds
5	Understand common phrase without lipreading
6	Understand conversation without lipreading with a familiar talker
7	Can use the telephone with the familiar talker

After implantation, all subjects underwent training in Speech and Hearing Clinic at Ramathibodi Hospital until now.

### Method

The CAP scores were determined by the researchers and parents at regular intervals: before, immediately at initial mapping (0), at 3, 6, 12 and 18 months after the implantation. The children were judged to be within a single category by the researchers and parents who monitored the children.

### Results

The result showed that all children had awareness of environmental sounds immediately after mapping and two of them responded to speech sounds. Three months after implantation three children recognized environmental sounds. At 18 months after implantation, four children understood common phrases without lip reading; one child understood conversation without lip reading with a familiar talker. The CAP scores are shown in Table 3.

It was found that before implantation only three children obtained a CAP score of level 1. At 18 months after implantation, four children obtained a CAP score of level 5. One child obtained a CAP score of level 6. The individual and mean CAP scores over time are shown in Fig. 1. It was found that immediately after mapping only two children responded to speech sounds. After that, there was improvement in the CAP score over time.

### Discussion

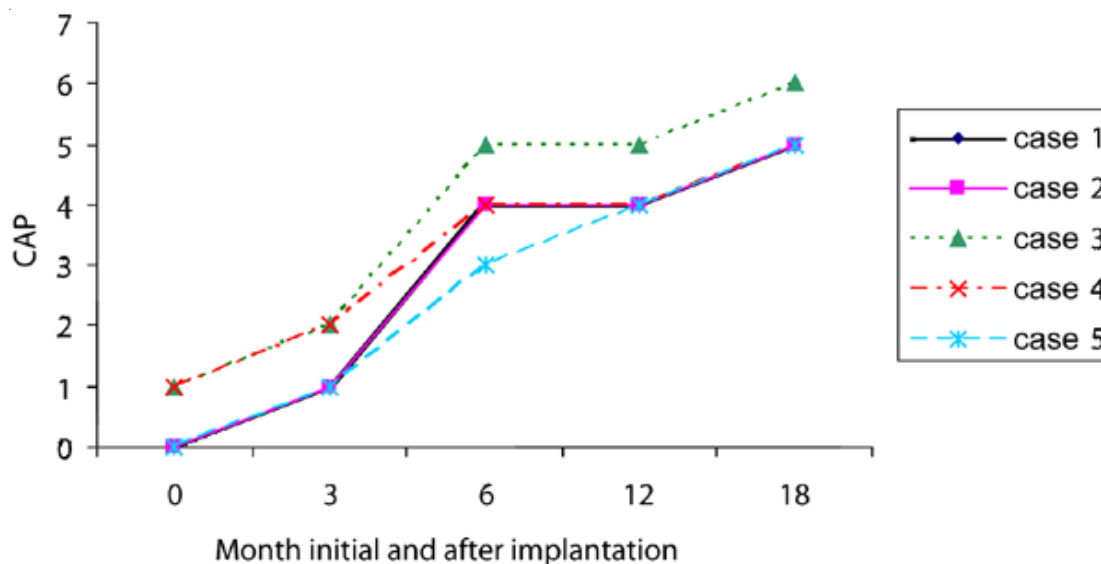
The results of the present study showed that all subjects achieved hierarchical scale of CAP score. No child achieved a category before achieving all lower categories<sup>(1)</sup>. It was indicated that the young children steadily improved in auditory performance over time<sup>(2,4,5)</sup>. It was interesting to note that age at implantation may affect the auditory performance of

**Table 2.** Background characteristics of all children in the study children administered with cochlear implant devices

Case	Age at Implant	Sex	Cause of hearing loss	Onset	Type of devices
1	5	F	Unknown	Congenital	Nucleus
2	3.5	M	Unknown	Congenital	Nucleus
3	3	F	Unknown	Congenital	Med-EL
4	3.3	F	Unknown	Congenital	Med-EL
5	2	F	Unknown	Congenital	Med-EL

**Table 3.** CAP score before and after implantation in months of 5 subjects

CAP	Before implant	Time after implantation (mo.)				
		0	3	6	12	18
7						
6						1
5				1	1	4
4				3	4	
3			3	1		
2		2	2			
1	3	3				
0	2					
Total	5	5	5	5	5	5



**Fig. 1** Individual and mean CAP score over time of subject group

the child<sup>(3,5,6)</sup>. At 18 months post implantation, four children achieved a CAP score of 5, and they could understand common phrases without lip reading. It was suggested that the implanted children began to rely principally on their hearing for language comprehension at 18 months of implant use<sup>(7)</sup>. In addition, very young children are being increasingly assessed and accepted for children implantation. However, there are few measures appropriate for very young profoundly deaf children with limited or no linguistic skills, especially in the early interval following implantation. The results of the present study suggest that the CAP

score provides information for professionals working with implanted children as well as parents, to obtain a measure of proper auditory performance in the early stage following implantation, while other, more formal, measures may be inappropriate<sup>(8)</sup>.

**Conclusion**

In summary, normal hearing children could develop auditory abilities over time<sup>(2)</sup>. The auditory performance can be rated in 8 categories (0-7). At the age of 30 months, normal hearing children could use the telephone with a familiar talker and achieve CAP

scores of 7<sup>(2)</sup>. The Cochlear implant children tended to have their CAP score increased over time. The present study showed that children, 18 months after implantation, could achieve a CAP score of 5. This was approximately equal to those obtained from normal hearing at the same chronological age<sup>(2)</sup>.

The CAP is a practical mean to illustrate benefits of cochlear implantation in young children, both in individuals and in groups. It provides information for parents, professionals and healthcare personnel who work with young children with cochlear implant to obtain a measurement of auditory performance in the early state following implantation, while other more formal measures may be inappropriate<sup>(8)</sup>.

#### Acknowledgements

The authors wish to thank Asst. Prof. Siriparn Sriwanyong for his valuable comments. The authors also thank Lect. Rattinan Tiravanitkul for her assistance in preparing and collecting data. We are also grateful to Prof. Amnuay Thithapandha for his help with the English editing.

#### References

1. Archbold S, Lutman ME, Marshall DH. Categories of Auditory Performance. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 1995; 166: 312-4.
2. Govaerts PJ, De Beukelaer C, Daemers K, De Ceulaer G, Yperman M, Somers T, et al. Outcome of cochlear implantation at different ages from 0 to 6 years. *Otol Neurotol* 2002; 23: 885-90.
3. Nikolopoulos TP, O'Donoghue GM, Archbold S. Age at implantation: its importance in pediatric cochlear implantation. *Laryngoscope* 1999; 109: 595-9.
4. Inscoc J. Communication outcomes after paediatric cochlear implantation. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1999; 47: 195-200.
5. Illg A, der Haar-Heise S, Goldring JE, Lesinski-Schiedat A, Battmer RD, Lenarz T. Speech perception results for children implanted with the CLARION cochlear implant at the Medical University of Hannover. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 1999; 177: 93-8.
6. Young NM, Grohne KM, Carrasco VN, Brown C. Speech perception of young children using nucleus 22-channel or CLARION cochlear implants. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 1999; 177: 99-103.
7. Bollard PM, Chute PM, Popp A, Parisier SC. Specific language growth in young children using the CLARION cochlear implant. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 1999; 177: 119-23.
8. Nikolopoulos TP, Wells P, Archbold SM. Using listening progress profile (LIP) to assess early functional auditory performance in young implanted children. 2000: [7 screens]. Available at: URL:<http://www.deafnessatbirth.org.uk/content2/monitor/04/>. Accessed: June 06, 2005.

---

## ความสามารถในการได้ยินของเด็กอายุ 2-5 ปี ภายหลังจากได้รับการฝังประสาทหูเทียม

เจียมจิต ถวิล, ชนิดา กาญจนลาภ, กฤษณา เลิศสุขประเสริฐ, วิชิต ชิวเรืองโรจน์, กาญจน์ลักษณ์ คันทพสุนธรา, สุวิมล รื่นเจริญ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อประเมินลำดับชั้นความสามารถในการได้ยินของเด็กประสาทหูพิการภายหลังจากได้รับการผ่าตัดฝังประสาทหูเทียม

**วัสดุและวิธีการ:** กลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วยเด็กชาย 1 คน เด็กหญิง 4 คน อายุ ระหว่าง 2-5 ปี ทุกคนประสาทหูพิการมาแต่กำเนิด มีการได้ยินระดับหูหนวกทั้ง 2 หู กลุ่มตัวอย่างทั้ง 5 คน ก่อนผ่าตัด ใส่เครื่องช่วยฟังกำลังขยายสูง ชนิดตัดหลังหูทั้ง 2 ข้าง เด็ก 3 คน ได้รับการผ่าตัดโดยใช้ประสาทหูเทียมของ Med-EL combi40+ ใช้ระบบการแปลงสัญญาณ CIS เด็ก 2 คน ใช้ประสาทหูเทียมของ Nucleus รุ่น Nucleus 24 ระบบแปลงสัญญาณ ACE หลังผ่าตัดฝังประสาทหูเทียมเด็กทุกคนได้รับการฟื้นฟูในโปรแกรมการฝึกฟังฝึกพูดที่คลินิกโสตสัมผัสและการพูด โรงพยาบาลรามารัตนบดินทร์ กลุ่มตัวอย่างได้รับการประเมินด้วยแบบประเมินลำดับชั้นความสามารถในการได้ยิน เป็นระยะ โดย ผู้วิจัย และผู้ปกครอง คือ ก่อนผ่าตัด ทันทีหลังปรับเครื่อง (Mapping) ครั้งแรก (0), 3, 6, 12 และ 18 เดือน หลังผ่าตัดฝังประสาทหูเทียมประเมินโดยใช้แบบสอบถามผู้วิจัย ใช้วิธีสัมภาษณ์ผู้ปกครอง

**ผลการศึกษา:** ก่อนผ่าตัดฝังประสาทหูเทียม มี เด็ก 3 คนเท่านั้น ตอบสนองต่อเสียงของสิ่งแวดล้อม คะแนนความสามารถในการได้ยินเสียง อยู่ ระดับ 1 หลังผ่าตัด ทันทีหลังปรับเครื่อง (Mapping) เด็กทั้ง 5 คน คะแนนระดับความสามารถในการได้ยินเสียง อยู่ระดับ 1 และมีเด็ก 2 คนตอบสนองต่อเสียงพูด คะแนนระดับความสามารถในการได้ยินเสียง อยู่ระดับ 2 คะแนนระดับความสามารถในการได้ยินเสียง ค่อยๆ เพิ่มขึ้นตลอดเวลามากกว่า 12 เดือนที่ทำการศึกษา หลังผ่าตัด 12 เดือน เด็ก 4 คน สามารถแยกความแตกต่างของเสียงได้ 2 เสียง คะแนนระดับความสามารถในการได้ยินเสียง อยู่ระดับ 4 หลังผ่าตัด 18 เดือน เด็ก 4 คน สามารถเข้าใจ วลี ที่ใช้บ่อย ๆ คะแนนระดับความสามารถในการได้ยินเสียง อยู่ระดับ 5 ซึ่งใกล้เคียงความสามารถในการได้ยินของเด็กปกติ อายุ 18 เดือน มีเด็ก 1 คน สามารถสนทนากับคนที่คุ้นเคยโดยไม่ต้องอ่านริมฝีปาก คะแนนระดับความสามารถในการได้ยินเสียง อยู่ระดับ 6 และอาจกล่าวได้ว่าเด็กประสาทหูพิการจะได้รับประโยชน์จากการฝังประสาทหูเทียมมากกว่า หากได้รับการผ่าตัดตั้งแต่อายุน้อย

**สรุป:** ลำดับคะแนนระดับความสามารถในการได้ยินเสียงของเด็กปกติ จัดเป็นระดับ ตั้งแต่ ระดับ 0 ถึง 7 ซึ่งมีการพัฒนาตามอายุที่เพิ่มขึ้น เมื่ออายุ 30 เดือน สามารถพูดโทรศัพท์คุยกับคนที่คุ้นเคย คะแนนระดับความสามารถในการได้ยินเสียง อยู่ระดับ 7 สำหรับเด็กผ่าตัดฝังประสาทหูเทียม คะแนนความสามารถในการได้ยินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาหลังผ่าตัดเพิ่มขึ้น พบว่าหลังผ่าตัด 18 เดือน คะแนนระดับความสามารถ ในการได้ยินเสียง อยู่ระดับ 5 เท่ากันกับเด็กปกติอายุ 18 เดือน จะเห็นได้ว่าแบบประเมินความสามารถในการได้ยินเหมาะสม และมีประโยชน์ในการนำมาประเมินเด็กภายหลังจากการผ่าตัดฝังประสาทหูเทียม ทั้งในรายบุคคลและเป็นกลุ่ม เพื่อให้พ่อแม่ผู้ปกครองและผู้ประกอบวิชาชีพทราบและติดตามผลการพัฒนาความสามารถในการได้ยินของเด็ก ในระยะที่เด็กยังไม่มีภาษามากพอที่จะใช้แบบประเมินที่ต้องใช้ความสามารถทางภาษา