

เสียงกระตุ้นที่ใช้ในการตรวจการได้ยินชนิดให้แรงเสริมทางสายตา

Variety of Acoustic Stimuli Used in Visual Reinforcement Audiometry

จิระภัทร สีแสงหนอง (Jiraphat Seesangnom)* กฤษณา เลิศสุขประเสริฐ (Krisna Lertsukprasert)**

ดร.มนต์ทิพย์ เทียนสุวรรณ (Dr. Montip Tiensuwan)***

บทคัดย่อ

Visual reinforcement audiometry (VRA) เป็นวิธีการตรวจที่ใช้การสังเกตพฤติกรรมการตอบสนองต่อเสียงของเด็กโดยการหันหาเสียง โดยการปล่อยสัญญาณเสียงผ่านลำโพงหรือหูฟัง เมื่อเด็กหันหาเสียงถูกต้องเด็กจะได้รับแรงเสริมทางสายตาเป็นภาพตุ๊กตาที่มีแสงไฟเพื่อดึงดูดใจให้เด็กหันหาเมื่อได้ยินเสียง สัญญาณเสียงที่ใช้ในปัจจุบัน (NBN, Warble tone) และแรงเสริมทางสายตามักไม่ดึงดูดความสนใจและมักตอบสนองช่วงสั้นๆ ทำให้ผลการตรวจไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้การวินิจฉัยและการช่วยเหลือล่าช้า การศึกษานี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อสร้างเครื่องมือที่รวมสัญญาณภาพเคลื่อนไหวและเสียงที่สร้างขึ้นใหม่เข้าไว้ด้วยกัน จากนั้นนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเด็กที่มีการได้ยินปกติอายุ 6-24 เดือนจำนวน 38 คน พบว่าค่าการตอบสนองต่อเสียงเดิมและเสียงใหม่ไม่แตกต่างกันที่ความถี่ 500 Hz, 1000 Hz และ 2000Hz แต่จำนวนครั้งของการตอบสนองต่อเสียงใหม่มีค่ามากกว่าใช้เสียงเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ABSTRACT

Visual reinforcement audiometry (VRA) requires behavioral responses to sound stimuli by head turn. Sound stimuli are transmitted via loudspeakers or earphones. When the child responds to sound stimuli, he/she is rewarded with visual display. The conventional method by the use of narrow band noise (NBN) and warble tone with lighted toy sometimes are not attractive and the child responds in a short time. In this study, the researcher will create a new tool includes audio and video signals together. Then compare the test results between the VRA using new tools and traditional tools in 38 children with normal hearing aged between 6-24 months. The results showed that the minimal response levels to traditional and new sound stimuli are not statistically significantly different at the frequency 500 Hz, 1000 Hz and 2000 Hz. However, the number of head turn to the new tool is more than the traditional tool.

คำสำคัญ: การตรวจการได้ยินชนิดให้แรงเสริมทางสายตา, สัญญาณเสียง

Key Words: Visual reinforcement audiometry, Acoustic stimuli

* นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาความคิดปกติของการสื่อความหมาย (วิชาเอกแก้ไขการได้ยิน) คณะแพทยศาสตร์
โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สื่อความหมายและความผิดปกติของการสื่อความหมาย คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี
มหาวิทยาลัยมหิดล

*** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

บทนำ

การได้ยินเป็นประสาทสัมผัสอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญต่อกระบวนการพัฒนาทางภาษาและการพูด หากเด็กมีการสูญเสียการได้ยินกระบวนการพัฒนาการทางภาษาและการพูดจะหยุดชะงัก จึงมีความจำเป็นที่จะตรวจการได้ยินในเด็กตั้งแต่อายุน้อยๆ วิธีการตรวจการได้ยินในเด็กมี 2 ประเภทคือ การตรวจการได้ยินที่อาศัยการตอบสนองทางสรีระ (Physiologic hearing test) และการตรวจการได้ยินที่ใช้การสังเกตพฤติกรรมการตอบสนองต่อเสียง (Behavioral hearing test) (American speech-language-hearing association, 2004) ข้อดีของการตรวจการได้ยินที่อาศัยการตอบสนองทางสรีระคือ ไม่ต้องอาศัยความร่วมมือจากผู้ป่วยแต่มีข้อจำกัดในการแปลผลเนื่องจากไม่สามารถให้ข้อมูลระดับการได้ยินที่แท้จริงเป็นเพียงประมาณการระดับการได้ยินในทางอ้อม ส่วนการตรวจการได้ยินที่ใช้การสังเกตพฤติกรรมมีข้อดีคือผลการตรวจที่ได้เป็นผลการตรวจการได้ยินที่แท้จริงซึ่งเกิดจากการตอบสนองของเด็กเองแต่มีข้อจำกัดคือต้องอาศัยความร่วมมือของเด็ก ระหว่างการทดสอบ (Northern, Downs, 1991)

Visual reinforcement audiometry (VRA) เป็นการตรวจการได้ยินที่ใช้การสังเกตพฤติกรรมที่มีหลักการอยู่บนพื้นฐานของการตอบสนองโดยการหันไปหาเสียง (Northern, Downs, 1991; Widen, 2011) นักแก้ไขการได้ยินใช้สัญญาณ เสียง Warble tone ความถี่ต่างๆ เสียงพูดหรือเสียงรบกวนที่มีช่วงความถี่แคบๆ (Day, 2008) โดยปล่อยสัญญาณเสียงผ่านลำโพงหรือหูฟัง เมื่อเด็กตอบสนองโดยการหันหาเสียงได้ถูกต้องเด็กจะได้รับแรงเสริมทางสายตาเป็นภาพตุ๊กตาที่มีแสงไฟหรือของเล่นที่มีการเคลื่อนไหว ผลการตรวจที่ได้จะให้ข้อมูลการฟังในหูแต่ละข้างได้ ถ้าหากระดับการได้ยินใกล้เคียงกัน ทั้ง 2 ข้าง โดยทั่วไปสัญญาณเสียงจากเครื่องตรวจการได้ยิน (Audiometer) ที่ใช้ในการตรวจ VRA มักดึงดูดความสนใจของเด็กได้น้อยและเด็กมักตอบสนองต่อเสียง

เพียงช่วงสั้นๆ เป้าหมายของการตรวจการได้ยินคือการได้ข้อมูลจากการตรวจมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระดับการได้ยินแต่ละความถี่ของหูแต่ละข้าง ดังนั้นการใช้สัญญาณเสียงที่เด็กสนใจเช่นเสียงในสิ่งแวดล้อม เสียงสัตว์ เสียงของเล่น (Bowen, 1998; Rhoades, 1999) น่าจะช่วยให้เด็กสนใจและตอบสนองต่อเสียงได้ยาวนานขึ้น

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อสร้างเครื่องมือใหม่เพื่อให้การตรวจด้วยวิธีVRAมีประสิทธิภาพ เพิ่มความสนใจและการตอบสนองต่อเสียงของเด็กได้ยาวนานขึ้น ทำให้ได้ผลการตรวจที่มีความน่าเชื่อถือรวดเร็วและไม่ต้องนัดมาตรวจซ้ำหลายครั้ง

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. สร้างชุดอุปกรณ์ที่รวมสัญญาณภาพและเสียงเข้าด้วยกันเพื่อใช้ในการตรวจการได้ยินชนิดที่ให้แรงเสริมทางสายตา
2. สร้างสัญญาณเสียงที่ใช้ในการตรวจที่มีความสอดคล้องกับความถี่เสียงที่ 500 Hz., 1000 Hz., 2000 Hz. และ 4000 Hz. พร้อมกับสร้างแรงเสริมทางสายตาที่เป็นภาพเคลื่อนไหวซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของสัญญาณเสียงนั้นๆ
3. สร้างชุดสัญญาณภาพและเสียงที่ใช้ในการตรวจการได้ยินชนิดที่ให้แรงเสริมทางสายตาที่ช่วยเพิ่มความสนใจของเด็กได้นานขึ้น

ระเบียบวิธีวิจัย

- แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน
- ขั้นตอนที่ 1 การสร้างเครื่องมือ**
- ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือประกอบด้วย
1. ขั้นตอนการสร้างสัญญาณเสียงใหม่โดยเลือกสัญญาณเสียงในสิ่งแวดล้อมที่เด็กอายุระหว่าง 6 เดือนถึง 2 ปีมีความคุ้นเคย 8-10 เสียง จากนั้นนำสัญญาณเสียงที่ได้มาวิเคราะห์ความถี่ของเสียงด้วยโปรแกรม Cool editor pro เลือกสัญญาณเสียงที่มี

ความถี่ (Center frequency) สอดคล้องกับความถี่เสียง 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz และ 4000 Hz ตามลำดับ โดยในการศึกษานี้ได้เสียงที่เป็นตัวแทนเสียงความถี่ 500 Hz คือเสียงวัวและเสียงฟ้าผ่า, ความถี่ 1000 Hz คือเสียงฝนตกและเสียงสุนัข, ความถี่ 2000 Hz คือเสียงเป็ดและเสียงกบและความถี่ 4000 Hz คือเสียงนกและเสียงแมว

2. ขั้นตอนการสร้างแรงเสริมทางสายตา โดยสร้างภาพเคลื่อนไหวที่สอดคล้องกับสัญญาณเสียงที่วิเคราะห์ได้โดยใช้โปรแกรม Flash

3. สร้าง Application โดยใช้ระบบปฏิบัติการ Android ที่รวมสัญญาณภาพและเสียงเข้าด้วยกัน

4. ติดตั้ง Application สัญญาณภาพและเสียงที่สร้างขึ้นใหม่ใน Tablet ทั้ง 3 เครื่อง (2 เครื่องสำหรับติดตั้งในห้องตรวจเพื่อใช้เป็นแรงเสริมทางสายตาและอีก 1 เครื่องสำหรับเป็นอุปกรณ์ควบคุมสัญญาณ)

5. เชื่อมต่อ Tablet ที่ทำหน้าที่ควบคุมสัญญาณเข้ากับเครื่องตรวจการได้ยินจากนั้นปรับตั้งค่าความเที่ยงตรงของระดับความดังเสียง

6. ทดลองนำเครื่องมือใหม่นี้ไปลองใช้จริงในผู้ป่วยเด็กจำนวน 5 คนผลตรวจที่ได้จากเครื่องมือใหม่และเครื่องมือเก่ามีค่าไม่แตกต่างกัน

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบเครื่องมือ

จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

เด็กที่มีอายุระหว่าง 6-24 เดือนที่มารับการตรวจการได้ยินที่คลินิกตรวจการได้ยิน ภาควิชาวิทยาศาสตร์สื่อความหมายและความผิดปกติของการสื่อความหมาย คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ระหว่างเดือน พฤษภาคม-กรกฎาคม พ.ศ. 2557 ขนาดกลุ่มตัวอย่างคำนวณจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและจำนวนครั้งเฉลี่ยของการค้นหาเสียงจากการศึกษาของ Plyler และ Lowery (Plyler, Lowery, 2009) กำหนดค่าความแตกต่างที่ 20% ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลร้อยละ 5

อำนาจในการทดสอบร้อยละ 80 ทำให้ได้จำนวนเด็กในกลุ่มวิจัย 38 คน

เกณฑ์ในการคัดเข้าศึกษา

1. มีผลการตรวจคัดกรองการได้ยินอยู่ในเกณฑ์ปกติในหูทั้ง 2 ข้าง (Normal TEOAEs และ Just heard level มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 25 dB ในหูทั้ง 2 ข้าง)

2. ไม่มีปัญหาด้านการมองเห็น

3. ให้ความร่วมมือระหว่างการตรวจได้

4. ไม่มีปัญหาสุขภาพอื่น

การศึกษานี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการการวิจัยในมนุษย์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ผู้ปกครองของเด็กทราบวิธีการวิจัยและต้องลงนามในใบยินยอมก่อนเข้าร่วมการวิจัย

การทดสอบ

การทดสอบการได้ยินแบ่งออกเป็น 2 ช่วงหยุดพักระหว่างการทดสอบ 30-60 นาที เด็กแต่ละคนจะเริ่มต้นการทดสอบด้วยสัญญาณเสียงที่แตกต่างกันโดยใช้วิธีการสุ่มเลือก วิธีที่ 1 จะเริ่มต้นการทดสอบโดยใช้เสียงจากอุปกรณ์เดิมแล้วทดสอบต่อด้วยการใช้เสียงจากอุปกรณ์ใหม่ ส่วนวิธีที่ 2 เริ่มต้นด้วยการทดสอบโดยใช้เสียงจากอุปกรณ์ใหม่แล้วต่อด้วยการใช้เสียงจากอุปกรณ์เดิม ขั้นตอนการทดสอบประกอบด้วย

1. จัดตำแหน่งของเด็กและลำโพงในการตรวจ ให้เด็กนั่งตักผู้ปกครองอยู่ระหว่างลำโพงทั้ง 2 ข้างซึ่งทำมุม 90 องศาโดยมีระยะห่างระหว่างลำโพงและตัวเด็กประมาณ 1 เมตร (British society of audiology, 2014)

2. หาค่า Speech awareness threshold (SAT)

3. หาค่า Minimal response level (MRL) โดยปล่อยเสียง Narrow band noise (NBN) (เสียงจากอุปกรณ์เดิม) ที่แต่ละความถี่

4. นับจำนวนครั้งในการหันหาเสียง NBN ที่ความดัง 55 dB เรียงลำดับความถี่ตั้งแต่ 500-4000 Hz. หากเด็กไม่หันหาเสียงติดต่อกัน 4 ครั้งหยุดทดสอบ(Schmida et al., 2003)

5. ทดสอบโดยใช้เสียงจากอุปกรณ์ใหม่เช่นเดียวกับทดสอบโดยใช้เสียงจากอุปกรณ์เดิม

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้เป็น การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) ใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่ออธิบายข้อมูลพื้นฐาน และทำการเปรียบเทียบค่า MRL จากการตรวจ VRA โดยการใช้เสียงจากอุปกรณ์เดิม และเสียงจากอุปกรณ์ใหม่และจำนวนครั้งในการตอบสนองต่อเสียงโดยใช้สถิติ Wilcoxon signed ranks test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่ามัธยฐานที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $P < 0.05$ และใช้โปรแกรม SPSS v.18 ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัย

ผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นเด็กอายุระหว่าง 6-24 เดือนจำนวน 38 คน โดยมีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 14.87 ปี เป็นเพศหญิง 15 คนเพศชาย 23 คน ผลการตอบสนองของเด็กเมื่อใช้เสียงจากอุปกรณ์เดิมและเสียงจากอุปกรณ์ใหม่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความถี่ 500 Hz, 1000 Hz และ 2000 Hz แต่ที่ความถี่ 4000Hz มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงในตารางที่ 4 แต่เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างจำนวนครั้งในการตอบสนองต่อสัญญาณเสียงพบว่าจำนวนครั้งของการตอบสนองต่อเสียงเมื่อใช้เสียงจากอุปกรณ์ใหม่มีค่ามากกว่าจำนวนครั้งในการตอบสนองต่อเสียงเมื่อใช้เสียงจากอุปกรณ์เดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 1 ผลการตอบสนองต่อเสียงของเด็กเมื่อใช้เสียงจากอุปกรณ์เดิม

การทดสอบ	จำนวนผู้เข้าร่วม	หูขวา	หูซ้าย
		Mean ± SD	Mean ± SD
MRL value at 500 Hz	38	27.63 ± 4.149	26.58 ± 3.874
MRL value at 1000 Hz	38	28.42 ± 4.045	28.42 ± 4.518
MRL value at 2000 Hz	38	29.34 ± 4.528	29.34 ± 4.376
MRL value at 4000 Hz	38	28.68 ± 5.158	30.13 ± 5.389

ตารางที่ 2 ผลการตอบสนองต่อเสียงของเด็กเมื่อใช้เสียงจากอุปกรณ์ใหม่

การทดสอบ	จำนวนผู้เข้าร่วม	หูขวา	หูซ้าย
		Mean ± SD	Mean ± SD
MRL value at 500 Hz	38	26.97 ± 3.59	25.39 ± 3.746
MRL value at 1000 Hz	38	28.03 ± 2.973	27.63 ± 4.309
MRL value at 2000 Hz	38	28.16 ± 4.565	29.47 ± 4.317
MRL value at 4000 Hz	38	27.24 ± 5.027	27.76 ± 4.75

ตารางที่ 3 จำนวนครั้งที่เด็กหันหาเสียงเมื่อใช้เสียงจากอุปกรณ์เดิมและเสียงจากอุปกรณ์ใหม่

วิธีการทดสอบ	จำนวนครั้งในการตอบสนองต่อเสียง	
	ช่วงของการตอบสนอง (ครั้ง)	Mean ± SD
เสียงจากอุปกรณ์เดิม	1-70	15.58 ± 13.042
เสียงจากอุปกรณ์ใหม่	6-94	25.61 ± 16.125

ตารางที่ 4 ความแตกต่างของการตอบสนองต่อเสียงของเด็กระหว่างการได้ยินจากอุปกรณ์เดิมและการได้ยินจากอุปกรณ์ใหม่

การทดสอบ	จำนวนผู้เข้าร่วม	การตอบสนองต่อเสียง		Z	P-value
		ใหม่ (Mean \pm SD)	เดิม (Mean \pm SD)		
หูขวา 500Hz	38	26.97 \pm 3.59	27.63 \pm 4.149	-0.726	0.468
หูซ้าย 500Hz	38	25.39 \pm 3.746	26.58 \pm 3.874	-1.732	0.083
หูขวา 1000Hz	38	28.03 \pm 2.973	28.42 \pm 4.045	-0.600	0.549
หูซ้าย 1000Hz	38	27.63 \pm 4.309	28.42 \pm 5.518	-1.342	0.180
หูขวา 2000Hz	38	28.16 \pm 4.565	29.34 \pm 4.528	-1.732	0.083
หูซ้าย 2000Hz	38	29.47 \pm 4.317	29.34 \pm 4.376	-0.200	0.841
หูขวา 4000Hz	38	27.24 \pm 5.027	28.68 \pm 5.158	-2.40	0.016
หูซ้าย 4000Hz	38	27.76 \pm 4.75	30.13 \pm 5.389	-3.175	0.001

ตารางที่ 5 ความแตกต่างของจำนวนครั้งของการตอบสนองต่อเสียงจากอุปกรณ์เดิมและเสียงจากอุปกรณ์ใหม่

การทดสอบ	จำนวนผู้เข้าร่วม	ความถี่ในการตอบสนองต่อเสียง		Z	P-value
		ใหม่ (Mean \pm SD)	เดิม (Mean \pm SD)		
จำนวนครั้งในการค้นหาเสียง	38	25.61 \pm 16.125	15.58 \pm 13.042	-4.910	9.12×10^{-7}

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่าผลการตอบสนองต่อเสียงของเด็ก (MRL) ที่ได้จากการตรวจ VRA โดยใช้เสียงจากอุปกรณ์เดิมและเสียงจากอุปกรณ์ใหม่มีค่าไม่แตกต่างกันที่ความถี่ต่ำและความถี่กลางแต่ที่ความถี่สูงมีความแตกต่างกัน โดยค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน 2.37 dB ในหูซ้ายและ 1.44 dB ในหูขวา และค่า MRL จากการใช้เสียงใหม่และเสียงเก่าอยู่ในเกณฑ์ปกติซึ่งในทางคลินิกถือว่าไม่แตกต่างกันพอที่จะทำให้การวินิจฉัยผิดพลาด (Franks, n.d.) นอกจากนี้ค่าเฉลี่ย MRL เมื่อใช้เสียงจากอุปกรณ์ใหม่น้อยกว่าการใช้เสียงจากอุปกรณ์เดิมส่งผลให้ค่าที่ประเมินได้มีค่าใกล้เคียงระดับการได้ยินที่เบาที่สุด (hearing threshold) ที่แท้จริงของเด็ก และเนื่องจากค่า MRL เป็นเพียงค่าประมาณระดับการได้ยินของเด็ก ระดับการได้ยินที่แท้จริงจะน้อยกว่าค่า MRL ประมาณ 5 - 10 dB (British society of audiology, 2014) สำหรับจำนวนครั้งในการตอบสนองต่อเสียงพบว่าเมื่อใช้เสียงจากอุปกรณ์ใหม่เด็กหันหาเสียงมากกว่าการใช้เสียงจากอุปกรณ์เดิม แสดงให้เห็นว่าการตรวจ VRA โดยใช้เสียงจากอุปกรณ์ใหม่ช่วยให้เด็กมีความสนใจ ตอบสนองต่อเสียงช้าๆ ได้ยาวนานขึ้นและลดการเกิดความคุ้นชินเสียง (habituation)

เนื่องจากการตรวจ VRA โดยใช้เสียงจากอุปกรณ์เดิมดึงดูดความสนใจของเด็กได้น้อย ประกอบกับสัญญาณเสียงจากสิ่งแวดล้อมที่ถูกพัฒนามาก่อนหน้านี้ใช้งานยากจึงไม่ได้รับความนิยมนำมาใช้ในการได้ยินได้ผลไม่สมบูรณ์และต้องมีการนัดตรวจซ้ำหลายครั้ง ส่งผลต่อการวางแผนช่วยเหลือและฟื้นฟูสมรรถภาพทางการได้ยินได้ล่าช้า ดังนั้นการตรวจ VRA โดยการใช้เสียงจากอุปกรณ์ใหม่จะช่วยเพิ่มความสนใจของเด็กในระหว่างการตรวจให้ยาวนานขึ้น ทำให้ได้ผลตรวจการได้ยินที่มีความครบถ้วนสมบูรณ์และรวดเร็ว นักแก้ไขการได้ยินสามารถนำข้อมูลผลการได้ยินมาวางแผนให้การช่วยเหลือและฟื้นฟูสมรรถภาพทางการได้ยินในเด็กได้เร็วขึ้น

การศึกษาในอนาคตควรทำการศึกษาร่วมผลตรวจ VRA เมื่อใช้เสียงจากอุปกรณ์ใหม่ในเด็กที่มีการสูญเสียการได้ยินและการศึกษาเชิงลึกถึงลักษณะเสียงที่ทำให้เด็กอายุระหว่าง 6-24 เดือนมีการตอบสนองต่อเสียงมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้จะสำเร็จลุล่วงไม่ได้ถ้าหากขาดความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษาคือ รศ. กฤษณาเลิศสุขประเสริฐและ รศ.ดร. มนต์ทิพย์ เทียนสุวรรณ นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ อ.นพ. ปวิณ นำรัช โสคศอ นาสิกแพทย์ที่ให้คำแนะนำในการกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่จะเข้าร่วมงานวิจัยในครั้งนี้และสุดท้ายขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์เด็กปฐมวัยและนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์โรงพยาบาลรามาริบัติทุกท่านที่มีส่วนช่วยอำนวยความสะดวกในการดูแลเด็กระหว่างรอตรวจทำให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

American speech-language-hearing association. Guidelines for the audiologic assessment of children from birth to 5 years of age. [online] 2004 [cited 2014 Oct 3]. Available from: <http://www.asha.org/policy/GL2004-00002.htm>.

Bowen C. Ages and stages summary-language development 0-5 years. [serial online] 1998 [cited 2014 Nov 20]. Available from: http://www.speech-language-therapy.com/index.php?option=com_content&view=article&id=34:ages&catid=11:admin&Itemid=117

- British society of audiology. Recommended procedure visual reinforcement audiometry. [online] 2014 [cited 2014 Dec 2]. Available from: www.thebsa.org.
- Day J, editor. Visual reinforcement audiometry testing of infants: a recommended test protocol version 2.0. United kingdom: [n.p.]; 2008.
- Franks JR. Hearing measurement. In: Goeler B, Hansen CH, Sehrndt GA, editors. Occupational exposure to noise: evaluation, prevention and control. [n.p.]. p. 193-94.
- Lowery KJ, Plyler EL. A comparison of video versus conventional visual reinforcement in 7-to-16 month-old infants. *Journal of speech, language and hearing research* 2009; (52): 723-31.
- Northen JL, Downs MP. *Hearing in children*. 4th ed. Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1991.
- Rhoades EA. Auditory developmental scale: 0-6 years. [online] 1999 [cited 2014 Nov 15]. Available from: <http://www.auditoryverbaltraining.com/scale.htm>.
- Schmida MJ, Peterson HJ, Tharpe AM. Visual reinforcement audiometry using digital video disc and conventional reinforcer. *American journal of audiology* 2003; (12): 35-40
- Widen JE. Behavioral audiometry with infants. In: Seewald R, Tharpe AM, editors. *Comprehensive handbook of pediatric audiology*. San Diego: Plural Publishing; 2011. p. 485-91.