

**Kertas Asli/Original Article****Kebolehulangan Respons Auditori Keadaan Mantap pada Golongan Dewasa Lanjut Umur Bermasalah Pendengaran Sensorineural  
(Repeatability of Auditory Steady State Response in Elderly with Sensorineural Hearing Impairment)**

AKMALIZA ALI &amp; ELLIN FARIZA SELAMAT

## ABSTRAK

Kajian terdahulu mendapati Respons Auditori Keadaan Mantap (ASSR) mempunyai variasi yang besar dalam meramal ambang pendengaran, manakala kebolehulangan ASSR masih kurang dilaporkan. Kajian ini bertujuan untuk menentukan kebolehulangan ASSR dalam menilai ambang pendengaran golongan dewasa lanjut umur yang bermasalah pendengaran sensorineural. Seramai 15 orang subjek berumur antara 55 hingga 75 tahun terlibat dalam kajian ini. Ambang pendengaran ditentukan menggunakan audiometri nada tulen (PTA) dan ASSR pada frekuensi 0.5, 1, 2 dan 4 kHz, di mana ASSR diulang pada 0.5 dan 1 kHz. Secara keseluruhannya, nilai ambang ASSR adalah lebih tinggi daripada PTA. ANOVA satu hala menunjukkan perbezaan antara ambang PTA dan ASSR adalah tidak signifikan pada semua frekuensi. Terdapat korelasi yang signifikan antara ambang PTA dan ambang ASSR pada 0.5 kHz ( $r = 0.77$ ,  $p < 0.05$ ), 1 kHz ( $r = 0.45$ ,  $p < 0.05$ ), 2 kHz ( $r = 0.58$ ,  $p < 0.05$ ) dan 4 kHz ( $r = 0.73$ ,  $p < 0.05$ ). Ujian  $t$  berpasangan menunjukkan tiada perbezaan signifikan antara ujian ASSR pertama dan ASSR ulangan pada frekuensi 0.5 kHz ( $t = 2.09$ ,  $p > 0.05$ ) dan 1 kHz ( $t = 0.436$ ,  $p > 0.05$ ). Korelasi Pearson menunjukkan korelasi yang sederhana di antara dua pengukuran ASSR pada 0.5 kHz ( $r = 0.68$ ,  $p < 0.001$ ) dan 1 kHz ( $r = 0.60$ ,  $p < 0.001$ ). Hasil kajian ini mendapati bahawa ambang pendengaran ASSR tidak berubah secara signifikan jika diulang uji dan ujian ASSR boleh disarankan sebagai alternatif kepada PTA dalam menentukan ambang pendengaran golongan dewasa lanjut usia bermasalah pendengaran sensorineural.

**Kata kunci:** Ambang respons auditori keadaan mantap, dewasa lanjut, masalah pendengaran

## ABSTRACT

Previous studies have found that Auditory Steady State Response (ASSR) has large variability in predicting hearing thresholds. However, not many studies have reported on its repeatability. This study aimed to determine the repeatability of ASSR in evaluating hearing thresholds in elderly with sensorineural hearing impairment. A total of 15 subjects aged 55 to 75 years old were involved in this study. Hearing thresholds were determined using pure tone audiometry (PTA) and ASSR at frequencies 0.5, 1, 2 and 4 kHz. ASSR were repeated at frequencies 0.5 and 1 kHz. Overall, hearing thresholds obtained with ASSR were higher than PTA. One-way ANOVA showed the difference between thresholds of PTA and ASSR were not significant at all frequencies. There is significant correlation between the PTA and ASSR thresholds at 0.5 kHz ( $r = 0.77$ ,  $p < 0.05$ ), 1 kHz ( $r = 0.45$ ,  $p < 0.05$ ), 2 kHz ( $r = 0.58$ ,  $p < 0.05$ ) and 4 kHz ( $r = 0.73$ ,  $p < 0.05$ ). Paired  $t$ -test showed no significant difference between the first ASSR test and repeated ASSR at 0.5 kHz ( $t = 2.09$ ,  $p > 0.05$ ) and 1 kHz ( $t = 0.436$ ,  $p > 0.05$ ). Pearson correlation showed moderate correlation between the two ASSR measurements at 0.5 kHz ( $r = 0.68$ ,  $p < 0.001$ ) and 1 kHz ( $r = 0.60$ ,  $p < 0.001$ ). The outcome of this study suggests that ASSR hearing threshold is not significantly different if test is repeated and ASSR can be recommended as an alternative to PTA in determining hearing threshold in elderly with sensorineural hearing impairment.

**Keywords:** Auditory steady state response threshold, elderly, hearing impairment

## PENGENALAN

Ujian Audiometri Nada Tulen (PTA) merupakan ujian piawai dalam menentukan ambang pendengaran individu. Ia memerlukan individu menumpukan perhatian dan memberi respons secara tingkah laku terhadap stimulus bunyi yang diuji (Katz 2001). Disebabkan faktor ini, kebanyakan

individu lanjut usia mempunyai kesukaran untuk menjalani ujian PTA kerana mereka tidak dapat memberikan tumpuan sepenuhnya semasa PTA dijalankan. Mereka juga mengalami kesukaran dalam memberikan respons secara tingkah laku disebabkan oleh batasan fizikal mereka (Lins et al. 1996). Oleh itu, ujian pendengaran objektif seperti Ujian Respons Auditori Batang Otak (Auditory Brainstem Response, ABR)

digunakan untuk menganggar ambang pendengaran golongan dewasa lanjut usia kerana ujian ini tidak memerlukan mereka untuk memberikan sebarang respons tingkah laku. Sejak beberapa tahun lalu, Ujian Respons Auditori Keadaan Mantap (Auditory Steady State Response, ASSR) makin kerap digunakan sebagai alternatif kepada PTA di dalam menganggar ambang pendengaran golongan lanjut usia. Walau bagaimanapun, tidak banyak kajian dibuat mengenai kebolehlungan ujian ASSR berbanding PTA terutamanya pada golongan dewasa lanjut usia bermasalah pendengaran sensorineural. Oleh itu, tujuan kajian ini dijalankan adalah untuk melihat kebolehlungan ASSR dalam mengukur ambang pendengaran golongan dewasa lanjut usia yang bermasalah pendengaran sensorineural.

ASSR adalah potensi terangsang auditori yang dicetuskan oleh nada termodulasi (modulated tones), yang digunakan untuk meramal tahap sensitivi pendengaran subjek tanpa mengira peringkat umur (Stach 2002). Responsnya merupakan potensi terangsang yang menuruti sampel stimulus yang kompleks. Ia dihasilkan oleh modulasi yang bersela dan potensi respons otak yang terhasil adalah menuruti dengan rapat masa modulasi yang menghasilkannya. Respons ini dapat dikenal pasti secara objektif pada tahap intensiti yang berdekatan dengan ambang pendengaran tingkah laku. Kajian terdahulu telah membuktikan tentang keberkesanan ASSR (Rance et al. 1995) dan kini ASSR telah diterima dan digunakan dengan meluas dalam bidang audiologi kerana sifatnya yang spesifik frekuensi dan mempunyai korelasi yang tinggi dengan ambang pendengaran tingkah laku tanpa mengira umur, tahap pendengaran subjek dan keadaan subjek.

ASSR adalah potensi terangsang yang stabil dan mengekalkan kandungan frekuensi mengikut masa. ASSR biasanya dihasilkan oleh stimuli yang hadir dalam kadar yang pantas. Respons yang terhasil kemudiannya menunjukkan tenaga frekuensi spektrum yang memusat pada kadar frekuensi yang menghasilkannya sahaja dan respons yang terhasil adalah harmonik. Oleh itu, ASSR tidak mengalami penyebaran spektrum frekuensi yang luas seperti ABR dan oleh itu bersifat spesifik pada frekuensi.

Menurut Rickards et al. (1994) pula, ASSR adalah keupayaan yang direkod melalui permukaan kulit kepala yang sentiasa menuruti kadar modulasi rangsangan yang diberi. Contohnya, stimulus dengan frekuensi pembawa 2000 Hz yang dimodulasikan kepada 40 Hz akan menghasilkan tindak balas auditori yang mempunyai bentuk gelombang yang menghampiri masa pembentukan rangsangan modulasi 40 Hz tersebut. Oleh itu, respons ASSR yang terhasil adalah berkala dan terkunci fasa (phase locked) pada sampel modulasi stimulus yang menghasilkannya (Rance et al. 1995).

ASSR 40 Hz paling kerap digunakan untuk menganggar ambang pendengaran pada dewasa dan kanak-kanak secara sedar. Namun, ASSR 40 Hz sukar direkodkan pada bayi dan kanak-kanak yang lebih muda kerana ia sangat dipengaruhi oleh keadaan tidur dan sedar seseorang. Selalunya, ia

menunjukkan bacaan amplitud yang rendah semasa tidur terutamanya semasa dalam keadaan anestetik. Terbaru, ASSR boleh direkodkan pada kadar stimuli antara 75 dan 110 Hz. Respons pada kadar amplitud ini boleh direkodkan pada bayi dan tidak dipengaruhi oleh tidur atau keadaan sedar seseorang (Maanen & Stapells 2005). Johnson dan Brown (2005) melaporkan bahawa ASSR 80 Hz merekodkan anggaran ambang pendengaran 10-20 dB lebih tinggi dari ambang pendengaran tingkah laku.

Kajian ini dilakukan untuk melihat kebolehlungan ASSR dalam mengukur ambang pendengaran pada subjek dewasa lanjut umur bermasalah pendengaran sensorineural. Ini kerana kajian mengenai kebolehlungan ujian ini kurang dilaporkan walaupun ASSR telah diterima sebagai peramal ambang pendengaran yang baik. Tambahan pula, terdapat beberapa laporan dari pengkaji lepas yang melaporkan bahawa ASSR mempunyai variasi yang besar dalam meramal ambang pendengaran pada frekuensi 0.5 kHz (Dimitrijevic et al. 2004; Maanen & Stapells 2005; Johnson & Brown 2005). Oleh itu, ada kemungkinan bahawa keputusan ambang pendengaran dengan ASSR berubah jika diulang pada kali kedua. Kajian ini juga hendak melihat sama ada ujian ASSR boleh dijadikan alternatif kepada ujian PTA dalam menentukan ambang pendengaran golongan dewasa lanjut usia.

## METODOLOGI

### SUBJEK

Subjek dewasa ( $n = 15$ ) berumur antara 55 hingga 75 tahun terlibat dalam kajian ini. Pensampelan subjek adalah pensampelan bertujuan di mana subjek terdiri daripada golongan dewasa lanjut umur dari Persatuan Warga Emas Hulu Langat. Subjek dalam kajian ini perlu memenuhi kriteria kemasukan kajian iaitu mempunyai masalah pendengaran sensorineural pada sekurang-kurangnya sebelah telinga, mempunyai ambang pendengaran  $> 20$  dBHL pada sekurang-kurangnya dua frekuensi yang diuji, mempunyai salur telinga yang bersih dan tidak mempunyai sebarang masalah pada bahagian telinga tengah. Subjek juga dipastikan tidak mempunyai penyakit kronik serta tidak mengambil sebarang ubatan.

### UJIAN TINGKAH LAKU

Bagi mendapatkan ambang pendengaran subjek, ujian PTA dijalankan pada frekuensi 0.5, 1, 2 dan 4 kHz dengan menggunakan kaedah Hughson-Westlake di dalam bilik kedap bunyi.

### UJIAN ASSR

Ujian ASSR dijalankan dalam bilik kedap bunyi menggunakan mesin GSI AUDEA. Sebelum ujian ini dijalankan, subjek diberikan penerangan mengenai prosedur kajian. Subjek dikehendaki baring di atas katil dan digalakkan untuk tidur

serta merehatkan fikiran dan tidak bergerak semasa ujian dijalankan. Ini kerana, pergerakan atau keadaan rehat yang tidak cukup boleh mengganggu pemerolehan signal elektroensefalografi (EEG) dan mempengaruhi keputusan ujian. Ujian ini hanya direkodkan pada telinga yang memenuhi kriteria inklusif yang ditetapkan. Elektrod dilekatkan menggunakan montaj dua saluran yang mana elektrod positif diletak pada dahi atas (Fz), elektrod negatif pada mastoid kedua-dua telinga (M1 dan M2) dan elektrod bumi pada dahi bawah (Fpz). Impedans elektrod dipastikan kurang daripada 5 kOhm untuk membolehkan respons direkodkan secara optimum. Stimulus yang digunakan untuk merangsang respons ASSR di dalam kajian ini terdiri daripada frekuensi pembawa 0.5, 1, 2 dan 4 kHz yang merupakan amplitud termodulasi (amplitude-modulation; AM) dengan kedalaman sebanyak 100% dan kelebaran frekuensi termodulasi (frequency-modulation; FM) sebanyak 10%. Kombinasi AM dan FM ini digunakan untuk mendapatkan tindak balas terangsang paling maksimum. Frekuensi modulasi yang digunakan untuk setiap frekuensi pembawa 0.5, 1, 2 dan 4 kHz masing-masing adalah 74, 81, 88 dan 95 Hz. Kesemua stimulus ini disalurkan kepada telinga yang diuji menggunakan fon sisip yang disambungkan pada plag busa. Ujian dimulakan pada frekuensi pembawa 1 kHz dan kemudian diteruskan dengan frekuensi 2, 4 dan 0.5 kHz. ASSR hanya diulang pada frekuensi 0.5 dan 1 kHz sahaja kerana faktor limitasi masa. Intensiti permulaan bagi ASSR adalah pada 10 dB di atas ambang pendengaran PTA.

## HASIL

Perbandingan ambang pendengaran PTA dan ASSR pada frekuensi 0.5, 1, 2 dan 4 kHz dilakukan di mana 20 data diperolehi daripada 15 subjek. Data di mana ambang PTA dan/atau ambang ASSR yang tidak dapat diperolehi tidak dianalisa kerana perbandingan tidak dapat dilakukan. Untuk ujian ASSR ulangan, 11 telinga diuji pada kedua-dua frekuensi 0.5 dan 1 kHz, 4 telinga hanya diuji pada 0.5 kHz dan 5 telinga hanya diuji pada 1 kHz. Ini menjadikan 15 telinga diulang uji pada 0.5 kHz dan 16 telinga diulang uji pada 1 kHz.

### AMBANG PENDENGARAN PTA DAN ASSR

Jadual 1 menunjukkan min dan sisihan piawai bagi ambang pendengaran ujian PTA dan ASSR pada frekuensi 0.5, 1, 2 dan 4 kHz serta bilangan telinga yang diuji. Daripada jadual dapat dilihat bahawa min tahap pendengaran kebanyakan subjek adalah dalam lingkungan tahap masalah pendengaran sedikit hingga sederhana. Pada semua frekuensi yang diuji, ambang pendengaran yang diukur menggunakan ASSR menghasilkan nilai yang lebih tinggi dari PTA.

JADUAL 1. Min dan sisihan piawai ambang pendengaran PTA dan ASSR

Frekuensi (Hz)	Bilangan telinga (n)	Ambang Pendengaran PTA (dBHL)	Bilangan telinga (n)	Ambang Pendengaran ASSR (dBHL)
500	20	31.50 ± 12.47	20	40.00 ± 16.14
1000	20	33.75 ± 12.97	20	44.00 ± 15.27
2000	20	35.50 ± 13.66	20	48.25 ± 18.52
4000	20	50.25 ± 20.49	16	62.50 ± 25.03

### PERBEZAAN AMBANG PENDENGARAN PTA DAN ASSR

Secara amnya, frekuensi 0.5 kHz menunjukkan perbezaan antara ambang PTA dan ASSR yang paling kecil berbanding frekuensi yang lain, manakala perbezaan yang paling besar dilihat pada frekuensi 2 kHz. Walau bagaimanapun, ANOVA satu hala mendapati perbezaan antara ambang PTA dan ASSR adalah tidak signifikan pada semua frekuensi ( $p > 0.05$ ).

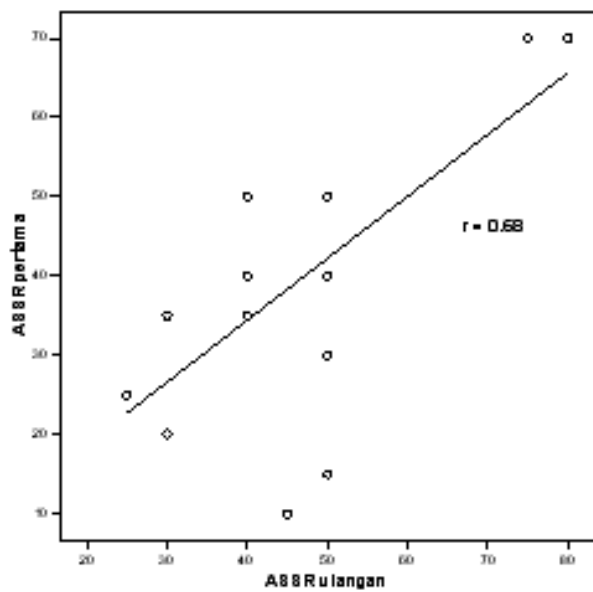
### KORELASI ANTARA AMBANG PENDENGARAN PTA DAN ASSR

Pekali korelasi Pearson menunjukkan terdapat korelasi yang signifikan antara ambang PTA dan ambang ASSR pada semua frekuensi di mana ( $r = 0.77$ ,  $p < 0.05$ ) pada 0.5 kHz, ( $r = 0.45$ ,

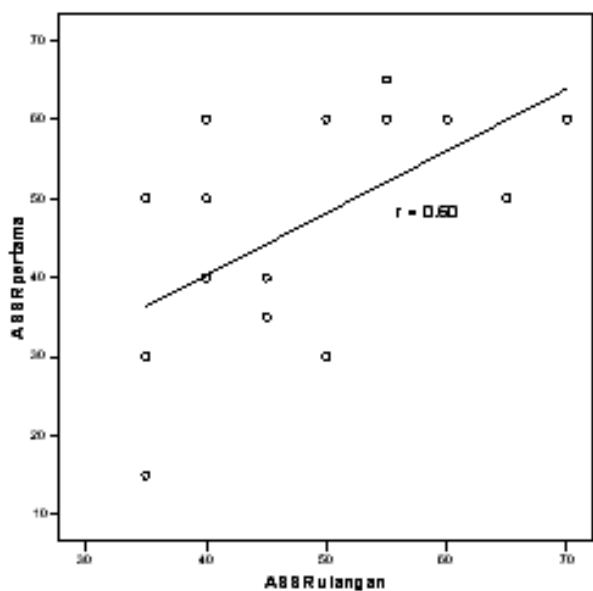
$p < 0.05$ ) pada 1 kHz, ( $r = 0.58$ ,  $p < 0.05$ ) pada 2 kHz dan ( $r = 0.73$ ,  $p < 0.05$ ) pada 4 kHz. Ini menunjukkan bahawa ambang pendengaran ASSR boleh digunakan untuk meramal ambang pendengaran PTA pada 0.5, 1, 2 dan 4 kHz.

### PERBANDINGAN MIN AMBANG ASSR PERTAMA DAN ASSR ULANGAN

Ujian ASSR diulang pada frekuensi 0.5 dan 1 kHz. Keboleholangan ASSR diukur dengan menggunakan ujian-t berpasangan. Keputusan menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan di antara min ujian ASSR pertama dan min ASSR ulangan pada 0.5 kHz di mana  $t(15) = 2.09$ ,  $p > 0.05$  dan pada 1 kHz di mana  $t(15) = 0.436$ ,  $p > 0.05$ .



(a)



(b)

RAJAH 1. Plot serakan ambang pendengaran ASSR pertama dan ASSR ulangan. (a) 500 Hz (b) 1000 Hz

#### KORELASI ANTARA AMBANG PENDENGARAN ASSR PERTAMA DAN ASSR ULANGAN

Plot serakan menunjukkan hubungan positif wujud antara ambang pendengaran ASSR pertama dan ASSR ulangan pada kedua-dua frekuensi yang diuji. Rajah 1 menunjukkan plot serakan ambang pendengaran ujian ASSR pertama dan ASSR ulangan pada 500 Hz dan 1000 Hz.

Pekali koefisien korelasi Pearson digunakan untuk melihat korelasi di antara ambang ASSR pertama dan ASSR ulangan. Keputusan menunjukkan korelasi yang sederhana

antara ambang ASSR pertama dan ulangan di mana  $r = 0.68$  pada 0.5 Hz dan  $r = 0.60$  pada 1 kHz.

#### PERBINCANGAN

Kajian ini menunjukkan terdapat julat min yang berbeza dan julat sisihan piawai yang besar pada setiap frekuensi yang diuji di antara ambang pendengaran PTA dan ASSR seperti yang dilaporkan oleh pengkaji terdahulu (Dimitrijevic et al. 2004; Maanen & Stapells 2005; Johnson & Brown 2005). Variasi yang besar ini mungkin disebabkan oleh faktor subjek yang tidak berehat sepenuhnya semasa ujian ASSR dijalankan terutamanya di penghujung pengukuran ASSR kerana pengukuran ASSR boleh mengambil masa yang lama. Keadaan subjek yang tidak berehat ini boleh menyebabkan ambang pendengaran ASSR yang diramalkan lebih tinggi daripada ambang pendengaran PTA. Keadaan subjek yang tidak rehat mungkin mengganggu pengenalpastian respons ASSR yang sedang direkodkan kerana nilai kebisingan latar elektroensefalografi (EEG) yang wujud boleh terganggu dan meningkat dengan kehadiran artifak otot lalu mengganggu pengrekodan respons ASSR. Kewujudan artifak otot ini boleh berlaku pada subjek yang tidak tidur (Plourde & Picton 1990).

Ujian ASSR dalam keadaan sedar menghasilkan nilai kebisingan latar EEG yang tinggi dan dapat mengganggu penghasilan respons ASSR, mengganggu proses pengumpulan data seterusnya menghasilkan bacaan ambang pendengaran yang lebih tinggi (Cohen et al. 1991). Manakala, ujian ASSR pada keadaan tidur menghasilkan EEG yang lebih rendah. Kehadiran EEG yang rendah ini tidak mengganggu pemerolehan dan pengrekodan respons ASSR walaupun respons ASSR yang dihasilkan juga adalah rendah.

Secara umumnya, hasil kajian ini mendapati perbezaan nilai min di antara ambang pendengaran PTA dan ASSR yang lebih kurang sama dengan kajian lepas (Dimitrijevic et al. 2004; Maanen & Stapells 2005; Johnson & Brown 2005). Kajian ini mendapati julat min bagi perbezaan di antara ambang pendengaran PTA dan ASSR adalah antara 9 hingga 14 dB dengan julat sisihan piawai antara 11-20 dB. Dimitrijevic et al. (2004) melaporkan bahawa nilai julat bagi min perbezaan antara ujian PTA dan ASSR adalah antara 5-17 dB. Begitu juga dengan kajian yang dijalankan oleh Maanen & Stapells (2005), di mana mereka mendapati min perbezaan bagi PTA dan ASSR adalah dalam julat 4-17 dB. Manakala, Johnson & Brown (2005) pula mendapati bahawa julat min perbezaan antara kedua-dua ujian adalah 5-20dB.

Kebanyakan pengkaji terdahulu (Rance et al. 1995; Lins et al. 1996) membuat perbandingan perbezaan min ambang ujian PTA dan ASSR antara kumpulan individu yang bermasalah pendengaran dan kumpulan yang mempunyai pendengaran normal. Mereka mendapati nilai perbezaan min ambang pendengaran PTA dan ASSR adalah lebih besar bagi individu yang berpendengaran normal dan individu yang mempunyai masalah pendengaran sensorineural tahap sedikit berbanding perbezaan min ambang ujian PTA dan

ASSR yang lebih kecil dalam kumpulan individu bermasalah pendengaran sensorineural tahap sederhana dan teruk.

Mereka melaporkan bahawa perkara ini berlaku akibat fenomena rekrutmen di mana amplitud respons fisiologikal bertambah dengan lebih cepat (*steep and rapid*) dengan pertambahan intensiti pada individu yang bermasalah pendengaran sensorineural. Rekrutmen ini menyebabkan penghasilan yang lebih jelas daripada tiadanya respons di bawah ambang pendengaran kepada adanya respons pada tahap ambang pendengaran. Oleh itu, semakin tinggi tahap pendengaran subjek, semakin jelas dan mudah untuk respons ASSR dikenal pasti (Rance et al. 1995; Lins et al. 1996). Tambahan pula, lazimnya amplitud ASSR adalah tinggi pada tahap intensiti ambang pendengaran bagi subjek yang bermasalah pendengaran berbanding dengan subjek yang tidak mempunyai masalah pendengaran. Oleh itu, respons ASSR adalah lebih mudah direkod dan dikenal pasti pada subjek yang mempunyai masalah pendengaran daripada subjek yang mempunyai pendengaran yang normal. Ini juga menyebabkan respons ASSR pada subjek yang mempunyai pendengaran yang normal dan pada subjek yang mempunyai masalah pendengaran tahap sedikit adalah lebih mudah terganggu oleh kehadiran bunyi bising fisiologikal (seperti aktiviti otot) dan persekitaran. Oleh itu, intensiti yang lebih tinggi diperlukan untuk membolehkan respons direkod dengan baik pada individu berpendengaran normal dan mempunyai tahap masalah pendengaran yang sedikit.

Hasil kajian ini juga mendapati min perbezaan ambang PTA dan ASSR adalah tidak signifikan pada semua frekuensi. Ini bermakna walaupun terdapat perbezaan antara ambang pendengaran ASSR dan PTA pada setiap frekuensi, nilai ambang pendengaran diperolehi daripada ASSR adalah lebih kurang sama dengan ambang pendengaran yang diperolehi daripada PTA. Dapatan ini disokong oleh pengkaji terdahulu seperti yang dilaporkan oleh Rance et al. (1995) dan Lins et al. (1996). Tambahan pula, pekali korelasi menunjukkan terdapat korelasi yang signifikan antara ambang pendengaran PTA dan ASSR pada semua frekuensi. Ini bermakna, ambang pendengaran ASSR boleh digunakan untuk meramal ambang pendengaran PTA pada golongan dewasa lanjut umur bermasalah pendengaran sensorineural yang tidak dapat menjalani ujian PTA. Oleh itu, ujian ASSR boleh dicadangkan sebagai alternatif kepada ujian PTA untuk mengukur ambang pendengaran bagi golongan dewasa lanjut umur.

Selain itu, kajian ini juga mendapati bahawa tiada perbezaan signifikan di antara min ambang pendengaran ASSR pertama dan ulangan pada frekuensi 0.5 dan 1 kHz. Min ambang yang tidak berbeza secara signifikan ini menunjukkan bahawa ambang pendengaran ASSR kali pertama adalah lebih kurang sama dengan ambang pendengaran ASSR ulangan. Ini bermakna ambang pendengaran ASSR tidak berubah mengikut sela masa tertentu atau jika diulang ujiannya pada kedua-dua frekuensi tersebut. Keputusan kajian ini juga menunjukkan terdapat hubungan positif di antara ambang pendengaran ujian ASSR

kali pertama dengan ambang pendengaran ASSR yang diperolehi jika ujian ASSR diulang kali kedua. Ini bermakna jika ujian ASSR diulang kali kedua, nilai ambang pendengaran yang diperolehi boleh diramal daripada nilai ambang pendengaran ASSR yang diperolehi daripada ujian pertama. Oleh itu, ASSR mempunyai kebolehulangan yang baik pada golongan dewasa lanjut umur yang mempunyai masalah pendengaran sensorineural.

Perkara ini berlaku mungkin kerana kedua-dua ujian tersebut menggunakan parameter ujian yang sama dan menguji tapak laluan anatomi yang sama. Tambahan pula, keadaan subjek tidak berubah untuk kedua-dua pengukuran ASSR dan tahap pendengaran yang diuji juga adalah tidak berubah. Oleh itu, penemuan ini juga menunjukkan bahawa parameter yang digunakan adalah sesuai dan menggunakan frekuensi termodulasi yang optimum dalam menguji tahap pendengaran subjek dan pengukuran ASSR adalah tidak berubah secara signifikan.

Kajian-kajian terdahulu juga telah menjelaskan tentang kelebihan ASSR dalam menguji ambang pendengaran individu tanpa mengira tahap pendengaran dan umur subjek. Contohnya, kajian oleh Lins et al. (1996) pada pelbagai peringkat umur (bayi hingga dewasa) dan tahap pendengaran (normal dan bermasalah pendengaran) telah membuktikan bahawa ASSR boleh menjadi satu ujian objektif yang mampu meramal ambang pendengaran dengan tepat. ASSR seperti yang telah dibuktikan dalam kajian-kajian terdahulu mempunyai beberapa kelebihan berbanding ujian lain seperti boleh direkodkan 10-20 dB dari ambang pendengaran tingkah laku, dapat direkodkan pada bayi yang sedang tidur dan menggunakan analisis statistik sebagai pengenalpastian respons. Selain itu, keputusan ujian ASSR dapat menyerupai konfigurasi audiogram ujian tingkah laku pada individu normal dan bermasalah pendengaran. Mereka juga telah mencadangkan bahawa ASSR berkemungkinan boleh menjadi ujian rutin dan digunakan untuk menggantikan ujian konvensional.

Kesesuaian ujian ASSR untuk menguji tahap pendengaran disokong oleh kajian-kajian lepas. Contohnya, Herdman dan Stapells (2003) juga telah menguji ASSR pada golongan dewasa yang bermasalah pendengaran yang berumur dari 25 tahun hingga 94 tahun. Kajian mereka juga telah membuktikan bahawa ASSR mampu menganggar ambang pendengaran dari pelbagai tahap dan boleh menyerupai konfigurasi audiogram. Mereka juga mencadangkan bahawa ASSR boleh digunakan untuk subjek yang tidak dapat diuji secara ujian tingkah laku, terutamanya pada bayi yang berumur di bawah umur 6 bulan. Rance et al. (1995) turut melaporkan tentang keupayaan ASSR dalam menguji individu yang bermasalah pendengaran dan berpendengaran normal. Oleh itu, ternyata bahawa semua kajian yang terdahulu telah membuktikan bahawa ASSR sememangnya mampu menjadi ujian piawai kerana ketepatannya dalam menguji pendengaran dan bersifat spesifik pada frekuensi.

Oleh itu, daripada hasil kajian ini dapat disimpulkan bahawa ASSR mempunyai kebolehulangan yang baik dan

ambang pendengaran ASSR adalah tidak berbeza secara signifikan dengan ambang pendengaran yang diperolehi daripada ujian PTA. Oleh yang demikian, ASSR boleh disarankan sebagai ujian untuk mengukur ambang pendengaran golongan dewasa lanjut usia yang tidak dapat melakukan ujian PTA.

#### RUJUKAN

- Cohen, L.T., Rickards, F.W. & Clark, G.M. 1991. A comparison of steady state evoked potentials to modulated tones in awake and sleeping humans. *J. Acoustical Soc. Am.* 90: 2467-2479.
- Dimitrijevic, A., John, M.S. & Picton, T.W. 2004. Auditory steady-state responses and word recognition scores in normal-hearing and hearing impaired adults. *Ear. Hear.* 25(1): 68-84.
- Herdman, A.T. & Stapells, D.K. 2003. Auditory steady-state response thresholds of adults with sensorineural hearing impairments. *Int. J. Audiol.* 42(5): 237-248.
- Johnson, T.A. & Brown, C.J. 2005. Thresholds prediction using auditory steady state response and the tone burst auditory brainstem response: A within subject comparison. *Ear. Hear.* 26(6): 559-576.
- Katz, J. 2001. *Handbook of Clinical Audiology*. 5<sup>th</sup> Ed. Lippincott: Williams & Wilkins.
- Lins, O.G., Picton, T.W., Boucher, B.L., Smith, D.A., Champagne, S.C., Moran, L.M., Perez-Abalo, M.C., Martin, V. & Savio, G. 1996. Frequency-specific using steady state responses. *Ear. Hear.* 17: 81-96.
- Maanen, A.V. & Stapells, D.R. 2005. Comparison of multiple auditory steady state responses (80 versus 40 Hz) and slow cortical potentials for threshold estimation in hearing-impaired adults. *Int. J. Audiol.* 44: 613-624.
- Plourde, G. & Picton, T. W. 1990. Human auditory steady-state response during general anesthesia. *Anesthesia Analgesia.* 71: 460-468.
- Rance, G., Rickards, F.W., Cohen, T.L., Vidi, S.D. & Clark, G.M. 1995. The automated prediction of hearing thresholds in sleeping subjects using auditory steady state evoked potentials. *Ear. Hear.* 16: 499-507.
- Rickards, F.W., Tan, L.E., Cohen, L.T., Wilson, O.J., Drew, J.H. & Clark, G.M. 1994. Auditory steady-state evoked potentials in newborns. *Br. J. Audiol.* 28: 327-337.
- Stach, B.A. 2002. The auditory steady state response: A primer. *Hearing J.* 55(9): 10-18.

Akmaliza Ali  
Ellin Fariza Selamat  
Jabatan Audiologi dan Sains Pertuturan  
Fakulti Sains Kesihatan Bersekutu  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
Jalan Raja Muda Abdul Aziz  
50300 Kuala Lumpur.

Corresponding author: Akmaliza Ali  
Email address: akmalizaali@yahoo.com  
Tel: 603-26914230; Fax: 603-26986039

Received: March 2009  
Accepted for publication: August 2009