人工内耳装用例における単音節課題での語音明瞭度評価法の比較 —CI2004 単音節リストと 67-S 語表の成績比較—

松田悠佑¹⁾³⁾, 奥田 匠²⁾, 中島崇博²⁾, 白根美帆³⁾, 下荒翔研³⁾,
安永太郎³⁾, 平原信哉¹⁾, 花牟禮 豊¹⁾, 東野哲也²⁾

¹⁾鹿児島市立病院耳鼻咽喉科

²⁾宮崎大学医学部耳鼻咽喉・頭頸部外科

³⁾宮崎大学医学部附属病院難聴支援センター

要旨：人工内耳装用例（n=19）に対し CI2004 単音節リストと 67-S 語表を用いた語音明瞭度検査を実施し，両検査の特性が成績に与える影響を検討した。結果は CI2004 が平均 61.0%，67-S が平均 78.0% であり 67-S の方が有意に良好であった。共通の単音節を抜粋し比較した結果，CI2004 は平均 62.6%，67-S は平均 74.6% であり有意差はみられなかった。67-S における各提示音圧（40，50，55，60，70dBHL）の成績を比較した結果，40 dBHL から 70dBHL の間に有意差がみられなかった。

語音明瞭度検査は聴覚心理学的な評価法であり，提示音圧，単音節の種類や数，音声の違いは成績に影響を与えうる。今回の検討では，単音節の種類のみが成績に影響を与えることが確認された。本邦での CI 例への評価法が統一されていない現状を鑑みると，効率性を考慮した評価法の指針の作成を学会で行われることが望ましいと考える。

—キーワード—

聴覚検査，単音節，提示音圧レベル

はじめに

人工内耳（以下 CI）手術後のマッピングの適性評価は（準）自由音場のスピーカ法にて行われる。その中でも語音明瞭度検査は社会生活におけるコミュニケーションスキルの推測と評価が可能であり¹⁾²⁾，重要な評価項目である。1996年に語音聴力検査全般についての国際基準が提示され³⁾，本邦ではこれを参考に2003年に日本聴覚医学会より語音聴覚検査法2003が制定された。その中には 57-S 語表と 67-S 語表の 2 種の語表が記されている。57-S 語表のもととなる 57 語表は 1957 年に作成され，日本語の単音節 100 語から日常生活における頻出度を考慮して選出された 50 の単音節で構成される。67-S 語表のもととなる 67 語表は 1967 年に検査時間短縮を目的

として，57 語表の中から選択された 20 の単音節で構成される。67-S 語表と 57-S 語表の構成音は清音，母音，濁音からなり，複数の提示音圧にて実施する。成績は，正答率に加え明瞭度曲線で表される。現在，語音弁別検査にて一般的に用いられているのは日本聴覚医学会が作成した 67-S 語表である⁴⁾。2004 年には CI 装用例の音声聴取評価を目的とした「人工内耳装用者のための語音聴取評価検査」CI 2004（試案）（以下 CI2004）が日本耳科学会日本人工内耳研究会より作成された。この検査の単音節リストは，日本語で出現頻度の高い 60 の単音節から構成されている。CI2004 の構成音は清音，濁音，半濁音，拗音からなり，固定した提示音圧にて実施する。成績は正答率で表される。

このように単音節を用いた語音明瞭度評価の語表

は複数存在し、構成および得られる情報も様々である。また、語表の選択は施設において様々であり、それぞれの語表から得られた結果の解釈および比較は容易ではない。過去には 67-S 語表と 57-S 語表における単音節語表の成績を比較した報告は散見されるが⁵⁾⁶⁾、67-S 語表と CI2004 単音節リストの比較を行った報告はない。今回、2つの語表を比較するにあたり、CI 装用例のために作成された CI2004 単音節リストと臨床で一般的に用いられる 67-S 語表を用いた語音明瞭度検査を実施し、得られた結果から両評価法の特性が成績に与える影響を比較検討した。

対 象

対象は CI 装用児者19例で年齢は4歳6ヶ月から78歳7ヶ月（中央値：10歳1ヶ月）、男性12例、女性7例であった（表1）。装用閾値（125Hz, 250 Hz, 500Hz, 1kHz, 2kHz, 3kHz, 4kHz, 8kHz）は全症例 20dBHL から 40dBHL と安定し、自覚的にも快適に装用可能な状態であった。

表1 対象の情報

No	age [y : m]	Implant	デバイス	R/L	装用 期間
1	4 : 06	CI422	N6	R	3y
2	5 : 06	CI422	N6	R	5y3m
3	5 : 07	CI422	N6	L	2y10m
4	5 : 08	CI422	N6	R	3y5m
5	6 : 01	CI422	N6	R	4y6m
6	6 : 05	CI422	N6	R	3y10m
7	6 : 05	CI422	N6	L	1y4m
8	8 : 11	CI24RE	N6	R	5y11m
9	10 : 00	CI24RE	N6	R	5y6m
10	10 : 01	CI24RE	KANSO	R	5y6m
11	10 : 03	CI24RE	N6	R	6y9m
12	10 : 06	CI24RE	KANSO	L	5y6m
13	12 : 03	CI24R	N6	R	11y3m
14	14 : 04	CI24R	KANSO	R	11y5m
15	16 : 06	CI24M	Freedom	R	13y11m
16	16 : 06	CI24RE	Freedom	L	7y10m
17	18 : 02	CI24RE	N6	L	5y8m
18	22 : 11	CI422	N6	R	2y7m
19	78 : 07	CI522	N6	R	25y6m

方 法

対象者に CI2004 単音節リストと 67-S 語表（以下 67-S）をもちいた語音明瞭度検査を行った。環境設定として防音室にてオーディオメータ [AA-78] を用いて検査を行った。スピーカは [Pioneer S-LM 2B-LR] を使用、対象の正面から 1m の距離に設置した。提示音圧として CI2004 は 65dB SPL, 67-S は 40, 50, 55, 60, 70dB HL とし測定した。両検査では音場校正で用いる特性に相違がある（67-S：C 特性, CI2004：A 特性）ため、各語表における成績の比較は CI2004 での提示音圧 65dB SPL と同等のヒヤリングレベルである 55dB HL⁸⁾ における成績を用いた。回答は復唱法にて得た。67-S と CI2004 の測定順序はランダムとし、使用リストもランダムに選択した。67-S における提示音圧間の測定順序は 70dB HL から 40dB HL まで順に音圧を下げて実施した。実施期間は一方の検査を実施したあと、3ヶ月以内とした。実施期間内に Map およびプログラムの変更は行っていない。

1. 成績比較

統計処理は Wilcoxon 符号付順位和検定を用いて統計学的有意差を算出した。

1) 語表間の成績比較

両語表では提示単音節の種類と数が異なるため、本来の語表（CI2004：60単音節，67-S：20単音節）によって得られた成績を比較する「全単音節比較」と共に、それぞれの検査語表から共通の単音節（CI2004・67-S：17単音節）を抜粋して成績を比べる「共通単音節比較」を行った。共通の単音節は「き・く・し・す・た・て・と・に・ね・は・も・よ・り・わ・が・じ・ば」であった。

2) 単音節の成績比較

両語表では提示される音声異なるため、正答率だけでは音声の違いを考慮することはできない。そこで、CI2004 の結果より 67-S にて採用されている単音節を抽出し、単音節ごとの正答率から両語表での傾向を比較した。

2. 提示音圧間の成績比較

67-S における各提示音圧（40, 50, 55, 60, 70 dB HL）の成績を統計学的に比較した。統計処理は 1 元配置分散分析である Tukey b を用いて多重比

較を行なった。

結 果

1. 1) 語表間の成績比較

全単音節 (CI2004: 60単音節, 67-S: 20単音節) における成績は, CI2004 にて平均61.0% [標準偏差 (SD) 14.6, 最小45-最大100], 67-S にて平均78.0% [標準偏差 (SD) 17.0, 最小33.3-最大81.7] であった。この両者の成績を統計学的に比較した結果, 67-Sの方が有意差を持って良好であった ($P < 0.01$ [$P = 0.003117$])。67-Sにおいては成績が90%を超える症例が19例中9例おり, 成績の天井効果が示唆された。

共通単音節 (CI2004: 17単音節, 67-S: 17単音節) における成績は, CI2004 にて平均62.6%, [標準偏差 (SD) 23.8, 最小5.9-最大94.1], 67-S にて平均74.6% [標準偏差 (SD) 20.0, 最小35.3-最大100] であった。この両者の成績を統計学的に比較した結果, 有意差はみられなかった ($P > 0.05$ [$P = 0.100135$])。しかし, 67-Sの方が成績が良い傾向がみられた (図1)。

1. 2) 単音節の成績比較

各単音節の正答率をみると最も高いもので89%, 最も低いもので11%であり, 全症例が正答および誤答の単音節はなかった。

CI2004 にて採用されている単音節の中で, 平均

61%を超える単音節は27あり, 超えない単音節は33あった。その中で67-Sにて採用されている単音節の割合をみると, 平均を超える単音節は27のうち10, 超えない単音節は33のうち7と平均を超える単音節に多く位置していた (図2)。

2. 提示音圧間の成績比較

67-Sにおける提示音圧での成績は, 40dBHL にて平均63.2% [標準偏差 (SD) 20.0], 50dB にて平均77.1% [標準偏差 (SD) 17.6], 55dB にて78.4% [標準偏差 (SD) 17.0], 60dB にて平均79.2% [標準偏差 (SD) 15.7], 70dB にて平均75.0% [標準偏差 (SD) 16.9] であった (図3)。提示音圧間における影響について Turkey b を用いた多重比較では, 提示音圧間に有意差は認められなかった ($F[4, 90] = 2.537, p > 0.05$)。

考 察

人工内耳例に単音節を用いた語音明瞭度検査を行った結果, CI2004 での成績は33.3~81.7%, 67-S での成績は45~100%と両検査ともに成績に個人差が大きく, 年齢および装用期間に傾向はなかった。これは他の報告と同様の結果であった⁹⁾¹⁰⁾。また, CI2004 と 67-S の結果を比較すると, 後者の方にて有意に成績が良好であった。

語音明瞭度検査は聴覚心理学的な要素を含む評価法であり, この要素は成績に影響を与えうる。今回

図1 成績の比較 (n = 19)

したものを録音している。対して、CI2004 は男性話者が発声した音声録音されている。話者の違いが語音弁別に与える影響はわずかであるという報告がある¹²⁾。一方、話者の違いは語音明瞭度を左右する大きな要因であるとの報告もある¹³⁾。今回、話者の違いが語音明瞭度に与える影響について直接的な検討は行っていない。しかし、CI2004 の結果を単音節別に正答率の良い順に並べると、67-S で採用されている単音節は正答率が高い位置に多く分布していた。これは、67-S の成績が良好に現れるという結果に矛盾しない。つまり、話者の違い（性差）が語音弁別に与える影響は少ない可能性があると考えられる。以上より、67-S と CI2004 単音節リストの成績に現れた差は採用されている単音節が影響しているものと考えられる。CI 装用例における語音の聞き誤りには傾向があるとされており¹⁴⁾¹⁵⁾、単音節の中には正答率の高いものと低いものがあると考えられる。67-S が作成された経緯として、57-S 語表にて語音明瞭度曲線を得るには単音節数が多すぎるという点から簡易版として難聴語や異聴し易い語を除外して作成されている⁵⁾。両者を比較した検討からも 67-S を用いた評価は成績が良好に示されるという点からその精度が問われている⁵⁾⁶⁾。今回の検討では、CI2004 単音節リストとの比較を行ったが同様の結果が得られた。このことより、CI 装用例の語音明瞭度の評価には多種の単音節を行うべきである。この点に関しては 57-S 語表を用いた検討からも同様の考察がなされており¹⁶⁾¹⁷⁾、今後の課題として 57-S 語表と CI2004 単音節リストの比較が必要である。

67-S における提示音圧間 (40dBHL から 70dBHL) における正答率に有意差がなかった。語音明瞭度曲線が得られる要因として装用閾値の影響、rollover 現象、補充現象の影響などがある。今回の対象は、全例にて装用閾値が良好に得られていること、人工内耳システムである IDR [Input Dynamic Range] が初期値の 40dB であること⁹⁾、CI の特性上から補充現象が惹起されないこと¹⁸⁾ より、提示音圧間に成績差がみられなかったものとする。海外の語音弁別評価では、快適閾値で実施するなど一定の提示音圧での実施が推奨されている¹⁹⁾²⁰⁾。今回の検討からも複数の提示音圧でなくとも CI 症例の語音明瞭度

の把握が可能であることが示された。

人工内耳の評価対象は小児から高齢者と多岐にわたる。被験者の負担を考慮すると一層、評価の効率性が重要になってくると思われる。また、聴覚検査における重要な点として妥当性と再現性が挙げられるが、今回の場合、高齢な成人への実施も滞りなく可能であった。一方、小児例では検査場所への馴化や検査者とのラポールが十分に取れていることを確認する必要がある、検査時間においても集中力が持続するような時間帯や配分を心がける配慮を行なった。

本邦での CI 装用例に対する評価法が統一されていない現状を鑑みると、CI 装用例に対する可及的早期の評価法の指針の作成を学会で行われることが望ましいと考える。

本論文の要旨は第63回日本聴覚医学会総会・学術講演会（2018年10月、兵庫）シンポジウム「小児及び成人人工内耳のマッピングとリハビリテーションの体系化」にて口演した。本研究には利益相反に該当する事項はない。

謝 辞

稿を終えるにあたり、研究への助言・資料提供くださいました筑波大学廣田栄子先生に心より深謝いたします。

Speech Perception with two Monosyllabic Word Lists in Cochlear Implant Users: the CI 2004 Monosyllable Lists and 67-S Lists

Yusuke Matsuda¹⁾³⁾, Takumi Okuda²⁾, Takahiro Nakashima²⁾, Miho Shirane³⁾, Shoken Shimoara³⁾, Taro Yasunaga³⁾, Shinya Hirahara¹⁾, Yutaka Hanamure¹⁾, Tetsuya Tono²⁾

¹⁾Department of otorhinolaryngology, Kagoshima City Hospital

²⁾Department of otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Faculty of Medicine, University of Miyazaki

³⁾Audiology and Hearing Implant Center in Uni-

versity of Miyazaki Hospital

We performed a speech perception experiment using CI 2004 monosyllable lists and 67-S lists in Cochlear Implant (CI) users [$n=19$], to evaluate the effects of different monosyllable lists on the test outcomes. The results showed that average speech perception reached 61.0% with the CI 2004 list and 78.0% with the 67-S list, the latter providing significantly better speech recognition. Comparison of between the common monosyllable lists revealed an average level of 62.6% for CI 2004 and an average of 74.6% for 67-S, the difference not being statistically significant. Statistical analysis of the test results showed no significant differences in speech perception for presentation levels in the range of 40 dBHL to across various presentation levels (40, 50, 55, 60, and 70dB HL)

Speech perception tests involve auditory psychophysics. The presentation level, type and number of monosyllables, and differences in spoken stimuli can influence the test performance. This study showed that only the type of monosyllabic words influenced the results. As there is no standardized approach for the assessment of CI recipients in Japan, it would be important that scientists and academic societies work together to create assessment guidelines for effective and comparable hearing assessment methods.

文 献

- 1) Hosoi H, Abe H, Ohta F, et al: A practical method of analysis for impaired speech perception using psychoacoustic proximity between Japanese monosyllables. *J Acoust Soc Jpn* **7**: 197-206, 1986
- 2) Hosoi H, Imaizumi S, Murata K, et al: Hearing aid evaluation using psychoacoustical proximity between Japanese monosyllables. *Audiology* **28**: 171-178, 1989
- 3) ISO 8253-3: Acoustic Audiometric test method-Part3. Speech audiometry, 1996
- 4) 西村忠己, 細井裕司: 語音聴力検査. *JOHNS* **24**: 719-723, 2008
- 5) 豊田厚二, 後藤禎亮, 中井義忠: 子音類別による語音明瞭度の検討. *Audiology Japan* **11**: 374-379, 1968
- 6) 小寺一興, 平石光俊: 日本語会話における単音節の出現頻度—語音明瞭度検査の語表構成の検討—. *Audiology Japan* **41**: 73-78, 1998
- 7) 日本人人工内耳研究会: 人工内耳装用のための語音聴取評価検査 CI-2004 (試案) 検査実施手引書 (暫定版). エスコアール, 東京, 2004
- 8) 井上理絵, 松平登志正, 鈴木恵子, 他: 音場における 67-S 語表の語音了解閾値—静寂下および雑音負荷時の検査結果—. *Audiology Japan* **45**: 216-224, 2002
- 9) 射場 恵, 熊谷文愛, 熊川孝三, 他: 語音聴取評価検査「CI-2004 (試案)」を用いた人工内耳装用者の聴取能. *Audiology Japan* **54**: 277-284, 2011
- 10) Pasanisi E, Bacciu A, Vincenti V, et al: Speech recognition in elderly cochlear implant recipients. *Clin Otolaryngol Allied Sci* **28**: 154-157, 2003
- 11) 日本聴覚医学会: 補聴器適合検査の指針 (2010). *Audiology Japan* **53**: 708-726, 2010
- 12) Penrod JP: Talker Effects on Word-Discrimination Scores of Adults With Sensorineural Hearing Impairment. *J. Speech Hear. Dis* **14**: 340-349, 1979
- 13) Hood JD, Poole JP: Influence of the speaker and other affecting speech intelligibility. *Audiology* **19**: 434-455, 1980
- 14) 福田章一郎, 問田直美, 福島邦博, 他: 人工内耳装用による語音明瞭度改善例の異聴傾向. *Audiology Japan* **49**: 798-802, 2006
- 15) 赤坂咲恵, 西村忠己, 岡安 唯, 他: 難聴者における 57-S 語表の単音節別正答率の検討. *Audiology Japan* **53**: 69-75, 2010
- 16) 廣田栄子, 小寺一興, 工藤多賀: 補聴器適合における語音明瞭度検査の利用. *Audiology Japan* **31**: 755-762, 1988
- 17) 前田知佳子, 小寺一興, 廣田栄子, 他: 新単音節語表 TS-1 と 57-S 語表, TY-89 単音節語表

の比較. *Audiology Japan* **37**: 203-209, 1994

18) 川瀬哲明: 聴覚臨床に役立つ聴覚メカニズムの知識—音受容から聴覚情景分析まで—. *Audiology Japan* **61**: 177-186, 2018

19) Arthur Boothroyd, Laurie Hanin, Theresa Hnath: A sentence test of speech perception: reliability, set equivalence, and short term learning. CUNY Academic Works, 1985

20) Mendel LL, Mustain WD, Magro J: Normative Data for the Maryland CNC Test. *J Am Acad Audiol* **25**: 775-781, 2014

(2019年4月1日受稿 2019年4月27日受理)

別冊請求先: 〒890-0055

鹿児島県鹿児島市上荒田37-1

鹿児島市立病院耳鼻咽喉科

松田悠佑

Yusuke Matsuda

Department of Otolaryngology,

Kagoshima City Hospital

37-1 Uearata, Kagoshima-shi, Kagoshima,

890-0055, Japan