

ลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารและ
ผู้พูดปกติ และการรับรู้เสียงสระที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร



นางสาวชมนาด อินทจามรรักษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอักษรศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาภาษาศาสตร์ ภาควิชาภาษาศาสตร์

คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-1480-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I209๙๖147

THE ACOUSTIC CHARACTERISTICS OF VOWELS PRODUCED BY THAI
TRACHEOESOPHAGEAL AND NORMAL SPEAKERS, AND THE PERCEPTION OF
TRACHEOESOPHAGEAL VOWELS

Miss Chommanad Intajamornrak

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Arts in Linguistics

Department of Linguistics

Faculty of Arts

Chulalongkorn University

Academic Year 2002

ISBN 974-17-1480-7

นางสาวชมนาด อินทจามรวัักษ์ : ลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารและผู้พูดปกติ และการรับรู้เสียงสระที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร. (THE ACOUSTIC CHARACTERISTICS OF VOWELS PRODUCED BY THAI TRACHEOESOPHAGEAL AND NORMAL SPEAKERS, AND THE PERCEPTION OF TRACHEOESOPHAGEAL VOWELS) อ.ที่ปรึกษา : รศ. ดร.ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ, 205 หน้า. ISBN 974-17-1480 -7.

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือวิเคราะห์และเปรียบเทียบลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารและผู้พูดปกติ ในเรื่องค่าความถี่ฟอร์แมนท์และค่าระยะเวลา รวมถึงทดสอบการรับรู้ของคนปกติต่อคุณสมบัติและความสั้นยาวของเสียงสระที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร ในการวิจัยใช้ผู้บอกภาษาซึ่งเป็นผู้รักกล่องเสียงที่พูดโดยใช้หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน ผู้พูดปกติ 3 คน และกลุ่มประชากรสำหรับทดสอบการรับรู้ 30 คน รายการคำสำหรับให้ผู้บอกภาษาออกเสียงแบ่งเป็นคำที่สร้างจากสระสั้น 9 หน่วยเสียง คือ /i/ /e/ /ɛ/ /ɨ/ /ə/ /a/ /u/ /o/ /ɔ/ สระยาว 9 หน่วยเสียง คือ /i:/ /e:/ /ɛ:/ /ɨ:/ /ə:/ /a:/ /u:/ /o:/ /ɔ:/ และสระประสม 3 หน่วยเสียง คือ /ia/ /ia/ /ua/ จากนั้นวิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์ของเสียงสระด้วยโปรแกรมพราท (Praat) การทดสอบการรับรู้แบ่งเป็นทดสอบการรับรู้คุณสมบัติของเสียงสระ และการรับรู้ความสั้นยาวของเสียงสระ

ผลการวิจัยพบว่าค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 และที่ 2 ของเสียงสระที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารสูงกว่าของผู้พูดปกติ ทั้งในสระสั้น สระยาว และสระประสม ยกเว้นค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 2 ของสระ /i:/ ที่ต่ำกว่าของผู้พูดปกติ ส่วนพื้นที่สระของผู้พูดทั้งสองกลุ่มมีขนาดใกล้เคียงกัน ในขณะที่บริเวณเสียงสระของผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารมีการกระจายมาก โดยเฉพาะสระสั้น เนื่องจากบริเวณเสียงสระของสระแต่ละเสียงมีขนาดใหญ่ จึงทำให้เกิดการเหลื่อมกันของสระทุกเสียง ส่วนบริเวณเสียงสระของผู้พูดปกติมีขนาดเล็กกว่า และเกิดการเหลื่อมกันระหว่างสระเล็กน้อยเท่านั้น นอกจากนี้ค่าระยะเวลาของเสียงสระที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหารมากกว่าของผู้พูดปกติทั้งในสระสั้น สระยาว และสระประสม เมื่อทดสอบค่าทางสถิติ t-Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ปรากฏว่าค่าระยะเวลาของสระสั้น /i/ /e/ /ɛ/ /ə/ /u/ /o/ และ /ɔ/ ที่ออกเสียงโดยผู้พูดทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนสระยาวมีค่าระยะเวลาของสระ /i:/ /e:/ และ /u:/ ที่ออกเสียงโดยผู้พูดทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการทดสอบการรับรู้เสียงสระที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร คือ ผู้ฟังซึ่งเป็นคนปกติสามารถรับรู้คุณสมบัติของเสียงสระสั้นได้ถูกต้อง 80.86% สระยาว 91.79% และสระประสม 97.16% และสามารถรับรู้ความสั้นยาวของเสียงสระสั้นได้ถูกต้อง 90.58% และของสระยาว 93.30%

ภาควิชา..... ภาษาศาสตร์..... ลายมือชื่อนิสิต..... วิชา..... อินทจามรวัักษ์.....
 สาขาวิชา..... ภาษาศาสตร์..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... ศ.ดร.ธีระพันธ์.....
 ปีการศึกษา..... 2545..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4280118922 : MAJOR LINGUISTICS

KEY WORD: ACOUSTIC CHARACTERISTICS / THAI VOWELS / TRACHEOESOPHAGEAL

CHOMMANAD INTAJAMORNRAK : THE ACOUSTIC CHARACTERISTICS OF VOWELS PRODUCED BY THAI TRACHEOESOPHAGEAL AND NORMAL SPEAKERS, AND THE PERCEPTION OF TRACHEOESOPHAGEAL VOWELS. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. THERAPHAN LUANGTHONGKUM, Ph.D., 205 pp. ISBN 974-17-1480 -7.

The aim of this research is to analyze and compare the acoustic characteristics of the formant frequencies and durations of vowels produced by Thai tracheoesophageal and normal speakers. The perception of tracheoesophageal vowels is also studied. The informants are three tracheoesophageal speakers, three normal speakers and 30 normal listeners. The citation forms comprise nine short vowels: /i/ /e/ /ɛ/ /ɨ/ /ə/ /a/ /u/ /o/ /ɔ/, nine long vowels: /i:/ /e:/ /ɛ:/ /ɨ:/ /ə:/ /a:/ /u:/ /o:/ /ɔ:/ and three diphthongs: /ia/ /ia/ /ua/. The formant frequencies and durations of the vowels were analyzed with Praat. There were two perception tests, one on vowel quality and one on vowel length.

It is found that both the first and the second formants of short vowels, long vowels and diphthongs produced by tracheoesophageal speakers are higher than those of vowels produced by normal speakers except for the second formant of the vowel /i:/. The vowel space of tracheoesophageal and normal speakers has a similar size and shape, however, the variation of each vowel within its space of tracheoesophageal speakers, especially short vowels, is widely distributed. The area of each vowel in the vowel space is so large that all vowels overlap, but the variation of each vowel within its space of normal speakers is quite small and only some vowels overlap. The durations of short vowels, long vowels and diphthongs produced by tracheoesophageal speakers are longer than those of vowels produced by normal speakers. The differences in the durations of the short vowels are statically significant ($p < 0.05$) in the vowels /i/ /e/ /ɛ/ /ə/ /u/ /o/ and /ɔ/. The differences in the durations of the long vowels are statically significant ($p < 0.05$) in the vowels /i:/ /ɛ:/ and /u:/. The listeners correctly perceive the vowel quality of short vowels produced by tracheoesophageal speakers 80.86% of the time, long vowels 91.79% and diphthongs 97.16%. The listeners correctly perceive the vowel length of short vowels produced by tracheoesophageal speakers at a level of 90.58% and long vowels 93.30%.

Department.....Linguistics.....Student's signature.....*Chommanad Intajamornrak*
Field of study.....Linguistics.....Advisor's signature.....*Theraphan Luangthongkum*
Academic year.....2002.....Co-advisor's signature.....-

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้มาโดยตลอด และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาพร ลักษณะียนาวิน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ม.ร.ว.กัลยา ดิงศภักดิ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งขอขอบพระคุณ อาจารย์ Arthur S. Abramson ที่ได้ให้คำปรึกษาในทุกขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นและแก้ไขภาษาในบทความย่อภาษาอังกฤษ

ขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย โครงการมหาบัณฑิต สกว. ชุดโครงการ “การพูดของคนไร้กล่องเสียง” ซึ่งมีรองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ เป็นผู้ประสานงานโครงการ

พร้อมทั้งขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในชุดโครงการ “การพูดของคนไร้กล่องเสียง” จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ คือ รองศาสตราจารย์ ดร.นันทนา รณเกียรติ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วริษา กมลนาวิน ที่ได้ให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะและคำแนะนำระหว่างการประชุมรายงานความก้าวหน้า

รวมถึงขอขอบคุณภาควิชาสัตวศาสตร์ คอ นาสิก คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการประสานงานเพื่อคัดเลือกผู้ให้ข้อมูล (ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร) ขอขอบคุณผู้บอกภาษาทุกท่าน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี ที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บข้อมูล

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์ ดร.ณัฐกร ทับทอง ดร.วิศรุต อาชุนบุตร และคุณเอกฤทธิ์ มณีน้อย เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานศูนย์วิจัยการประมวลผลภาษาและวัจนะ ที่เอื้อเพื่ออุปกรณ์ในการบันทึกเสียง และอนุเคราะห์โปรแกรมสำหรับสร้างภาพบริเวณเสียงสระ พร้อมทั้งเพื่อน ๆ สาขาภาษาศาสตร์และเพื่อนนักศึกษาระบบนิเวศวิทยาซึ่งรับทุนในชุดโครงการ “การพูดของคนไร้กล่องเสียง” ทุกคนที่ช่วยเป็นกำลังใจซึ่งกันและกันมาโดยตลอด

และสุดท้ายขอขอบคุณครอบครัวของข้าพเจ้า คือ คุณพ่อคุณแม่ และญาติพี่น้อง ที่ได้ให้กำลังใจ และเป็นกำลังสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐาน.....	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การเปล่งเสียงสระของผู้พูดปกติ.....	7
2.2 การพูดของผู้ไร้กล่องเสียง.....	11
2.3 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับเสียงสระในด้านสรีรศาสตร์และกลศาสตร์.....	16
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเสียงสระของผู้พูดปกติ.....	20
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเสียงสระที่ออกเสียงโดยผู้ไร้กล่องเสียง.....	24
2.6 การทดสอบการรับรู้เสียงสระที่ออกเสียงโดยผู้ไร้กล่องเสียง.....	28
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 การคัดเลือกผู้ให้ข้อมูล.....	30
3.1.1 ผู้ไร้กล่องเสียง.....	30
3.1.2 ผู้พูดปกติ.....	31
3.1.3 กลุ่มประชากรตัวอย่างสำหรับทดสอบการรับรู้.....	31
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	32
3.2.1 รายการคำ.....	32
3.2.2 เครื่องบันทึกเสียง.....	34

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.2.3 โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	34
3.2.4 แบบทดสอบการรับรู้.....	35
3.3 การเก็บข้อมูล.....	35
3.4 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล.....	36
3.5 การวิเคราะห์และตีความผลการวิเคราะห์.....	43
3.6 การนำเสนอผล.....	43
บทที่ 4 ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ของสระ พื้นที่สระ และบริเวณเสียงสระ	
4.1 สระสั้น.....	45
4.1.1 ค่าความถี่ฟอร์เมนต์.....	45
4.1.1.1 ผู้พูดปกติ.....	45
4.1.1.2 ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	47
4.1.1.3 เปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์เมนต์ของสระสั้นที่ออกเสียง โดยผู้พูดปกติกับผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	50
4.1.2 พื้นที่สระ.....	53
4.1.2.1 ผู้พูดปกติ.....	54
4.1.2.2 ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	55
4.1.2.3 เปรียบเทียบพื้นที่สระของสระสั้นที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ กับผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	55
4.1.3 บริเวณเสียงสระ.....	57
4.1.3.1 ผู้พูดปกติ.....	57
4.1.3.2 ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	58
4.1.3.3 เปรียบเทียบบริเวณเสียงสระของสระสั้นที่ออกเสียงโดย ผู้พูดปกติกับผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	59
4.2 สระยาว.....	59
4.2.1 ค่าความถี่ฟอร์เมนต์.....	59
4.2.1.1 ผู้พูดปกติ.....	59
4.2.1.2 ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	62
4.2.1.3 เปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์เมนต์ของสระยาวที่ออกเสียง โดยผู้พูดปกติกับผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	64

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4.2.2 พื้นที่สระ.....	68
4.2.2.1 ผู้พูดปกติ.....	68
4.2.2.2 ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	68
4.2.2.3 เปรียบเทียบพื้นที่สระของสระยาวที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ กับผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	69
4.2.3 บริเวณเสียงสระ.....	70
4.2.3.1 ผู้พูดปกติ.....	70
4.2.3.2 ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	71
4.2.3.3 เปรียบเทียบบริเวณเสียงสระของสระยาวที่ออกเสียงโดย ผู้พูดปกติกับผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	72
4.3 สระประสม	73
4.3.1 ค่าความถี่ฟอร์แมนท์.....	73
4.3.1.1 ผู้พูดปกติ.....	73
4.3.1.2 ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	75
4.3.1.3 เปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์แมนท์ของสระประสมที่ออกเสียง โดยผู้พูดปกติกับผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	77
บทที่ 5 ค่ารระยะเวลาของเสียงสระ	
5.1 สระสั้น.....	78
5.1.1 ผู้พูดปกติ.....	78
5.1.2 ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	80
5.1.3 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาของสระสั้นที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติกับ ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	81
5.2 สระยาว.....	84
5.2.1 ผู้พูดปกติ.....	84
5.2.2 ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	86
5.2.3 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาของสระยาวที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติกับ ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	87
5.3 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาของสระสั้นและสระยาว.....	90
5.3.1 ผู้พูดปกติ.....	90

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5.3.2 ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	93
5.4 สระประสม.....	96
5.4.1 ผู้พูดปกติ.....	96
5.4.2 ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	98
5.4.3 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาของสระประสมที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติกับ ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.	100
บทที่ 6 การทดสอบการรับรู้	
6.1 สร้างรายการคำตัวอย่าง.....	103
6.2 สร้างคำเร่งเร้าการรับรู้.....	103
6.3 สร้างกระดาษคำตอบ.....	104
6.4 ทดสอบการรับรู้.....	106
6.5 วิเคราะห์ผล.....	106
6.5.1 ผลการวิเคราะห์การรับรู้คุณสมบัติของเสียงสระ.....	107
6.5.2 ผลการวิเคราะห์การรับรู้ความสั้นยาวของเสียงสระ.....	114
6.6 สรุปผลการทดสอบการรับรู้เสียงสระที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม- หลอดอาหาร.....	118
บทที่ 7 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
7.1 สรุปผล.....	120
7.2 อภิปรายผล.....	125
7.3 ข้อเสนอแนะ.....	131
รายการอ้างอิง.....	133
ภาคผนวก.....	137
ภาคผนวก ก	138
ภาคผนวก ข	140
ภาคผนวก ค	142
ภาคผนวก ง	158
ภาคผนวก จ	204
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	205

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ค่าความถี่ฟอร์เมินท์ของเสียงสระภาษาอังกฤษแบบอเมริกัน.....	21
ตารางที่ 4.1 ค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 ที่ 2 และที่ 3 ของสระสั้น (ผู้พูดปกติ 3 คน)	45
ตารางที่ 4.2 ค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 ที่ 2 และที่ 3 ของสระสั้น (ผู้พูดที่ใช้หลอดลม- หลอดอาหาร 3 คน)	48
ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 ที่ 2 และที่ 3 ของสระสั้น (ผู้พูดปกติ 3 คน กับผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน)	50
ตารางที่ 4.4 ค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 ที่ 2 และที่ 3 ของสระยาว (ผู้พูดปกติ 3 คน)	60
ตารางที่ 4.5 ค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 ที่ 2 และที่ 3 ของสระยาว (ผู้พูดที่ใช้หลอดลม- หลอดอาหาร 3 คน)	62
ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 ที่ 2 และที่ 3 ของสระยาว (ผู้พูดปกติ 3 คน กับผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน)	65
ตารางที่ 4.7 ค่าความถี่ฟอร์เมินท์ของสระประสม (ผู้พูดปกติ 3 คน)	73
ตารางที่ 4.8 ค่าความถี่ฟอร์เมินท์ของสระประสม (ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน).....	75
ตารางที่ 5.1 ค่าระยะเวลาเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสระสั้น (ผู้พูดปกติ 3 คน).....	78
ตารางที่ 5.2 ค่าระยะเวลาเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสระสั้น (ผู้พูดที่ใช้หลอดลม- หลอดอาหาร 3 คน)	80
ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาเฉลี่ยและอัตราส่วนค่าระยะเวลาของสระสั้น (ผู้พูดปกติ 3 คน กับผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน)	82
ตารางที่ 5.4 ค่าระยะเวลาเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสระยาว (ผู้พูดปกติ 3 คน).....	84
ตารางที่ 5.5 ค่าระยะเวลาเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสระยาว (ผู้พูดที่ใช้หลอดลม- หลอดอาหาร 3 คน)	86
ตารางที่ 5.6 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาเฉลี่ยและอัตราส่วนค่าระยะเวลาของสระยาว (ผู้พูดปกติ 3 คน กับผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน)	88
ตารางที่ 5.7 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาเฉลี่ยของสระสั้นและสระยาว (ผู้พูดปกติ 3 คน).....	91
ตารางที่ 5.8 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาเฉลี่ยของสระสั้นและสระยาว (ผู้พูดที่ใช้หลอดลม- หลอดอาหาร 3 คน)	93
ตารางที่ 5.9 ค่าระยะเวลาเฉลี่ยของสระประสม (ผู้พูดปกติ 3 คน)	96
ตารางที่ 5.10 ค่าระยะเวลาเฉลี่ยของสระประสม (ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน).....	98

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 5.11 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาเฉลี่ยของสระประสม (ผู้พูดปกติ 3 คน กับผู้พูดที่ใช้ หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน)	100
ตารางที่ 6.1 ผลการทดสอบการรับรู้คุณสมบัติของสระสั้น.....	107
ตารางที่ 6.2 ผลการทดสอบการรับรู้คุณสมบัติของสระยาว.....	110
ตารางที่ 6.3 ผลการทดสอบการรับรู้คุณสมบัติของสระประสม.....	113
ตารางที่ 6.4 ผลการทดสอบการรับรู้ความสั้นยาวของเสียงสระสั้น.....	115
ตารางที่ 6.5 อัตราส่วนของค่าระยะเวลาของสระสั้นและสระยาว (ผู้พูดที่ใช้หลอดลม- หลอดอาหาร 3 คน)	116
ตารางที่ 6.6 ผลการทดสอบการรับรู้ความสั้นยาวของเสียงสระยาว.....	116

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 1.1 พื้นที่สระสั้นในภาษาไทย.....	4
ภาพที่ 1.2 บริเวณเสียงสระ /u:/ ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติและผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร (กลุ่มละ 3 คน คนละ 25 คำ)	5
ภาพที่ 2.1 อวัยวะที่ใช้ในการผลิตเสียงพูด.....	7
ภาพที่ 2.2 ส่วนประกอบของกล่องเสียง.....	8
ภาพที่ 2.3 เส้นเสียง (vocal cords) และช่องระหว่างเส้นเสียง (glottis)	9
ภาพที่ 2.4 การทำงานของเส้นเสียง.....	10
ภาพที่ 2.5 ทางเดินของลมหายใจก่อนผ่าตัดและหลังผ่าตัด.....	12
ภาพที่ 2.6 การพูดโดยใช้เครื่องช่วยพูด.....	13
ภาพที่ 2.7 การพูดโดยใช้หลอดอาหาร.....	14
ภาพที่ 2.8 ทางเดินของกระแสลมจากปอดสู่ช่องทางเดินของเสียงในผู้พูด ที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	15
ภาพที่ 2.9 ลักษณะการทำงานของหลอดส่งกระแสลม (voice prosthesis)	15
ภาพที่ 2.10 รูปร่างของช่องทางเดินเสียงของสระหน้าและสระหลัง.....	17
ภาพที่ 2.11 Model ของค่าความถี่ฟอร์แมนท์.....	19
ภาพที่ 2.12 ความสัมพันธ์ระหว่างอวัยวะในการออกเสียงสระและค่าความถี่ฟอร์แมนท์ ของเสียงสระ.....	20
ภาพที่ 2.13 พื้นที่สระสั้นและสระยาวที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติจำนวน 2 คน.....	22
ภาพที่ 2.14 พื้นที่สระยาวที่ออกเสียงโดยคนกรุงเทพฯ (วิชญ์ 2543: 40).....	24
ภาพที่ 3.1 คลื่นเสียง (บน) แผ่นภาพคลื่นเสียงแบบช่วงกรองกว้าง และเส้นแสดง ความเข้ม (ล่าง) ของคำว่า เศษ /se:t21/ ออกเสียงโดย ผู้พูดปกติคนที่ 1 (ขั้นตอนที่ 1)	37
ภาพที่ 3.2 คลื่นเสียง (บน) แผ่นภาพคลื่นเสียงแบบช่วงกรองกว้าง และเส้นแสดง ความเข้ม (ล่าง) ของคำว่า เศษ /se:t21/ ออกเสียงโดย ผู้พูดปกติคนที่ 1 (ขั้นตอนที่ 2)	37
ภาพที่ 3.3 คลื่นเสียง (บน) แผ่นภาพคลื่นเสียงแบบช่วงกรองกว้าง และเส้นแสดง ความเข้ม (ล่าง) ของคำว่า เศษ /se:t21/ ออกเสียงโดย ผู้พูดปกติคนที่ 1 (ขั้นตอนที่ 3)	38

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 3.4 คลื่นเสียง (บน) แผ่นภาพคลื่นเสียงแบบช่วงกรองกว้าง และเส้นแสดง ความเข้ม (ล่าง) ของคำว่า เศษ /set21/ ออกเสียงโดย ผู้พูดปกติคนที่ 1 (ขั้นตอนที่ 4)	38
ภาพที่ 3.5 คลื่นเสียง (บน) แผ่นภาพคลื่นเสียงแบบช่วงกรองกว้าง และเส้นแสดง ความเข้ม (ล่าง) ของคำว่า บัว /bua33/ ออกเสียงโดย ผู้พูดปกติคนที่ 1 (ขั้นตอนที่ 1)	40
ภาพที่ 3.6 คลื่นเสียง (บน) แผ่นภาพคลื่นเสียงแบบช่วงกรองกว้าง และเส้นแสดง ความเข้ม (ล่าง) ของคำว่า บัว /bua33/ ออกเสียงโดย ผู้พูดปกติคนที่ 1 (ขั้นตอนที่ 2)	40
ภาพที่ 3.7 คลื่นเสียง (บน) แผ่นภาพคลื่นเสียงแบบช่วงกรองกว้าง และเส้นแสดง ความเข้ม (ล่าง) ของคำว่า บัว /bua33/ ออกเสียงโดย ผู้พูดปกติคนที่ 1 (ขั้นตอนที่ 3)	41
ภาพที่ 3.8 คลื่นเสียง (บน) แผ่นภาพคลื่นเสียงแบบช่วงกรองกว้าง และเส้นแสดง ความเข้ม (ล่าง) ของคำว่า บัว /bua33/ ออกเสียงโดย ผู้พูดปกติคนที่ 1 (ขั้นตอนที่ 4)	41
ภาพที่ 3.9 แผ่นภาพคลื่นเสียงแบบช่วงกรองกว้าง และเส้นแสดงความเข้ม (ล่าง) ของคำว่า บัว /bua33/ ออกเสียงโดย ผู้พูดปกติคนที่ 1 (ขั้นตอนที่ 5).....	42
ภาพที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 และที่ 2 ของสระสั้น (ผู้พูดปกติ 3 คน)	47
ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 และที่ 2 ของสระสั้น (ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน).....	49
ภาพที่ 4.3 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 และที่ 2 ของสระสั้น (ผู้พูดปกติ 3 คน กับผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน)	52
ภาพที่ 4.4 พื้นที่สระสั้น (ผู้พูดปกติ 3 คน)	54
ภาพที่ 4.5 พื้นที่สระสั้น (ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน)	55
ภาพที่ 4.6 เปรียบเทียบพื้นที่สระสั้น (ผู้พูดปกติ 3 คน กับผู้พูดที่ใช้หลอดลม- หลอดอาหาร 3 คน)	56
ภาพที่ 4.7 บริเวณเสียงสระสั้น (ผู้พูดปกติ 3 คน)	57
ภาพที่ 4.8 บริเวณเสียงสระสั้น (ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน)	58

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 4.9 เปรียบเทียบบริเวณเสียงสระสั้น (ผู้พูดปกติ 3 คน กับผู้พูดที่ใช้หลอดลม- หลอดอาหาร 3 คน)	59
ภาพที่ 4.10 ความสัมพันธ์ของค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 และที่ 2 ของสระยาว (ผู้พูดปกติ 3 คน)	61
ภาพที่ 4.11 ความสัมพันธ์ของค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 และที่ 2 ของสระยาว (ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน)	64
ภาพที่ 4.12 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 และที่ 2 ของสระยาว (ผู้พูดปกติ 3 คน กับผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน).....	67
ภาพที่ 4.13 พื้นที่สระยาว (ผู้พูดปกติ 3 คน)	68
ภาพที่ 4.14 พื้นที่สระยาว (ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน)	68
ภาพที่ 4.15 เปรียบเทียบพื้นที่สระยาว (ผู้พูดปกติ 3 คน กับผู้พูดที่ใช้หลอดลม- หลอดอาหาร 3 คน)	69
ภาพที่ 4.16 บริเวณเสียงสระยาว (ผู้พูดปกติ 3 คน).....	70
ภาพที่ 4.17 บริเวณเสียงสระยาว (ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน)	71
ภาพที่ 4.18 เปรียบเทียบบริเวณเสียงสระยาว (ผู้พูดปกติ 3 คน กับผู้พูดที่ใช้หลอดลม- หลอดอาหาร 3 คน)	72
ภาพที่ 4.19 ค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 และที่ 2 ของสระประสม (ผู้พูดปกติ 3 คน)	74
ภาพที่ 4.20 ค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 และที่ 2 ของสระประสม (ผู้พูดที่ใช้หลอดลม- หลอดอาหาร 3 คน)	76
ภาพที่ 4.21 เปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์แมนท์ที่ 1 และที่ 2 กับสระประสม (ผู้พูดปกติ 3 คน กับผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน)	77
ภาพที่ 5.1 ค่าระยะเวลาเฉลี่ยของสระสั้น (ผู้พูดปกติ 3 คน)	79
ภาพที่ 5.2 ค่าระยะเวลาเฉลี่ยของสระสั้น (ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน).....	81
ภาพที่ 5.3 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาเฉลี่ยของสระยาว (ผู้พูดปกติ 3 คน กับผู้พูดที่ใช้ หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน)	83
ภาพที่ 5.4 ค่าระยะเวลาเฉลี่ยของสระยาว (ผู้พูดปกติ 3 คน)	85
ภาพที่ 5.5 ค่าระยะเวลาเฉลี่ยของสระยาว (ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน).....	87
ภาพที่ 5.6 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาเฉลี่ยของสระยาว (ผู้พูดปกติ 3 คน กับผู้พูดที่ใช้ หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน)	89

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 5.7 ค่าระยะเวลาเฉลี่ยของสระสั้นและสระยาว (ผู้พูดปกติ 3 คน)	92
ภาพที่ 5.8 ค่าระยะเวลาเฉลี่ยของสระสั้นและสระยาว (ผู้พูดที่ใช้หลอดลม- หลอดอาหาร 3 คน)	95
ภาพที่ 5.9 ค่าระยะเวลาเฉลี่ยของสระประสม (ผู้พูดปกติ 3 คน)	97
ภาพที่ 5.10 ค่าระยะเวลาเฉลี่ยของสระประสม (ผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน).....	99
ภาพที่ 5.11 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาเฉลี่ยของสระประสม (ผู้พูดปกติ 3 คน กับผู้พูดที่ใช้ หลอดลม-หลอดอาหาร 3 คน)	101
ภาพที่ 7.1 ค่าความถี่ฟอร์แมนท์ของสระ /i/ /i:/ /i(a)/, /ɨ/ /ɨ:/ /ɨ(a)/ และ /u/ /u:/ /u(a)/ ที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติ.....	126
ภาพที่ 7.2 ค่าความถี่ฟอร์แมนท์ของสระ /i/ /i:/ /i(a)/, /ɨ/ /ɨ:/ /ɨ(a)/ และ /u/ /u:/ /u(a)/ ที่ออกเสียงโดยผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	127
ภาพที่ 7.3 ค่าระยะเวลาของสระยาวและสระประสมที่ออกเสียงโดยผู้พูดปกติและผู้พูด ที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร.....	129