อิทธิพลของสัทสมบัติและสัทบริบทที่มีต่อระดับความก้องและค่าความเข้มของพยัญชนะกักภาษาไทย: นัยยะต่อการแพร่ละอองลอย

นายก้องเวหา อินทรนุช

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอักษรศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาภาษาศาสตร์ ภาควิชาภาษาศาสตร์
คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

INFLUENCE OF PHONETIC PROPERTIES AND PHONETIC CONTEXTS ON VOICING DEGREES AND INTENSITIES OF THAI PLOSIVE CONSONANTS: IMPLICATIONS FOR AEROSOL TRANSMISSION

Mr. Kongweha Intaranuch

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

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 2022

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อิทธิพลของสัทสมบัติและสัทบริบทที่มีต่อระดับความก้องและค่าความเข้มของพยัญชนะกักภาษาไทย: นัยยะต่อการแพร่ละอองลอย
โดย	นายก้องเวหา อินทรนุช
สาขาวิชา	ภาษาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุจิณัฐ จิตวิริยนนท์

คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอักษรศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะอักษรศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรเดช โชติอุดมพันธ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พิทยาวัฒน์ พิทยาภรณ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุจิณัฐ จิตวิริยนนท์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวดล เกตุแก้ว)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ก้องเวหา อินทรนุช : อิทธิพลของสัทสมบัติและสัทบริบทที่มีต่อระดับความก้องและค่าความเข้มของพยัญชนะกักภาษาไทย: นัยยะต่อการแพร่ละอองลอย. (INFLUENCE OF PHONETIC PROPERTIES AND PHONETIC CONTEXTS ON VOICING DEGREES AND INTENSITIES OF THAI PLOSIVE CONSONANTS: IMPLICATIONS FOR AEROSOL TRANSMISSION) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.ศุจิณัฐ จิตวิริยนนท์

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการแปรของค่าระดับความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์และความชันของค่าความเข้มพลังลมของช่วงเปิดฐานกรณ์ของพยัญชนะกักที่มีสัทสมบัติและปรากฏในสัทบริบทที่แตกต่างกัน 2) ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์และความชันของค่าความเข้มพลังลมของช่วงเปิดฐานกรณ์ในการออกเสียงพยัญชนะกักภาษาไทยที่มีสัทสมบัติและปรากฏในสัทบริบทที่แตกต่างกัน 3) อภิปรายนัยยะของผลการแปรและปฏิสัมพันธ์ของค่าระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลมต่อการแพร่ของละอองลอย ในการวิเคราะห์การแปรของค่าทางกลสัทศาสตร์ เก็บข้อมูลเสียงของบอกภาษา 10 คนจากคำพูดต่อเนื่อง 48 คำที่ประกอบขึ้นจากพยัญชนะกักก้องและไม่ก้องภาษาไทยใน 2 สัทบริบท นอกจากนี้ นำผลของค่าทางกลสัทศาสตร์มาเชื่อมโยงกับนัยยะของการแพร่ละอองลอย

ผลการศึกษาการแปรของค่าทางกลสัทศาสตร์พบว่า 1) เมื่อเรียงลำดับตามระดับความก้องของพยัญชนะกักมีรูปแบบเดียวกันทั้ง 2 สัทบริบท คือ กักก้อง > กักไม่ก้องพ่นลม > กักไม่ก้องไม่พ่นลม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสัทบริบทพบว่า ตำแหน่งระหว่างสระ > ตำแหน่งนำหน้าสระ ซึ่งความต่างของประเภทพยัญชนะกักและสัทบริบทมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 2) เมื่อเรียงลำดับตามความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักมี 2 รูปแบบทั้ง 2 สัทบริบท คือ *รูปแบบ 1* กักไม่ก้องไม่พ่นลม > กักไม่ก้องพ่นลม > กักก้อง และ*รูปแบบ 2* กักไม่ก้องพ่นลม > กักไม่ก้องไม่พ่นลม > กักก้อง ซึ่งมีความต่างของประเภทพยัญชนะกักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 แต่ไม่พบความต่างระหว่างสัทบริบท

ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ของระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลมต่อนัยยะของการแพร่ละอองลอยอนุมานได้ว่า ในแต่ละสัทบริบท พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมจะมีแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยมากที่สุด เนื่องจากมีระดับความก้องเพิ่มขึ้นในระดับเดียวกับพยัญชนะกักก้องและมีความชันของค่าความเข้มพลังลมในระดับสูง รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม และน้อยสุดคือพยัญชนะกักก้อง ข้อค้นพบในครั้งนี้แสดงให้เห็นปัจจัยของสัทสมบัติและสัทบริบทที่มีผลต่อการแปรของค่าทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกัก นอกจากนี้การไล่ระดับแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยช่วยชี้ให้เห็นความน่าจะเป็นของการแพร่เชื้อโรคที่อาจเกิดขึ้นเฉพาะในบริบทภาษาไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา	ภาษาศาสตร์	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2565	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6280002022 : MAJOR LINGUISTICS
KEYWORD: Thai plosive consonants, voicing degrees, intensities, aerosol, phonetic contexts, phonetic properties
Kongweha Intaranuch : INFLUENCE OF PHONETIC PROPERTIES AND PHONETIC CONTEXTS ON VOICING DEGREES AND INTENSITIES OF THAI PLOSIVE CONSONANTS: IMPLICATIONS FOR AEROSOL TRANSMISSION. Advisor: Asst. Prof. Dr. Sujinat Jitwiriyanont

The objectives of this study are 1) to analyze the variability of voicing degrees during closure and intensities after release in Thai plosive consonant production, embedded in each phonetic context; 2) to investigate the interrelation of voicing degrees during closure and intensities after release in Thai plosive consonant production, embedded in each phonetic context; and 3) to discuss the variability and interrelation of voicing degrees and intensities specifically focusing on their implications pertaining to aerosol. In terms of acoustic analysis, the data were collected from 10 participants by producing 48 words, consisting of Thai voiced and voiceless plosive consonants embedded in 2 phonetic contexts. Furthermore, the analysis results will be investigated in relation to implications of aerosol.

The results of the acoustic analysis illustrate the following: The voicing degrees of plosive consonants exhibit the same pattern within each phonetic context, that is voiced > voiceless aspirated > voiceless unaspirated. When comparing between phonetic contexts, it reveals that intervocalic plosives exhibit higher voicing degrees than prevocalic plosives. The difference in voicing degrees between plosive consonants and phonetic contexts is statistically significant at a significance level of 0.05. The intensities of plosive consonants display 2 patterns within each phonetic context: the first one is voiceless unaspirated > voiceless aspirated > voiced, and the second one is voiceless aspirated > voiceless unaspirated > voiced. Each pattern is statistically significant at a significance level of 0.05. However, no significant difference in intensities between phonetic contexts was found.

The interrelation of voicing degrees and intensities in relation to the implications of aerosol suggests that within each phonetic context, voiceless aspirated plosives tend to have the highest aerosol spreading rate. This is attributed to their voicing degrees reaching the same level as voiced plosives and their high intensity levels compared to other types. Following this, voiceless unaspirated plosives exhibit the next highest aerosol spreading rate, while voiced plosives have the lowest rate. These findings highlight the influence of phonetic properties and phonetic contexts on the variability of voicing degrees and intensities in the production of Thai plosive consonants. Furthermore, the observed tendency of aerosol spreading rate implies the possibility of virus transmission, which may be particularly relevant in the context of the Thai language.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study: Linguistics Student's Signature .....
Academic Year: 2022 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุจิณัฐ จิตวิริยนนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูงที่ให้ความกรุณามาเป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตลอดถึงการให้ความอนุเคราะห์วางแผนการดำเนินงานและตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสิ้นสมบูรณ์ รวมถึงมอบกำลังใจ สร้างแรงผลักดันและมอบโอกาสในด้านต่าง ๆ ตลอดมาซึ่งส่งผลให้ผู้วิจัยก้าวมาถึงจุดหมายได้ในวันนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พิทยาวัฒน์ พิทยาภรณ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวดล เกตุแก้ว กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ภายนอก เป็นอย่างสูงที่ให้ความอนุเคราะห์ชี้แนะข้อบกพร่องที่เป็นประโยชน์ต่อปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบตักขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่สาวสำหรับการสนับสนุน และการประคับประคองตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา

ขอขอบพระคุณผู้บอกภาษาทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลในช่วงโรคระบาดโควิด-19 รวมถึงการเอื้อเฟื้อกำลังใจและการสละเวลาซึ่งล้วนเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้วิจัย และต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบน้ำใจกัลยาณมิตรจาก “ชาวพญานก”, “SQUAD und YOLO” และเพื่อนทั้งจากภาควิชาภาษาศาสตร์ รวมถึงระดับการศึกษาที่ผ่านมาของผู้วิจัยสำหรับการรับฟัง ความเข้าอกเข้าใจและกำลังใจที่พร้อมมอบให้กันเสมอจนผู้วิจัยสามารถข้ามก้าวตนเองและสำเร็จการศึกษาในวันนี้

ขอขอบพระคุณ โครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต วช. ด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ สำหรับทุนอุดหนุนเพื่อดำเนินงานวิจัยและวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ โดยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยและนวัตกรรมทุนวิจัยมหาบัณฑิต วช.ด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2565

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ก้องเวหา อินทรนุช

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญภาพ ..... ญ

สารบัญตาราง ..... ฒ

บทที่ 1 บทนำ 16

1.1 ที่มาและความสำคัญ 16

1.2 วัตถุประสงค์ 21

1.3 คำถามวิจัย 21

1.4 สมมติฐาน 21

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย 22

1.6 นิยามศัพท์ 23

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 23

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 24

2.1 ละอองลอยในระบบทางเดินหายใจ และภาษาศาสตร์ 24

2.1.1 ลักษณะของละอองลอย และปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนละอองลอย 24

2.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเสียง และหน่วยเสียงกับการแพร่กระจายละอองลอย 25

2.1.3 ลักษณะการศึกษาการแพร่ของละอองลอยในรูปแบบอื่น 27

2.2 สัทสมบัติและค่าทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักภาษาไทย 28

2.2.1 ความก้อง 28

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.2 ตำแหน่งของฐานกรณ์ 30
2.2.3 พยัญชนะกักภาษาไทย 31
2.3 อิทธิพลของสัทบริบทที่มีผลต่อการผันแปรทางสัทศาสตร์ของพยัญชนะกัก 33
2.3.1 อิทธิพลของตำแหน่งพยัญชนะ 33
2.3.2 อิทธิพลของสระ 34
2.3.3 ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อการผันแปรทางสัทศาสตร์ 35
2.3.3.1 เพศ 36
2.3.3.2 อายุ 37
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย 38
3.1 ผู้บอกภาษา 38
3.2 รายการคำ 38
3.3 อุปกรณ์การบันทึกเสียง 39
3.4 การบันทึกเสียง 39
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 40
3.5.1 การแบ่งช่วงและกำกับข้อมูล 40
3.5.2 การวัดค่าทางกลสัทศาสตร์ 42
3.5.2.1 อัตราความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์ 42
3.5.2.2 ความชันของค่าความเข้มพลังลมที่จุดเปิดฐานกรณ์ 42
3.5.3 การศึกษาปฏิสัมพันธ์ของค่าทางกลสัทศาสตร์กับนัยยะของการแพร่ละอองลอย 43
3.6 การนำเสนอผลและการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ 44
บทที่ 4 ระดับความก้องของพยัญชนะกักภาษาไทย ในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระและสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ 45
4.1 ระดับความก้องของพยัญชนะกักในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ 46
4.2 ระดับความก้องของพยัญชนะกักในสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ 54

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3 การเปรียบเทียบระดับความก้องของพยัญชนะกักภาษาไทยของผู้บอกภาษาระหว่าง สัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระและสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ 63
4.4 ปฏิสัมพันธ์ของระดับความก้องกับนัยยะต่อการแพร่ละอองลอย 66
4.5 สรุป 67
บทที่ 5 ความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกัก ในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระและสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ 69
5.1 ความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ 70
5.1.1 ความชันของค่าความเข้มพลังลมในรูปแบบที่ 1 70
5.1.2 ความชันของค่าความเข้มพลังลมในรูปแบบที่ 2 79
5.2 ความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักในสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ 87
5.2.1 ความชันของค่าความเข้มพลังลมในรูปแบบที่ 1 87
5.2.2 ความชันของค่าความเข้มพลังลมในรูปแบบที่ 2 95
5.3 การเปรียบเทียบความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักภาษาไทยของ ผู้บอกภาษาระหว่างสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระและสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ 103
5.4 ปฏิสัมพันธ์ของระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลมกับนัยยะต่อการแพร่ละอองลอย 107
5.5 สรุป 109
บทที่ 6 สรุปและอภิปรายผล 111
6.1 สรุปผล 111
6.2 อภิปรายผล 112
6.3 ข้อเสนอแนะ 116
บรรณานุกรม 117
ภาคผนวก 122
ประวัติผู้เขียน 124

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

ภาพที่ 2.1: แต่ละช่วงของการออกเสียงพยัญชนะกักก้องและพยัญชนะกักไม่ก้อง..... 28

ภาพที่ 3.1: แผนภาพคลื่นเสียงและรูปแบบคลื่นเสียงของพยัญชนะกัก /p/ ในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ (CV._V) คำว่า “ดูปู” โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ 1) ช่วงค่า ความก้อง 2) ช่วงปิดฐานกรณ์ และ 3) ช่วงการระเบิดลมและการพ่นลม 40

ภาพที่ 3.2: แผนภาพคลื่นเสียงและรูปแบบคลื่นเสียงของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม /p/ ในสัทบริบทระหว่างสระ (CV._V) คำว่า “ดูปู” ที่มีการปรับ ค่าช่วงเสียงไดนามิกและค่าการเน้นคลื่นความถี่..... 41

ภาพที่ 3.3: แผนภาพคลื่นเสียงและรูปแบบคลื่นเสียงของพยัญชนะกัก /d/ ในสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ (CVC._V) คำว่า “คิดดี”ที่มี การปรับค่าช่วงเสียงไดนามิกและ ค่าการเน้นคลื่นความถี่ 41

ภาพที่ 3.4: กราฟค่าความเข้มพลังลม ณ จุดทุกร้อยละ 10 ของค่าระยะเวลาแบบปรับค่าในช่วงระเบิดลม และการพ่นลมของพยัญชนะกัก /p^h/ ในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ (CV._V) คำว่า “ลาพี่” 42

ภาพที่ 4.1: ระดับความก้องของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษาแต่ละคน 46

ภาพที่ 4.2: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษา..... 47

ภาพที่ 4.3: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักก้องของของผู้บอกภาษา... 48

ภาพที่ 4.4: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมของผู้บอกภาษา..... 49

ภาพที่ 4.5: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมของผู้บอกภาษา 49

ภาพที่ 4.6: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละสระของพยัญชนะกักก้องของผู้บอกภาษา 51

ภาพที่ 4.7: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมของผู้บอกภาษา52

ภาพที่ 4.8: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมของผู้บอกภาษา... 53

ภาพที่ 4.9: ระดับความก้องของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษา 55

ภาพที่ 4.10: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษา..... 56

ภาพที่ 4.11: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักก้องของผู้บอกภาษา..... 57

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 4.12: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมของผู้บอกภาษา 57

ภาพที่ 4.13: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมของผู้บอกภาษา 58

ภาพที่ 4.14: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละสระของพยัญชนะกักก้องของผู้บอกภาษา 59

ภาพที่ 4.15: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมของผู้บอกภาษา 60

ภาพที่ 4.16: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมของผู้บอกภาษา. 61

ภาพที่ 4.17: แผนภาพกระจายระดับความก้องของพยัญชนะกักก้องในแต่ละสัทบริบท 63

ภาพที่ 4.18: แผนภาพกระจายระดับความก้องของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมในแต่ละสัทบริบท 64

ภาพที่ 4.19: แผนภาพกระจายระดับความก้องของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมในแต่ละสัทบริบท... 64

ภาพที่ 5.1: ความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษาในรูปแบบที่ 1..... 70

ภาพที่ 5.2: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษารูปแบบที่ 1 71

ภาพที่ 5.3: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักก้องของผู้บอกภาษา 72

ภาพที่ 5.4: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม ของผู้บอกภาษา 73

ภาพที่ 5.5: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม ของผู้บอกภาษา 73

ภาพที่ 5.6: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักก้องของผู้บอกภาษา 75

ภาพที่ 5.7: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมของผู้บอกภาษา 76

ภาพที่ 5.8: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมของผู้บอกภาษา 77

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 5.9: ความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษารูปแบบที่ 2..... 78

ภาพที่ 5.10: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษารูปแบบที่ 2 79

ภาพที่ 5.11: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักก้องของผู้บอกภาษา..... 80

ภาพที่ 5.12: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม..... 81

ภาพที่ 5.13: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม ของผู้บอกภาษา..... 81

ภาพที่ 5.14: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักก้องของผู้บอกภาษา..... 83

ภาพที่ 5.15: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมของผู้บอกภาษา 84

ภาพที่ 5.16: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมของผู้บอกภาษา 85

ภาพที่ 5.17: ความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษารูปแบบที่ 1 87

ภาพที่ 5.18: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษารูปแบบที่ 1 88

ภาพที่ 5.19: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักก้องของผู้บอกภาษา..... 89

ภาพที่ 5.20: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม ของผู้บอกภาษา..... 89

ภาพที่ 5.21: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม ของผู้บอกภาษา..... 90

ภาพที่ 5.22: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักก้องของผู้บอกภาษา..... 91

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 5.23: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมของผู้บอกภาษา 93

ภาพที่ 5.24: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมของผู้บอกภาษา 94

ภาพที่ 5.25: ความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษารูปแบบที่ 2 95

ภาพที่ 5.26: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษารูปแบบที่ 2 96

ภาพที่ 5.27: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักก้องของผู้บอกภาษา 97

ภาพที่ 5.28: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม ของผู้บอกภาษา 97

ภาพที่ 5.29: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมของผู้บอกภาษา 98

ภาพที่ 5.30: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักก้องของผู้บอกภาษา 99

ภาพที่ 5.31: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมของผู้บอกภาษา 101

ภาพที่ 5.32: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมของผู้บอกภาษา 102

ภาพที่ 5.33: แผนภาพกระจายความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักก้องในแต่ละสัทบริบท 104

ภาพที่ 5.34: แผนภาพกระจายความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมในแต่ละสัทบริบท 105

ภาพที่ 5.35: แผนภาพกระจายความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมในแต่ละสัทบริบท 105

ภาพที่ 5.36: แผนภาพกระจายปฏิสัมพันธ์ของระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลมในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ 107

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 5.37: แผนภาพกระจายปฏิสัมพันธ์ของระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลมในสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ 107

ภาพที่ 6.1: แผนภาพกล่องของค่าระยะเวลาช่วงปิดฐานกรณ์ของพยัญชนะกักแต่ละประเภทในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ 112

ภาพที่ 6.2: แผนภาพกล่องของค่าระยะเวลาช่วงปิดฐานกรณ์ของพยัญชนะกักแต่ละประเภทในสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ 112

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1: ค่าเฉลี่ยของค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องในการออกเสียงพยัญชนะกักภาษาไทย 31

ตารางที่ 3.1: รายการคำทดสอบพยัญชนะกักภาษาไทย 38

ตารางที่ 4.1: ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าพิสัยของระดับความก้องของพยัญชนะกักภาษาไทย 62

ตารางที่ 5.1: ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าพิสัยของความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักภาษาไทย 103

ตารางที่ 6.1: อิทธิพลทิศทางของสระในแต่ละประเภทของพยัญชนะกักที่ปรากฏในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระและสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ 114

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

พยัญชนะเป็นองค์ประกอบหลักในภาษา ซึ่งภายในระบบภาษา พยัญชนะมักถูกจำแนกตามคุณสมบัติ หลัก 3 ประการ ได้แก่ ความก้อง (voicing) ตำแหน่งของฐานกรณ์ (place of articulation) และลักษณะของการออกเสียง (manner of articulation) ถึงแม้ว่าคุณสมบัติทั้งสามจะทำหน้าที่ในการแบ่งประเภทของพยัญชนะในแต่ละภาษาอย่างเท่ากัน แต่คุณสมบัติความก้องมักมีบทบาทสำคัญในการศึกษา โดยเฉพาะในการศึกษาพยัญชนะกักตามขอบเขตการแยกประเภท (categorical boundary) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะที่ปรากฏในแต่ละภาษา (Lisker & Abramson, 1964) โดยกลไกที่เป็นแหล่งกำเนิดของคุณสมบัติความก้องเกิดคือกระแสลมออกจากปอด (pulmonic egressive airstream) และช่องเส้นเสียง (glottis) เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติความก้องในระหว่างการออกเสียง พยัญชนะไม่ก้องช่องเส้นเสียงจะเปิดกว้างประมาณร้อยละ 60 ถึงร้อยละ 95 ซึ่งจะปล่อยให้กระแสลมออกจากปอดไหลผ่านได้อย่างอิสระ ในขณะที่การออกเสียงพยัญชนะก้องจะมีการปิดของช่องเส้นเสียงทำให้กระแสลมออกจากปอดไม่สามารถออกได้ทำให้กระแสลมดันช่องเส้นเสียงที่ปิดให้แยกออกจากกันสลับไปมาจนเกิดการสั่นของเส้นเสียง (Ashby, 2011; Ball & Rahilly, 2014)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แม้ว่าคุณสมบัติความก้องจะเป็นคุณสมบัติที่ทำหน้าที่ในการจำแนกประเภทของพยัญชนะ แต่ว่ายังครอบคลุมเพียงแค่ลักษณะของพยัญชนะเมื่ออยู่ในคำพูดเดี่ยวเท่านั้น เนื่องจากในคำพูดต่อเนื่องพยัญชนะสามารถปรากฏแถบความก้องยาวขึ้นหรือสั้นลงซึ่งเป็นผลจากอิทธิพลของบริบทเสียงรอบข้าง ส่งผลให้คุณสมบัติความก้องแตกต่างจากคำพูดเดี่ยว ตัวอย่างเช่น พยัญชนะกักก้องภาษาอังกฤษ /b, d, g/ ที่มีค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้อง (voice onset time/VOT) แบบสั้นประชิดเมื่ออยู่ในตำแหน่งระหว่างสระกลับปรากฏค่าความก้องขึ้น (Deterding & Nolan, 2007) และพยัญชนะกักก้องภาษาฝรั่งเศสที่ /b, d, g/ ที่มีค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องแบบสั่นนำ (voiced leading) เมื่อพยัญชนะดังกล่าวตามด้วยพยัญชนะเสียดแทรกไม่ก้อง /s/ จะกลายเป็นเสียงที่สูญความก้อง (devoiced) เช่นกัน (Abdelli-Beruh, 2004)

ดังนั้น จะเห็นได้ว่าคุณสมบัติความก้องมีความน่าสนใจและมีประเด็นที่สามารถนำมาเชื่อมโยงกับการศึกษาในหลากหลายแขนง โดยคุณสมบัติดังกล่าวเริ่มเป็นประเด็นในการศึกษาเนื่องมาจากงานวิจัยของ Lisker and Abramson (1964) ที่ได้ศึกษาค่าทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักใน 11 ภาษา และข้อค้นพบจากงานวิจัยชี้ให้เห็นความแตกต่างซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะในการจำแนกประเภทของพยัญชนะกักในแต่ละภาษา การจำแนกจะพิจารณาจากค่าทางกลสัทศาสตร์ ได้แก่ คุณสมบัติความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์ (closure) และคุณสมบัติการระเบิดลม (burst) กับการพ่นลม (aspiration) ในช่วงเปิดฐานกรณ์ (release) จากข้อค้นพบดังกล่าว มีการศึกษาต่อยอดในประเด็นอื่น เช่น การศึกษาการรับรู้ภาษาที่สองหรือสาม การศึกษาอิทธิพลของภาษาที่ส่งผลต่อกัน (Wrembel, 2015)

เนื่องด้วยวิกฤตการณ์การระบาดของเชื้อโควิด-19 ตั้งแต่ พ.ศ. 2562 ถึงปัจจุบันส่งผลให้ประเด็นการศึกษารูปแบบของลักษณะการแพร่ของละอองซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญในการแพร่เชื้อโรคจากบุคคลหนึ่งไปสู่บุคคลอื่นได้รับความสนใจเป็นอย่างยิ่ง และมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแพร่ระบาดกับการออกเสียงในขณะพูด เช่น งานวิจัยของ Asadi et al. (2020) มีการศึกษาความก้องและลักษณะการออกเสียงของพยัญชนะที่มีผลกระทบต่ออัตราการแพร่ของละอองลอย โดยพบว่าความก้องของพยัญชนะส่งผลต่ออัตราการแพร่ของละอองลอยเนื่องด้วยความก้องเกิดจากการกระทบกัน (collision) ของเส้นเสียงที่ปกคลุมด้วยเมือก (mucus) ซึ่งน่าจะเป็นกลไกในการผลิตละอองลอยและถูกนำพาออกมาด้วยลมหายใจ (Asadi et al., 2020; Morawska et al., 2009; Wei & Li, 2016)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

งานวิจัยข้างต้นมุ่งเน้นศึกษาลักษณะการออกเสียงของพยัญชนะกัก พยัญชนะนาสิก และพยัญชนะเสียดแทรกในโครงสร้างคำแบบสองพยางค์ /CaCa/ พบว่า พยัญชนะก้องมีอัตราการแพร่ละอองลอยมากกว่าพยัญชนะไม่ก้อง โดยพยัญชนะกักกับพยัญชนะนาสิกที่มีอัตราการแพร่มากที่สุด เนื่องการปิดกั้นของฐานกรณ์ก่อนการปล่อยลมตอนเปิดฐานกรณ์ซึ่งเป็นหนึ่งในกลไกที่ทำให้อัตราการแพร่ละอองลอยมีมากขึ้นด้วยรูปแบบของลมหายใจ (airflow) ที่ออกมา (Abkarian et al., 2020; Asadi et al., 2020) นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพยัญชนะกักและพยัญชนะนาสิก พยัญชนะนาสิกมีการแปรตามบริบทของสระที่ตามมา ส่งผลให้ลมหายใจไหลผ่านทางช่องปากในระดับที่ใกล้กับการออกเสียงพยัญชนะกัก (Asadi et al., 2020) ดังนั้น เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบ

รูปแบบของลมหายใจเชื่อมโยงกับแนวโน้มต่อการแพร่ละอองลอย จึงอนุมานได้ว่ารูปแบบลมหายใจของพยัญชนะกักสามารถส่งผลต่อการแพร่ละอองลอยมากที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบพยัญชนะกักแต่ละประเภทด้วยความก้องและการพ่นลม พบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม มีอัตราการไหลของลมมากกว่าพยัญชนะกักก้อง และพยัญชนะอื่น (Inouye & Sugihara, 2015; Isshiki & Ringel, 1964) ซึ่งส่งผลต่อการนำพาอนุภาคออกมาในบรรยากาศ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการแพร่ของละอองลอย พยัญชนะกักก้องมีอัตราการแพร่ละอองลอยมากกว่าพยัญชนะอื่นที่แตกต่างในด้านลักษณะการออกเสียง รวมถึงมีอัตราการแพร่ละอองลอยมากกว่าพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม (Asadi et al., 2020) ดังนั้น ความก้องจึงเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการแพร่ละอองลอยมากที่สุดในการออกเสียงพยัญชนะกัก

จากข้อค้นพบที่พิสูจน์ทราบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการแพร่ละอองลอยกับค่าความก้องของพยัญชนะกัก ซึ่งการสั่นของเส้นเสียงขณะผลิตเสียงก้องเป็นกลไกสำคัญในการผลิตละอองลอย ดังนั้นการศึกษาความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์จึงเป็นข้อสังเกตความสัมพันธ์ดังกล่าวในการออกเสียงพยัญชนะกัก โดยค่าระยะเวลาสัญญาณแถบความก้องที่ปรากฏในช่วงปิดฐานกรณ์เป็นค่าทางกลสัทศาสตร์ที่ใช้ในการจำแนกลักษณะความก้องและไม่ก้องของเสียงพยัญชนะกักในหลากหลายภาษา (Jacewicz et al., 2009) แต่เมื่อเปรียบเทียบการบรรยายความก้องของพยัญชนะโดยใช้สัทลักษณ์ (feature) ความก้อง [±voice] ที่เป็นสองขั้ว (binary) ในทางสัทวิทยากลับพบว่า ภาษาบางภาษากลับไม่ได้ปรากฏช่วงเวลาความก้องทางสัทศาสตร์ (Natarina, 2019) เช่น ในหน่วยเสียง /b, d, g/ ของภาษาอังกฤษและภาษาฝรั่งเศสพบว่า ฝรั่งเศสมีช่วงเวลาของความก้องถึงร้อยละ 94 หรือเป็นก้องทั้งหมด (fully voiced) และมีค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องแบบสั่นนำ (voice leading) ในขณะที่ภาษาอังกฤษเป็นก้องบางส่วน (partially voiced) และมีค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องแบบสั่นประชิด (short lag) (Gabriel et al., 2018; Lisker & Abramson, 1964) แม้ว่าทั้งสองภาษาจะมีการบรรยายด้วยสัทลักษณ์ความก้องในทางสัทวิทยาเหมือนกันก็ตาม (Abdelli-Beruh, 2004) ประเด็นดังกล่าวชี้ให้เห็นข้อพึงตระหนักเกี่ยวกับสัทลักษณะของหน่วยเสียงแต่ละภาษาที่แตกต่างกัน กล่าวคือหน่วยเสียงที่ใช้สัทอักษรเดียวกันสามารถมีรายละเอียดการผลิตเสียงที่แตกต่างกันได้ในแต่ละภาษา ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสรุปความสัมพันธ์ระหว่างประเภทหน่วยเสียงกับอัตราการแพร่ละอองลอย

ทว่าข้อค้นพบเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการแพร่ละอองลอยกับค่าความก้องในงานวิจัยของ Asadi et al. (2020) ยังจำกัดแค่คำพูดเดี่ยว แต่ในการสนทนาในชีวิตจริง การสื่อสาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

พูดคุยมักเป็นคำพูดต่อเนื่องซึ่งการไล่ระดับของความก้องจะแปรไปตามบริบทเสียงแวดล้อมและอิทธิพลจากปัจจัยอื่น เช่น เมื่อพยัญชนะกักไม่ก้องอยู่ในตำแหน่งระหว่างสระ (intervocalic) หรือระหว่างเสียงก้องกังวานที่มีความก้อง (voiced sonorant) (Jacewicz et al., 2009) พยัญชนะกักที่แต่เดิมไม่ปรากฏการสั่นของเส้นเสียงในช่วงปิดฐานกรณ์สามารถมีความก้องได้ถึงร้อยละ 30 ของช่วงระยะเวลาทั้งหมดในการออกเสียงพยัญชนะ โดยอิทธิพลดังกล่าวส่งผลทั้งแบบทิศทางก้าวหน้า (progressive) และทิศทางถอยหลัง (regressive) ต่อพยัญชนะกัก (Parker, 1974)

จากอิทธิพลของตำแหน่งพยัญชนะที่มีผลต่อคุณสมบัติความก้อง จึงมีการศึกษาวิจัยในประเด็นดังกล่าว ดังในงานวิจัยของ Deterding and Nolan (2007) ที่ศึกษาพยัญชนะกักแต่ละประเภทในตำแหน่งระหว่างสระเพื่อหาร้อยละอัตราความก้องของพยัญชนะกักที่ปรากฏในช่วงปิดฐานกรณ์โดยศึกษาพยัญชนะกักภาษาอังกฤษและภาษาจีน ประเภทของพยัญชนะกักของทั้งสองภาษามีความแตกต่างกันในด้านสัทลักษณ์ กล่าวคือ ในทางสัทวิทยา ภาษาจีนพยัญชนะกักจะจำแนกด้วยสัทลักษณ์การพ่นลม [±spread glottis] ในขณะที่ภาษาอังกฤษจะจำแนกด้วยสัทลักษณ์ความก้อง เมื่อพิจารณาทางสัทศาสตร์กลับพบว่า ความก้องไม่ใช่ลักษณะที่ใช้จำแนกประเภทของพยัญชนะกักภาษาอังกฤษแต่เป็นการพ่นลมเหมือนภาษาจีน ผลจากการศึกษาภายในงานวิจัยชี้ให้เห็นว่า พยัญชนะกักทั้งสองภาษามีการปรากฏร้อยละอัตราความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์เมื่ออยู่ในตำแหน่งระหว่างสระ แต่พยัญชนะกักก้องภาษาอังกฤษ /b, d, g/ และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม /p, t, k/ ภาษาจีนที่มีลักษณะสัญญาณทางกลสัทศาสตร์เหมือนกันกลับมีอัตราความก้องที่แตกต่างกัน โดยภาษาอังกฤษมีอัตราความก้องมากกว่า คือ ร้อยละ 57.8 ในขณะที่ภาษาจีนมีอัตราความก้องเพียงร้อยละ 19.0 จากผลดังกล่าวแสดงถึงความเป็นไปได้ว่าอัตราความก้องของพยัญชนะกักในแต่ละภาษาจะมีความแตกต่างกันไปตามสัทลักษณะของแต่ละภาษาและตามบริบทแวดล้อม ซึ่งปัจจัยเหล่านี้อาจจะส่งผลต่ออัตราการแพร่ละอองลอยเช่นกัน

แม้ความก้องจะเป็นหนึ่งในกลไกที่มีผลต่ออัตราการแพร่ของละอองลอย แต่ลมหายใจยังเป็นกลไกสำคัญที่ส่งผลต่อการแพร่ของละอองลอย เมื่อพิจารณาตำแหน่งของฐานกรณ์ที่เป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งส่งผลต่อการแปรของอัตราการแพร่ของละอองลอยเปรียบเทียบกับการหายใจ พบว่า พยัญชนะกักฐานกรณ์ปุ่มเหงือกจะมีอัตราการแพร่มากกว่าตำแหน่งของฐานกรณ์อื่นเนื่องจากกระแสลมจากปอดที่พุ่งออกมามีมากกว่า (Asadi et al., 2020) รวมถึงอัตราการไหลของลม (flow rate) ก็มีมากกว่าด้วย ในส่วนการไหลของลม (flow) มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับความเข้มเสียง (intensity)

(Emanuel & Counihan, 1970) ซึ่งเป็นลักษณะพื้นฐานการรับรู้ความดังที่แสดงถึงพลังงานของการเคลื่อนที่ของอากาศ (Ball & Rahilly, 2014) นอกจากนี้ อิทธิพลจากบริบทสระที่อยู่ประชิดก็ส่งผลให้พยัญชนะมีอัตราการไหลของลมมากขึ้นด้วย (Emanuel & Counihan, 1970) ตัวอย่างเช่น Emanuel and Counihan (1970) ศึกษาลักษณะของการไหลของลมออกปากและจมูกในการผลิตเสียงพยัญชนะกักภาษาอังกฤษ โดยศึกษาเปรียบเทียบระหว่างสระ /i/ และ /a/ พบว่า ในบรรดาพยัญชนะที่ตามด้วยสระ /a/ พยัญชนะ /t/ และ /d/ มีอัตราการไหลของลมมากที่สุด ในขณะที่ /k, g/ และ /p, b/ มีอัตราการไหลของลมระดับเดียวกัน และเมื่อตามด้วยสระ /i/ พยัญชนะ /t, d/ ยังคงมีอัตราการไหลของมากที่สุด ขณะที่ /k/ มีอัตราการไหลของลมน้อยที่สุด ดังนั้นการที่พยัญชนะกักในตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งมีอัตราการแพร่มากกว่าตำแหน่งอื่นก็อาจมาจากอิทธิพลตำแหน่งของฐานกรณ์และค่าความเข้มเสียงของสระที่ตามมาประกอบกันด้วย

จากผลการศึกษาในอดีตข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการแปรสัทลักษณะของพยัญชนะกักภาษาไทยทั้งที่เป็นเสียงก้องและไม่ก้องในประเด็นที่เชื่อมโยงกับการแพร่อนุภาคขณะพูด กล่าวคือจะศึกษา (1) ค่าความก้อง เพราะความก้องเป็นกลไกที่ทำให้เกิดการกระทบของเส้นเสียงซึ่งนำไปสู่การผลิตอนุภาค และ (2) ค่าความเข้มของพลังลมในช่วงการระเบิดลมของการเปิดฐานกรณ์ เพราะการระเบิดลมเป็นกลไกที่ส่งผลต่อการนำพาอนุภาค เนื่องจากข้อค้นพบในอดีตเปรียบเทียบความก้องของพยัญชนะกักก้องและพยัญชนะกักไม่ก้อง และพบว่าพยัญชนะกักก้องทำให้เกิดการแพร่อนุภาคมากกว่า อย่างไรก็ตาม หน่วยเสียงพยัญชนะกักไม่ก้องสามารถมีคุณสมบัติความก้องได้เมื่อปรากฏในสัทบริบทที่มีเสียงก้องแวดล้อม จึงน่าสนใจว่า ในกรณีภาษาไทย เมื่อพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมและพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมที่มีคุณสมบัติและบริบททางสัทศาสตร์ที่แตกต่างกัน เช่น ฐานกรณ์ของพยัญชนะ และประเภทเสียงสระที่อยู่ประชิดจะมีระดับของความก้องแตกต่างกันหรือไม่ในสัทบริบทที่นำพาเสียงก้อง และพยัญชนะกักก้องจะมีระดับความก้องมากขึ้นหรือไม่ในสัทบริบทเดียวกัน นอกจากนี้ การปรากฏในคำพูดต่อเนื่องจะทำให้พลังงานของการระเบิดลม ณ จุดเปิดฐานกรณ์ของพยัญชนะกักก้อง พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมแตกต่างกันมากหรือไม่ และเรียงลำดับได้อย่างไร ข้อค้นพบจากงานการศึกษาครั้งนี้จะทำให้เข้าใจปรากฏการณ์ที่เป็นจริงของคุณสมบัติความก้องหน่วยเสียงที่แตกต่างกันตามคุณสมบัติทางสัทศาสตร์ของแต่ละภาษา องค์ประกอบของเสียงในคำ และสัทบริบทต่าง ๆ กับการแพร่ละอองลอยขณะพูดที่นำไปสู่โรคติดต่อได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาการแปรของค่าระดับความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์และความชันของค่าความเข้มพลังลมของช่วงเปิดฐานกรณ์ของพยัญชนะกักที่มีสัทสมบัติและปรากฏในสัทบริบทที่แตกต่างกัน

1.2.2 ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์และความชันของค่าความเข้มพลังลมของช่วงเปิดฐานกรณ์ของพยัญชนะกักภาษาไทยที่มีสัทสมบัติและปรากฏในสัทบริบทที่แตกต่างกัน

1.2.3 อภิปรายนัยยะของผลที่ได้ในข้อ 1.2.1 และ 1.2.2 ต่อการแพร่ของละอองลอย

1.3 คำถามวิจัย

1.3.1 พยัญชนะกักในภาษาไทย 3 ประเภทตามความแตกต่างของสัทสมบัติด้านความก้อง การระเบิดลมและการพ่นลมที่มีตำแหน่งฐานกรณ์และปรากฏในสัทบริบทที่แตกต่างกันมีค่าทางกลศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับอัตราการแพร่ของละอองลอย ได้แก่ ค่าระดับความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์และความชันของค่าความเข้มพลังลมของช่วงเปิดฐานกรณ์เป็นอย่างไร

1.3.2 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์และความชันของค่าความเข้มพลังลมของช่วงเปิดฐานกรณ์ของพยัญชนะกักภาษาไทยที่มีสัทสมบัติและตำแหน่งฐานกรณ์ที่แตกต่างกันในสัทบริบทคำพูดต่อเนื่อง พยัญชนะกักแต่ละประเภทมีการไล่ระดับของแนวโน้มอัตราการแพร่ของละอองลอยในสัทบริบทที่แตกต่างกันอย่างไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 สมมติฐาน

1.4.1 พยัญชนะกักในภาษาไทยที่มีฐานกรณ์ที่แตกต่างกันมีระดับความก้อง การระเบิดลมและการพ่นลมที่แตกต่างกัน โดยพยัญชนะกักที่เพดานอ่อนมีความก้องและการพ่นลมมากกว่าพยัญชนะกักที่ริมฝีปากและปุ่มเหงือก ส่วนด้านการระเบิดลมของพยัญชนะ พยัญชนะกักที่ปุ่มเหงือกมีการระเบิดลมมากกว่าพยัญชนะกักที่ริมฝีปากและเพดานอ่อน

1.4.2 ในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ (CV._V) และตำแหน่งหน้าสระ (CVC._V) พยัญชนะกักทุกประเภทจะมีการแปรสัทสมบัติซึ่งแตกต่างจากสัทสมบัติของพยัญชนะกักเสียงเดียวกันที่ปรากฏในคำพูดเดี่ยว ดังนี้

1.4.2.1 พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมจะมีระดับความก้องเพิ่มขึ้นมากที่สุด ตามด้วยพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมและพยัญชนะกักก้อง

1.4.2.2 พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมจะมีระดับพลังงานของการระเบิดลมและการพ่นลมมากที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักก้องและพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยยะทางสถิติระหว่างพยัญชนะกักก้องและพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม

1.4.3 ในสัทบริบทสระที่แตกต่างกัน พยัญชนะกักที่ตามด้วยสระ /a:/ จะมีระดับพลังงานของการระเบิดลมมากกว่าสระ /i:/ และ /u:/

1.4.4 เมื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ของการแปรระดับความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์และความชันของค่าความเข้มพลังลมของช่วงเปิดฐานกรณ์กับนัยยะต่อการแพร่ละอองลอยพบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมในคำพูดต่อเนื่องมีระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลมโดยรวมมากที่สุดซึ่งมีแนวโน้มที่จะแพร่ของละอองลอยมากที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักก้อง และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมตามลำดับ

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

1.5.1 ในการศึกษาครั้งนี้ จะศึกษาการแปรสัทลักษณะของค่าทางกลสัทศาสตร์ในการออกเสียงพยัญชนะกักภาษาไทย ได้แก่ 1) ระดับความก้อง และ 2) ความชันของค่าความเข้มพลังลม ซึ่งการเก็บข้อมูลโดยใช้รูปแบบการอ่านรายการประโยคที่กำหนด เพื่อควบคุมตัวแปรแทรกแซงอื่นที่มีผลต่อการแปรทางกลสัทศาสตร์ คำพูดต่อเนื่องในการศึกษาครั้งนี้ จึงไม่ใช่การพูดอย่างอิสระ

1.5.2 การศึกษานี้ จะศึกษาเฉพาะการแปรของค่าทางกลสัทศาสตร์เท่านั้น โดยการศึกษาการไล่ระดับแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยในการศึกษานี้ไม่ได้เป็นการศึกษาด้านระบาดวิทยา แต่จำกัดแค่การศึกษาปฏิสัมพันธ์ของการแปรของค่าทางกลสัทศาสตร์ ได้แก่ ระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลม ซึ่งสอดคล้องกับกลไกการผลิตละอองลอยและการนำพาสู่บรรยากาศจากข้อค้นพบในอดีตเท่านั้น แนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยในการศึกษานี้จึงเป็นการอนุมานการแพร่ละอองลอยที่อาจเกิดขึ้นในคำพูดต่อเนื่องในบริบทภาษาไทย

1.6 นิยามศัพท์

1.6.1 สัทสมบัติ คือ ลักษณะความก้อง/ไม่ก้องของพยัญชนะกักภาษาไทยทั้ง 3 ประเภท ซึ่งในทางกลสัทศาสตร์ พยัญชนะกักก้องจะปรากฏสัญญาณแถบของความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์ ในขณะที่พยัญชนะกักไม่ก้องจะปรากฏช่วงเงียบในช่วงดังกล่าว แต่จะแบ่งแยกประเภทจากสัญญาณแถบของการระเบิดลมและการพ่นลมที่ปรากฏในช่วงเปิดฐานกรณ์ โดยพยัญชนะกักแต่ละประเภทจะประกอบด้วยตำแหน่งฐานกรณ์ ได้แก่ ฐานกรณ์ริมฝีปาก ฐานกรณ์ปุ่มเหงือก และฐานกรณ์เพดานอ่อน

1.6.2 สัทบริบท คือ เสียงที่อยู่แวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการแปรทางกลสัทศาสตร์ของระดับความก้องและค่าความเข้มพลังลมในการออกเสียงพยัญชนะกัก ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะทดสอบใน 2 สัทบริบท ได้แก่ สัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ และสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ โดยแต่ละสัทบริบทจะตามด้วยสระขอบในภาษาไทย คือ /i:/, /a:/ และ /u:/

1.6.3 ระดับความก้อง คือ อัตราความก้องซึ่งคำนวณจากการปรับร้อยละของสัดส่วนระหว่างค่าระยะเวลาช่วงปิดฐานกรณ์และค่าระยะเวลาความก้องที่ปรากฏในรูปแบบสัญญาณแถบความก้องบนแผนภาพคลื่นเสียง (spectrogram) ในช่วงปิดฐานกรณ์ของพยัญชนะกัก

1.6.4 ความชันของค่าความเข้มพลังลม คือ ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากคำนวณในสมการเส้นตรงของค่าความเข้มในค่าระยะเวลาแบบปรับค่าในแต่ละจุดของช่วงการระเบิดลมและการพ่นลม ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวจะแสดงการพุ่งของลมขณะออกเสียงพยัญชนะกัก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้ความรู้เกี่ยวกับการแปรระดับความก้องและพลังงานของการระเบิดลมของพยัญชนะกักภาษาไทยในคำพูดต่อเนื่อง

1.7.2 ได้ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยทางสัทศาสตร์ที่ส่งผลต่อการแปรของค่าทางกลศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับอัตราการแพร่ของละอองลอยของพยัญชนะกัก

1.7.3 ได้แนวทางการบูรณาการการศึกษาทางกลสัทศาสตร์กับวิทยาศาสตร์สุขภาพโดยเฉพาะการแพร่ระบาดของโรคติดต่อที่เกิดจากการแพร่ละอองลอยขณะพูด

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 2 เป็นการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งออกเป็น 3 หัวข้อหลัก ได้แก่ (1) ละอองลอยในระบบทางเดินหายใจ และภาษาศาสตร์ (2) สัทสมบัติ และค่าทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักภาษาไทย (3) อิทธิพลของสัทบริบทที่มีผลต่อการผันแปรทางสัทศาสตร์ของพยัญชนะกัก

2.1 ละอองลอยในระบบทางเดินหายใจ และภาษาศาสตร์

ในหัวข้อนี้จะนำเสนอประเด็นของอนุภาค โดยจะชี้ให้เห็นลักษณะของละอองลอย กลไกในการผลิตละอองลอยและปัจจัยที่ส่งผลต่อการแพร่กระจาย รวมถึงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเสียงและหน่วยเสียงกับการแพร่กระจายของละอองลอย ดังนี้

2.1.1 ลักษณะของละอองลอย และปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนละอองลอย

ละอองลอยเป็นหนึ่งในประเภทของอนุภาคที่นำพาเชื้อไวรัสผ่านออกมาทางลมหายใจซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการแพร่ละอองลอยออกทางช่องปากและโพรงจมูก (Abkarian et al., 2020) จากงานวิจัยในอดีตส่วนใหญ่มุ่งเน้นการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการหายใจ การพูด การไอจาม รวมถึงการร้องเพลงเพื่อสังเกตว่าลักษณะอาการใดที่มีผลต่อจำนวนของการแพร่กระจายมากที่สุด (Asadi et al., 2019) และแต่ละลักษณะอาการก็มีผลต่อขนาดที่แตกต่างกัน กล่าวคือ การหายใจมีการผลิตอนุภาคจากหลอดลม (bronchioles) โดยอนุภาคมีขนาดน้อยกว่า 1 ไมครอน ส่วนการไอจามและการพูดมีการผลิตอนุภาคจากกล่องเสียง และช่องปาก โดยมีขนาดตั้งแต่ 1 ไมครอน ไปจนถึง 100 ไมครอน (Wei & Li, 2016) ดังนั้น การศึกษาในอดีตจึงแบ่งอนุภาคออกเป็น 2 ประเภทตามขนาด ได้แก่ 1) ละอองฝอย (droplet) โดยขนาดตั้งแต่ 5 ไมครอนขึ้นไป และ 2) ละอองลอย (aerosol) หรือละอองฝอยเล็ก (droplet nuclei) โดยมีขนาดเล็กกว่า 5 ไมครอน (Tellier, 2006) ซึ่งการศึกษาในปัจจุบันหันมาให้ความสนใจกับละอองลอยเพิ่มขึ้นเนื่องจากขนาดของมันใหญ่พอจะนำพาเชื้อโรค เช่น วัณโรค ไข้หวัดใหญ่ โรคหัด เป็นต้น (Asadi et al., 2019)

จากการศึกษาอัตราการแพร่ละอองลอยพบว่า การไอจามมีอัตราการแพร่ละอองลอยที่มากกว่าการหายใจและการพูดเนื่องจากกระแสสม (air-stream) และค่าความก้อง (voicing) ที่เป็นกลไกสำคัญในการผลิตละอองลอย (Asadi et al., 2020; Morawska et al., 2009; Wei & Li,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2016) แต่เมื่อเปรียบเทียบแล้ว การไอจามมีโอกาสการเกิดน้อยกว่าการหายใจหรือการพูด อีกทั้งไม่ได้มีแค่ละอองลอย แต่มีละอองฝอยที่ใหญ่ส่งผลให้ระยะทางในการแพร่กระจายไม่ไกลและตกสู่พื้นอย่างรวดเร็ว (Tellier, 2006) นอกจากนี้ งานวิจัยปัจจุบันยิ่งเน้นย้ำว่าการพูดส่งผลต่อการแพร่ระบาดมากกว่าลักษณะอาการอื่น เนื่องจากสามารถแพร่เชื้อโรคผ่านทางการสนทนาระหว่างบุคคล (Abkarian et al., 2020) และจำนวนละอองลอยที่ปล่อยออกมาก็มีจำนวนมากเมื่อเปรียบเทียบกับการไอจาม (Asadi et al., 2019)

นอกจากนี้ Asadi et al. (2019) ยังพบว่าค่าแอมพลิจูด (amplitude) หรือความดังมีความสอดคล้องกับอัตราของละอองลอยที่ปล่อยออกมาจากการพูด โดยมีอัตราของละอองลอยตั้งแต่ 1 ถึง 50 อนุภาคตามความดังของเสียงในการออกเสียงภาษาอังกฤษ เมื่อนำไปทดสอบภาษาอื่นยังคงพบความสอดคล้องดังกล่าว และไม่มีความแตกต่างด้านอิทธิพลทางภาษา ในส่วนของหน่วยเสียงพบว่า วลีที่มีสระเป็นองค์ประกอบจะมีอัตราของละอองลอยมากกว่าวลีที่มีพยัญชนะแทรกเสียดไม่ก้องเป็นองค์ประกอบ (Asadi et al., 2020)

ดังนั้น ละอองลอยจึงเป็นพาหะนำพาเชื้อโรคที่ส่งผลต่อการแพร่ระบาดได้มากที่สุด เนื่องด้วยขนาดที่เล็กและมีระยะทางการแพร่กระจายที่ไกล อีกทั้งลอยอยู่ในอากาศได้นานกว่าละอองฝอย (Tellier, 2006) นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาการแพร่ของละอองลอย พบว่า เมื่อเทียบกับลักษณะอาการอื่น การพูดส่งผลต่อจำนวนของละอองลอยที่มากเนื่องจากสัมพันธ์กับความดังหน่วยเสียง รวมถึงกระแสลม และค่าความก้องซึ่งล้วนเป็นกลไกสำคัญที่มีผลต่อจำนวนของละอองลอย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเสียง และหน่วยเสียงกับการแพร่กระจายละอองลอย

การศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับลักษณะเสียงที่ส่งผลต่อจำนวนละอองลอยพบว่า จำนวนอัตราของละอองลอยที่ปล่อยออกมามีการแปรตามระดับเสียงดังเบา (Asadi et al., 2019) เมื่อสังเกตจำนวนอัตราของละอองลอยที่ปล่อยออกมาตามแต่ละหน่วยเสียงที่แตกต่างกันโดยกำหนดค่าแอมพลิจูดแบบอาร์เอ็มเอส (root mean square amplitude) ที่ 0.1 พบว่า หน่วยเสียงมีจำนวนอัตราของแตกต่างกันตามลักษณะการออกเสียง ซึ่งสระมีละอองลอยจำนวนมากเนื่องจากการสั่นของเส้นเสียงและไม่มีการปิดกั้นของอวัยวะมีผลต่อการผลิตและนำพาละอองลอย เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสระ สระ /i/ มีละอองลอยที่ปล่อยออกมามากที่สุด ความต่างดังกล่าวอาจเชื่อมโยงกับ

พลังงานที่ใช้ในการออกเสียงสระ /i/ ที่มากกว่าเพื่อให้อยู่ในระดับความดังของการรับรู้เท่ากับสระอื่น (Asadi et al., 2020)

เมื่อพิจารณาจำนวนอัตราของละอองลอยของพยัญชนะภาษาอังกฤษ พบว่า ในการเปรียบเทียบระหว่างพยัญชนะกัก พยัญชนะนาสิก และพยัญชนะเสียดแทรก จำนวนอัตราของละอองลอยของพยัญชนะกักมีจำนวนมากเมื่อเทียบกับพยัญชนะอื่นเนื่องจากพยัญชนะกักมีการปิดกั้นของฐานกรณ์ก่อนระเบิดลมหายใจตอนเปิดฐานกรณ์ซึ่งเป็นกลไกสำคัญที่ส่งผลต่อจำนวนละอองลอยที่มากขึ้น และการนำพาละอองลอยสู่บรรยากาศ (Abkarian et al., 2020; Asadi et al., 2020)

จากข้างต้นชี้ให้เห็นถึงการออกเสียงพยัญชนะกักที่เชื่อมโยงกับจำนวนอัตราของละอองลอย เมื่อพิจารณาการผลิตเสียงของพยัญชนะกักจะเห็นว่า พยัญชนะกักมีการจำแนกด้วยความก้องที่เกิดจากการสั่นของเส้นเสียงและการพ่นลม โดยพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม /p, t, k/ ในภาษาอังกฤษมีอัตราการไหลของลมมากกว่าพยัญชนะอื่น (Inouye & Sugihara, 2015; Isshiki & Ringel, 1964) ซึ่งบ่งบอกการนำพาละอองลอยสู่บรรยากาศที่มีระยะไกลกว่าเมื่อเทียบกับพยัญชนะอื่น (Abkarian et al., 2020)

อย่างไรก็ตาม ด้านการผลิตละอองลอยของพยัญชนะกัก พบว่า ความก้องมีผลต่อจำนวนอัตราของละอองลอย โดยพยัญชนะกักก้องมีจำนวนอัตราของละอองลอยมากกว่าพยัญชนะกักไม่ก้องเนื่องจากความก้องเกิดจากการกระทบของเส้นเสียงที่ปกคลุมด้วยเมือกซึ่งอาจเป็นกลไกสำคัญในการผลิตละอองลอย (Asadi et al., 2020; Morawska et al., 2009; Wei & Li, 2016) และเมื่อพิจารณาลักษณะการออกเสียงของพยัญชนะกักจะเห็นว่ามีศักยภาพในการผลิตละอองลอยที่ส่งผลแพร่กระจายของเชื้อไวรัสมากกว่าพยัญชนะอื่น รวมถึงมากกว่าสระด้วย (Abkarian et al., 2020; Asadi et al., 2020) แต่ว่าทุกภาษามีความต่างเรื่องความก้องและการพ่นลมของพยัญชนะกัก (Inouye, 2003; Lisker & Abramson, 1964) จึงเป็นไปได้ที่จะมีจำนวนอัตราละอองลอยที่แตกต่างกันไปตามแต่ละภาษา (Asadi et al., 2020; Inouye, 2003)

นอกจากนี้ ตำแหน่งฐานกรณ์ก็ส่งผลต่อจำนวนละอองลอยเช่นกัน โดยพยัญชนะกักฐานกรณ์ปุ่มเหงือกจะมีจำนวนอัตราของละอองลอยมากกว่าตำแหน่งอื่นเนื่องจากมีกระแสลมจากปอดที่พุ่งออกมามากกว่า (Asadi et al., 2020) และมีอัตราการไหลของลมที่มากกว่าเช่นกัน ซึ่งการไหลของลมมีความเชื่อมโยงกับระดับเสียง และความเข้มเสียง (Emanuel & Counihan, 1970)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

และสระที่มีค่าความเข้มเสียงมากก็ส่งผลให้พยัญชนะมีอัตราการไหลของลมมากขึ้นด้วย (Emanuel & Counihan, 1970) ดังนั้น การที่พยัญชนะกักในตำแหน่งหนึ่งมีจำนวนอัตราของละอองลอยมากกว่าตำแหน่งอื่นอาจจะมาจากอิทธิพลความเข้มเสียงของสระ

จากข้อค้นพบข้างต้นที่ศึกษาการแพร่ละอองลอยเชื่อมโยงกับความดังเสียงและลักษณะของหน่วยเสียง ความดังถือเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนอัตราของละอองลอย แต่เมื่อพิจารณาร่วมกับหน่วยเสียง พบว่า พยัญชนะกักมีจำนวนอัตราของละอองลอยที่สุดเนื่องจากละอองลอยที่ปล่อยออกมาเชื่อมโยงกับความก้องและการพ่นลมขณะออกเสียงพยัญชนะกัก โดยรูปแบบของการออกเสียงพยัญชนะกักเป็นกลไกการผลิตและนำพาละอองลอยได้ดีเมื่อเทียบกับพยัญชนะอื่น นอกจากนี้ ตำแหน่งฐานกรณ์ และลักษณะเฉพาะของพยัญชนะกักถือเป็นส่วนประกอบที่ส่งผลต่อจำนวนอัตราของละอองลอยเช่นกัน

2.1.3 ลักษณะการศึกษาการแพร่ของละอองลอยในรูปแบบอื่น

ในอดีตการแพร่ของละอองลอยมุ่งประเด็นการศึกษาแค่ลักษณะอาการไอจามเป็นหลัก เนื่องจากข้อจำกัดทางเครื่องมือ รวมถึงอนุภาคที่ปล่อยออกมาจากลักษณะอาการเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นละอองฝอยซึ่งสามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าจึงสะดวกต่อการสังเกต (Asadi et al., 2019) อย่างไรก็ตาม การศึกษาในปัจจุบันได้ตระหนักถึงอิทธิพลที่ส่งผลต่อจำนวนละอองลอยในขณะพูด เช่น ความดังเสียง หน่วยเสียง

อิทธิพลดังข้างต้น การศึกษาของ Mürbe et al. (2021) เปรียบเทียบการแพร่ของละอองลอยขณะการขับร้อง การอ่านและการหายใจทางปาก พบว่า การขับร้องมีจำนวนอัตราของละอองลอยมากที่สุดเมื่อเปรียบกับการอ่านและการหายใจทางปาก ซึ่งเป็นการชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของจำนวนอัตราของละอองลอยกับความดังเสียง

จากการศึกษาเพื่อหาจำนวนอัตราของละอองลอยข้างต้น การศึกษาหารูปแบบของการแพร่ระบาดก็เป็นอีกหนึ่งประเด็นที่ได้รับความสนใจ ในการศึกษาของ Abkarian et al. (2020) มีการทดสอบระยะทางที่เกิดจากรูปแบบวลี ได้แก่ วลีที่ประกอบด้วยพยัญชนะกัก และวลีที่ประกอบด้วยพยัญชนะเสียดแทรก พบว่ารูปแบบวลีที่ประกอบด้วยพยัญชนะกักมีระยะทางต่อเนื่องมากกว่า 2 เมตรเนื่องจากรูปแบบวลีดังกล่าวมีลักษณะการพุ่งของลมหายใจทรงกรวย (conical jet-like flow) ในขณะที่วลีที่ประกอบด้วยพยัญชนะเสียดแทรกจะมีระยะทางต่อเนื่องน้อยกว่าคือประมาณ 1 เมตร

นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ติดเชื้อกับลักษณะทางภาษา พบว่า ภาษาที่มีการพ่นลมด้วยพลังลมที่มากปรากฏจำนวนผู้ติดเชื้อมากกว่าภาษาที่มีลักษณะการพ่นลมแรงด้วยพลังลมที่น้อยกว่า (Inouye, 2003) ซึ่งสอดคล้องกับข้อค้นพบด้านลมหายใจที่ทำหน้าที่เป็นพาหะนำพาละอองลอยออกมาโดยผ่านทางช่องปากและโพรงจมูก (Abkarian et al., 2020)

จากการศึกษาในแต่ละรูปแบบชี้ให้เห็นว่าประเด็นด้านการแพร่ละอองลอยได้รับความสนใจในหลากหลายสาขา และการแพร่ระบาดของโควิด-19 ที่เกิดขึ้นยิ่งมีผลต่อการศึกษาเกี่ยวกับการแพร่ละอองลอยในขณะพูดมากขึ้นเนื่องจากส่งผลต่อการแพร่ระบาดระหว่างบุคคล ดังนั้น การศึกษาการแปรสัทลักษณะของพยัญชนะกักภาษาไทยในครั้งนี้จะช่วยเชื่อมโยงให้เห็นถึงลักษณะของการแพร่ระบาดที่อาจเกิดขึ้นในบริบทของการพูดภาษาไทย

2.2 สัทสมบัติและค่าทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักภาษาไทย

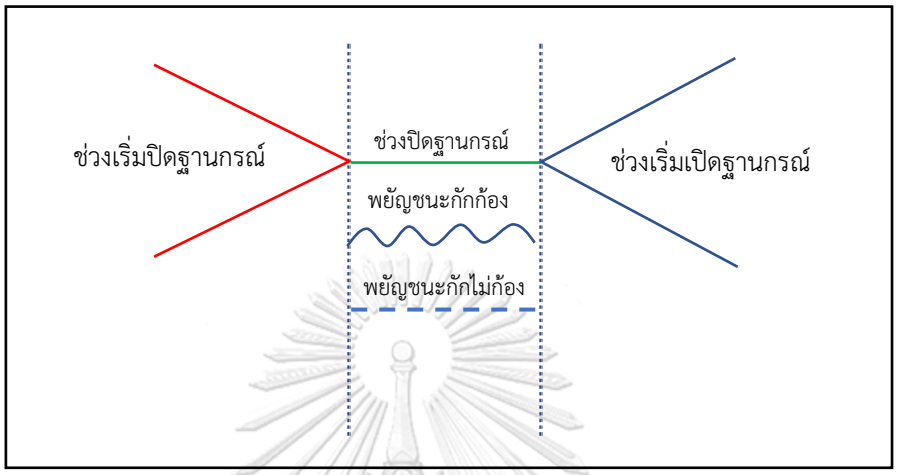
ในหัวข้อนี้จะนำเสนอลักษณะกลไกของการออกเสียงพยัญชนะกักประกอบด้วยสัทสมบัติ ได้แก่ ความก้อง และตำแหน่งฐานกรณ์ ซึ่งมีการแบ่งด้วยลักษณะความก้องในหลากหลายภาษาจากการศึกษาในอดีต รวมถึงนำเสนอค่าทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักภาษาไทย โดยจะอธิบายในรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.2 นี้

2.2.1 ความก้อง

ความก้องเป็นลักษณะที่ใช้จำแนกพยัญชนะกักซึ่งมีการแบ่งขอบเขตลักษณะตามแต่ละภาษา โดยภาษาส่วนใหญ่จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ก้อง และไม่ก้อง แต่ความแตกต่างจะขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของภาษา (Gabriel et al., 2018) เมื่อพิจารณากลไกของการออกเสียงพยัญชนะกักสามารถแบ่งออกเป็น 3 ช่วงหลัก ได้แก่ ช่วงเริ่มปิดฐานกรณ์ (approach phrase) ช่วงปิดฐานกรณ์ (closure phrase) และช่วงเปิดฐานกรณ์ (release phrase) ดังในภาพที่ 2.1 ซึ่งช่วงปิดฐานกรณ์ของพยัญชนะกักจะมีระยะเวลาประมาณ 40 – 150 มิลลิวินาที ในช่วงดังกล่าวแสดงให้เห็นคุณสมบัติของความก้อง พยัญชนะกักก้องจะปรากฏการสั่นของเสียง ขณะที่พยัญชนะกักไม่ก้องจะปรากฏช่วงเงียบแทน (Ball & Rahilly, 2014)

ในด้านกลไกของการผลิตความก้องเกิดกจากกระแสลมออกจากปอดและช่องเส้นเสียง เมื่อเปรียบเทียบความก้องในระหว่างการออกเสียง พยัญชนะไม่ก้องช่องเส้นเสียงจะเปิดกว้างประมาณร้อยละ 60 ถึงร้อยละ 95 ซึ่งจะปล่อยให้กระแสลมออกจากปอดไหลผ่านได้อย่างอิสระ

ในขณะที่การออกเสียงพยัญชนะก้องจะมีการปิดของช่องเส้นเสียงทำให้กระแสลมออกจากปอดไม่สามารถออกได้กระแสลมจึงดันช่องเส้นเสียงที่ปิดให้แยกออกจากกันสลับไปมาจนเกิดการสั่นของเส้นเสียง (Ashby, 2011; Ball & Rahilly, 2014)



ภาพที่ 2.1: แต่ละช่วงของการออกเสียงพยัญชนะกักก้องและพยัญชนะกักไม่ก้อง

ในทางกลสัทศาสตร์มีการศึกษาลักษณะความก้องโดยพิจารณาจากค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้อง ซึ่งประเด็นการศึกษาเริ่มต้นงานวิจัยของ Lisker and Abramson (1964) ที่ได้มีการศึกษาค่าทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักใน 11 ภาษา ข้อค้นพบภายในงานวิจัยชี้ให้เห็นความแตกต่างซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของขอบเขตการแยกประเภทของพยัญชนะกักในแต่ละภาษา การจำแนกจะพิจารณาจากค่าทางกลสัทศาสตร์ ได้แก่ ความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์ และการระเบิดลมกับการพ่นลมในช่วงเปิดฐานกรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากจำแนกด้วยค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องของการวิจัยข้างต้น จึงสามารถแบ่งรูปแบบในการออกเสียงพยัญชนะกักเป็น 3 รูปแบบหลัก คือ แบบสั่นนำที่ปรากฏในช่วงปิดฐานกรณ์ แบบสั่นประชิดและแบบสั่นตามที่ปรากฏในช่วงเปิดฐานกรณ์ (Jacewicz et al., 2009; Lisker & Abramson, 1964) ซึ่งแต่ละรูปแบบก็จะมีระยะเวลาต่างกัน โดยสั่นนำจะมีระยะเวลาตั้งแต่ -120 ถึง 0 มิลลิวินาที สั่นประชิดจะมีระยะเวลาตั้งแต่ 0 ถึง +25 มิลลิวินาที และสั่นตามจะมีระยะเวลาตั้งแต่ +40 ถึง +100 มิลลิวินาที (Li, 2013) จากรูปแบบดังกล่าวจะจำแนกพยัญชนะกักได้ 3 ประเภทคือ พยัญชนะกักก้อง พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม โดยในแต่ละภาษาจะประกอบด้วย 2 - 3 ประเภท (Gabriel et al., 2016)

ด้วยรูปแบบข้างต้น เมื่อพิจารณาตามแต่ละภาษาพบว่ามีลักษณะการจำแนกประเภทของพยัญชนะกักที่แตกต่างกันไป เช่น ภาษาเกาหลีที่มีการจำแนกพยัญชนะกักด้วยลักษณะของการพ่นลมมีการจำแนกประเภทของพยัญชนะกักออกเป็น 3 ประเภท คือ 1.พยัญชนะกักเกร็ง (tense)/ ไม่พ่นลม (unaspirated) 2. พยัญชนะกักคลาย (lax)/ พ่นลมเล็กน้อย (slightly aspirated) และ 3. พยัญชนะกักพ่นลม (aspirated)/ พ่นลมมาก (heavily aspirated) (Abramson & Whalen, 2017; Jin, 2007) หรือในภาษาฮินดูที่มีการจำแนกพยัญชนะกักด้วยความก้องและการพ่นลมออกเป็น 4 ประเภท คือ พยัญชนะกักก้องไม่พ่นลม พยัญชนะกักก้องพ่นลม พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม (Lisker & Abramson, 1964)

นอกจากนี้ งานในอดีตยังมีการเปรียบด้วยลักษณะการไหลของลมที่ออกทางปากและทางจมูกขณะออกเสียงพยัญชนะกักแต่ละประเภทในภาษาอังกฤษ พบว่า จากอิทธิพลของความก้องส่งผลให้พยัญชนะกักไม่ก้องมีอัตราการไหลของลมมากกว่าพยัญชนะกักก้อง โดยพยัญชนะกักไม่ก้องมีอัตราการไหลของลมร้อยละ 53 ในขณะที่พยัญชนะกักก้องปรากฏเพียงร้อยละ 26 เมื่อเปรียบเทียบกัน (Emanuel & Counihan, 1970) นอกจากนี้ เมื่อเทียบกับพยัญชนะอื่น พบว่าพยัญชนะกักมีอัตราการไหลของลมมากที่สุด (Inouye & Sugihara, 2015; Isshiki & Ringel, 1964)

2.2.2 ตำแหน่งของฐานกรณ์

ตำแหน่งฐานกรณ์เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญในการผลิตเสียง ซึ่งเสียงสามารถเกิดจากฐาน (passive articulator) เดียว หรือสองกรณ์ (active articulator) ขยับร่วมกัน (Ball & Rahilly, 2014) ซึ่งในทางกลสัทศาสตร์ ตำแหน่งของฐานกรณ์ที่ต่างกันมีผลต่อลักษณะของจุดเริ่มต้นการเปลี่ยนฟอร์เมินท์ (formant transition) ที่ต่างกันบนแผนภาพคลื่นเสียง โดยในการออกเสียงพยัญชนะกักฐานกรณ์ริมฝีปากความถี่ฟอร์เมินท์ ทั้งหมดจะตกลงเนื่องจากการกักของริมฝีปาก ในขณะที่พยัญชนะกักฐานกรณ์ปุ่มเหงือก ความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 2 จะเชิดขึ้นและความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 3 จะคงตัว ในส่วนพยัญชนะกักฐานกรณ์เพดานอ่อน ความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 2 และความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 3 จะเข้าใกล้กัน (Behrman, 2013)

ด้วยลักษณะที่ต่างกันในทางกลสัทศาสตร์ เมื่อพิจารณาข้อค้นพบของงานวิจัยในอดีตชี้ให้เห็นความสอดคล้องเชิงประจักษ์ของค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องที่แปรตามตำแหน่งฐานกรณ์ โดยพยัญชนะกักที่มีฐานกรณ์เพดานอ่อนจะปรากฏค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องยาวมากที่สุดเมื่อเทียบกับฐานกรณ์ริมฝีปากและฐานกรณ์ปุ่มเหงือก ซึ่งปรากฏในหลากหลายภาษาทั่วโลก (Cho &

Ladefoged, 1999; Lisker & Abramson, 1964) ในขณะที่ความต่างระหว่างฐานกรณ์ริมฝีปากและฐานกรณ์ปุ่มเหงือกมีการแปรจากปัจจัยอื่น เช่น สระที่ตามมา (Nearey & Rochet, 1994)

ในด้านค่าพลังงานความสัมพันธ์ในการระเบิดลม (relative burst energy) ของพยัญชนะกักภาษาเกาหลี ชี้ให้เห็นถึงเกี่ยวข้องของความต่างของตำแหน่งฐานกรณ์ของพยัญชนะกัก โดยเฉพาะในการออกเสียงพยัญชนะกักฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ปรากฏความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แม้จะมีความต่างแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในตำแหน่งฐานกรณ์อื่นแต่อย่างใด (Broersma, 2010) นอกจากนี้ การศึกษาลักษณะการไหลของลมในการผลิตเสียงพยัญชนะกักภาษาอังกฤษ พบว่าพยัญชนะกักฐานกรณ์ปุ่มเหงือกทั้งก้องและไม่ก้องมีอัตราการไหลของลมมากที่สุด ในขณะที่ตำแหน่งฐานกรณ์อื่นมีอัตราการไหลของลมในลักษณะเดียวกัน (Emanuel & Counihan, 1970) ดังนั้นการแปรสัทลักษณะของพยัญชนะกักจึงจำเป็นต้องพิจารณาตำแหน่งฐานกรณ์เนื่องจากเป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อความแตกต่างของค่าทางกลสัทศาสตร์ในการออกเสียงพยัญชนะกัก

2.2.3 พยัญชนะกักภาษาไทย

จากการศึกษาเกี่ยวกับพยัญชนะกักภาษาไทยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นลักษณะการแบ่งประเภทของพยัญชนะกักด้วยลักษณะความก้องและการพ่นลม แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ พยัญชนะกักก้อง พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม เมื่อพิจารณาร่วมกับการศึกษาทางกลสัทศาสตร์เกี่ยวกับค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องพบว่า พยัญชนะกักก้องมีค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องแบบสั่นนำ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องแบบสั่นประชิด และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องแบบสั่นตาม โดยมีค่าเฉลี่ยของค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องในการออกเสียงพยัญชนะกักภาษาไทยในแต่ละงานวิจัยดังในตารางที่ 2.1

เมื่อพิจารณาประเภทของพยัญชนะกักตามตำแหน่งของฐานกรณ์จะแบ่งพยัญชนะกักภาษาไทยออกเป็น 8 หน่วยเสียง ได้แก่ 1. พยัญชนะกักก้อง /b, d/ 2. พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม /p, t, k/ และ 3. พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม /p^h, t^h, k^h/ ซึ่งความความต่างด้านตำแหน่งฐานกรณ์ที่ปรากฏในแต่ละพยัญชนะกักชี้ให้เห็นสอดคล้องที่พบในหลากหลายภาษา กล่าวคือตำแหน่งฐานกรณ์เพดานอ่อนมีค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องยาวที่สุด รองลงมาคือตำแหน่งฐานกรณ์ปุ่มเหงือก และน้อยที่สุดคือตำแหน่งฐานกรณ์ริมฝีปาก (Gandour et al., 1990)

ตารางที่ 2.1: ค่าเฉลี่ยของค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องในการออกเสียงพยัญชนะกักภาษาไทย

งานวิจัย	ประเภทของพยัญชนะกัก		
	พยัญชนะกักก้อง (สั่นนำ)	พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม (สั่นประชิด)	พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม (สั่นตาม)
1. Lisker and Abramson (1964)	-87.5	+13.3	+76.3
2. Gandour et al. (1990)	-75.8	+16.2	+89.7
3. Shimizu (2011)	-81.0	+14.0	+97.0
4. นรินธร สมบัตินันท์ (2545)	-65.5	+13.6	+60.2
5. ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ (2554)	-75.0	+16.0	+83.0
6. ตามใจ อวิรุทธิโยธิน (2554)	-91.9	+12.4	+84.8
7. พัทธนันท์ หาญชาญเวช และศุจิณัฐ จิตวิริยนนท์ (2564)	-82.3	+17	+77.7
รวม	-83.7	+14.6	+85.1

แม้ว่าพยัญชนะกักภาษาไทยจะมีการแบ่งประเภทตามลักษณะการออกเสียงดังในตารางข้างต้น ในขณะที่เมื่อพิจารณาด้านตำแหน่งพยางค์กลับพบว่า พยัญชนะกักในตำแหน่งต้นพยางค์กับตำแหน่งท้ายพยางค์มีความแตกต่างกันในการออกเสียง โดยพยัญชนะกักภาษาไทยแต่ละประเภทเมื่ออยู่ท้ายพยางค์จะมีลักษณะการออกเสียงเหมือนกันคือไม่มีการระบายลม (unreleased) แต่ยังปรากฏความแตกต่างในเรื่องตำแหน่งฐานกรณ์ (Abramson, 1972)

ปัจจัยด้านความเร็วในการพูดก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ได้มีการศึกษา โดยในการศึกษาของ Kessinger and Blumstein (1997) ได้มีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการพูดเร็ว การพูดช้า และการพูดคำเดี่ยว (เป็นตัวควบคุม) พบว่า ในการพูดเร็วส่งผลให้ค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องสั้นกว่าทั้งการพูดช้าและการพูดคำเดี่ยว และเมื่อพิจารณาในด้านการกระจาย พบว่าการกระจายระหว่างการพูดช้าและการพูดเดียวมีขนาดช่วงพอกัน ในขณะที่การกระจายของการพูดเร็วมีช่วงที่แคบกว่าการพูดช้าและการพูดเดียว นอกจากนี้ ไม่ปรากฏการทับซ้อนขอบเขตของพยัญชนะกักแต่ละประเภทในการพูดเร็ว

นอกจากนี้ ตามใจ อวิรุทธิโยธิน (2554) ยังได้ศึกษาพยัญชนะกักภาษาไทยเปรียบเทียบระหว่างภาษาไทยมาตรฐานกับภาษาไทยถิ่นใต้ พบว่า พยัญชนะกักแต่ละประเภทระหว่างภาษาไทยมาตรฐานกับภาษาไทยถิ่นใต้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังพบความทับซ้อนใน

การออกเสียงพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นและกักไม่ก้องพ่นลมถิ่นใต้ที่ออกเสียงโดยผู้บอกภาษาเพศชาย ซึ่งแสดงแนวโน้มที่ว่าภาษาไทยถิ่นใต้จะมีแค่พยัญชนะกักก้องและพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมเท่านั้น

ในการศึกษาปัจจัยทางเพศในไทยชี้ให้เห็นความแตกต่างในการออกเสียงพยัญชนะกักแต่ละประเภทของผู้หญิงข้าม ผู้ชายและผู้หญิง ข้อค้นพบชี้ให้เห็นว่า ผู้หญิงข้ามเพศมีค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องของพยัญชนะกักแต่ละประเภทยาวกว่าผู้ชายและผู้หญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเพศชายและหญิงพบว่า ผู้ชายมีค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องของพยัญชนะกักแต่ละประเภทยาวกว่าเพศหญิงเช่นกัน (พัทธนันท์ หาญชาญเวช และ ศุจิณัฐ จิตวิริยนนท์, 2564)

อีกปัจจัยหนึ่งที่มีข้อค้นพบความเกี่ยวข้องกับพยัญชนะกักภาษาไทยคืออายุ โดยงานวิจัยของ Gandour et al. (1990) ได้ศึกษาอิทธิพลของอายุในการผลิตพยัญชนะกักภาษาไทยปรียบเทียบระหว่างผู้บอกภาษาวัยรุ่นกับผู้บอกภาษาสูงวัย พบว่า มีความต่างระหว่างอายุเมื่อเปรียบเทียบประเภทของพยัญชนะกักอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อเปรียบเทียบประเภทของพยัญชนะกักในแต่ละฐานกรณ์มีแค่พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากและปุ่มเหงือกเท่านั้นที่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3 อิทธิพลของสัทบริบทที่มีผลต่อการผันแปรทางสัทศาสตร์ของพยัญชนะกัก

ด้วยข้อค้นพบเกี่ยวกับพยัญชนะกักที่ชี้ให้เห็นถึงลักษณะของเขตการแยกประเภทที่มีความเฉพาะแตกต่างกันไปในแต่ละภาษา แต่ลักษณะดังกล่าวจำกัดการศึกษาเฉพาะในคำพูดเดี่ยว เมื่อพิจารณาการพูดในบทสนทนาในชีวิตจริงที่มีลักษณะเป็นคำพูดต่อเนื่องพบว่ามีการแปรสัทลักษณะต่างจากคำพูดเดี่ยวซึ่งเกิดจากบริบทแวดล้อมที่มีผลต่อพยัญชนะกัก ดังนั้น ในหัวข้อนี้จะนำเสนออิทธิพลที่มีผลต่อการแปรสัทลักษณะของพยัญชนะกัก ได้แก่ อิทธิพลตำแหน่งพยัญชนะและสระ นอกจากนี้ จะนำเสนอปัจจัยนอกที่ควบคุมในการศึกษาครั้งนี้

2.3.1 อิทธิพลของตำแหน่งพยัญชนะ

ในอดีตมีการศึกษาเกี่ยวกับตำแหน่งของพยัญชนะกักที่เชื่อมโยงกับตำแหน่งพยางค์ ตัวอย่างเช่น พยัญชนะกักภาษาไทยเมื่ออยู่ในตำแหน่งต้นสระมีการแบ่งตามลักษณะความก้องและการพ่นลม แต่เมื่ออยู่ในตำแหน่งท้ายพยางค์กลับไม่พบลักษณะดังกล่าว (Abramson, 1972; Lisker

& Abramson, 1964) ในทางเดียวกัน ข้อพิสูจน์ทราบในภาษาเกาหลีที่มีการแบ่งด้วยการพ่นลมในตำแหน่งต้นพยางค์ แต่พบว่าพยัญชนะกักในตำแหน่งระหว่างพยางค์ พยัญชนะกักคลายกลับปรากฏแถบสัญญาณความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์ (Shin et al., 2012)

ด้วยลักษณะความต่างของแต่ละตำแหน่ง มีข้อพิสูจน์ทราบอิทธิพลของความก้องที่ส่งผลต่อพยัญชนะกัก โดยพยัญชนะกักที่แต่เดิมไม่ปรากฏการสั่นของเส้นเสียงในช่วงปิดฐานกรณ์ เมื่ออยู่ในตำแหน่งระหว่างสระ หรือระหว่างเสียงก้องกังวานที่มีความก้องจะสามารถมีความก้องเพิ่มขึ้นได้ถึงร้อยละ 30 ของช่วงระยะเวลาทั้งหมดในการออกเสียงพยัญชนะ (Jacewicz et al., 2009) ตัวอย่างเช่น พยัญชนะกักก้องภาษาอังกฤษ /b, d, g/ ที่มีค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องแบบสั่นประชิดเมื่ออยู่ในตำแหน่งระหว่างสระกลับปรากฏค่าความก้องขึ้น (Deterding & Nolan, 2007) ในทางกลับกัน เมื่อพยัญชนะกักก้องตามด้วยพยัญชนะไม่ก้องจะมีค่าความก้องลดลงเช่นกัน ตัวอย่างเช่น พยัญชนะกักก้องภาษาฝรั่งเศสที่ /b, d, g/ มีค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องเป็นสั่นนำกลับกลายเป็นสูญความก้องเมื่อตามด้วยพยัญชนะเสียดแทรกไม่ก้อง /s/ เช่นกัน (Abdelli-Beruh, 2004) โดยอิทธิพลดังกล่าวสามารถส่งผลทั้งแบบทิศทางก้าวหน้า และทิศทางถอยหลังต่อพยัญชนะกัก (Ball & Rahilly, 2014; Parker, 1974)

นอกจากนี้ มีการศึกษาต่อยอดในประเด็นข้างต้น ดังในงานวิจัยของ Deterding and Nolan (2007) ที่ศึกษาพยัญชนะกักแต่ละประเภทในตำแหน่งระหว่างสระเพื่อหาอัตราความก้องของพยัญชนะกักที่ปรากฏในช่วงปิดฐานกรณ์โดยศึกษาพยัญชนะกักภาษาอังกฤษและภาษาจีน ซึ่งสองภาษามีความแตกต่างกันในด้านสัทลักษณ์ กล่าวคือ ภาษาจีนพยัญชนะกักจะจำแนกด้วยสัทลักษณ์การพ่นลม [±spread glottis] ในขณะที่ภาษาอังกฤษจะจำแนกด้วยสัทลักษณ์ความก้อง [±voice] แต่ทางสัทศาสตร์กลับพบว่าใช้จำแนกการพ่นลมเหมือนกัน ผลจากการศึกษาภายในงานวิจัยชี้ให้เห็นอัตราความก้องที่แตกต่างกัน โดยภาษาอังกฤษมีร้อยละอัตราความก้องมากกว่า คือ ร้อยละ 57.8 ในขณะที่ภาษาจีนมีร้อยอัตราความก้องเพียงร้อยละ 19.0 จากผลดังกล่าวแสดงถึงความเป็นไปได้ว่าอัตราความก้องของพยัญชนะกักในแต่ละภาษาจะมีความแตกต่างกันไปตามสัทลักษณะของแต่ละภาษาและตามบริบทแวดล้อม

2.3.2 อิทธิพลของสระ

การออกเสียงสระมีลักษณะที่แตกต่างจากการออกเสียงพยัญชนะ เนื่องจากไม่กักกั้นของฐานกรณ์ กระแสลมจากปอดจึงสามารถไหลออกได้อย่างสะดวก ในการจำแนกสระ มีการแบ่งด้วย

ลักษณะ 2 ประการ นอกเหนือจากรูปปาก คือ ตำแหน่งหน้า-หลัง (frontness) ความสูง-ต่ำ (height) (Ball & Rahilly, 2014) ซึ่งในทางกลสัทศาสตร์และสรีรศาสตร์ ลักษณะดังกล่าวสามารถดูได้จากค่าความถี่ฟอร์เมินท์ คือ ในความถี่ฟอร์เมินท์ ที่ 1 จะแสดงความสูง-ต่ำของสระที่เกิดจากการเปิดของช่องปาก (oral cavity) และการบีบรัด (constriction) ของคอหอย (pharynx) ส่วนล่าง ขณะที่ความถี่ฟอร์เมินท์ ที่ 2 จะแสดงความหน้า-หลังของสระที่เกิดจากพื้นที่ส่วนหลังของลิ้น (Behrman, 2013)

เมื่อพิจารณาพยัญชนะกักที่เกิดร่วมกับสระ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค่าเริ่มช่วงเสียงก้องแสดงผลลัพธ์ไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ เมื่อพยัญชนะกักตามด้วยสระที่มีตำแหน่งหน้าและความสูงมากส่งผลให้ค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องยาวกว่าเมื่อเปรียบกับพยัญชนะที่มีตำแหน่งหน้าและสูงน้อยกว่า (Du & Zhang, 2020; Wrembel, 2011) และเมื่อตามด้วยสระเกร็ง (tense) ก็จะมีค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องยาวกว่าสระคลาย (lax) (Weismer, 1979) นอกจากนี้ ในแต่ละตำแหน่งของฐานกรณ์ก็มีค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องที่แตกต่างกันโดยตำแหน่งฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /u/ จะมีค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องมากที่สุดเมื่อเทียบกับสระอื่น ในขณะที่ตำแหน่งฐานกรณ์ปุ่มเหงือกและเพดานอ่อนที่ตามสระ /i/ จะมีค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องมากที่สุด (Nearey & Rochet, 1994; Rochet & Fei, 1991)

นอกจากนี้ สระก็ส่งผลต่ออัตราการไหลของลมในการผลิตเสียงพยัญชนะกักตัวอย่างเช่น Emanuel and Counihan (1970) ศึกษาอัตราการไหลของพยัญชนะกักภาษาอังกฤษเปรียบเทียบระหว่างสระ /i/ และ /a/ พบว่า สระ /a/ มีอัตราการไหลของลมมากกว่าสระ /i/ ซึ่งอาจมาจากการตำแหน่งลิ้นที่อยู่ต่ำและการเปิดปากที่กว้างจึงส่งผลต่อความต่างดังกล่าว อีกทั้งเมื่อเชื่อมโยงแต่ละสระกับตำแหน่งฐานกรณ์ พบว่า พยัญชนะกักฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /a/ และสระ /i/ มีอัตราการไหลของลมมากที่สุด ในขณะพยัญชนะกักฐานกรณ์อื่นไม่ปรากฏความต่างดังกล่าว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.3.3 ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อการผันแปรทางสัทศาสตร์

นอกจากอิทธิพลที่กล่าวไปข้างต้น การแปรสัทลักษณะของพยัญชนะกักสามารถได้รับอิทธิพลจากปัจจัยอื่น ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการควบคุม ได้แก่ เพศ และอายุของผู้บอกภาษาที่อาจมีผลต่อการแปรสัทลักษณะของพยัญชนะกัก ดังนี้

2.3.3.1 เพศ

ปัจจัยเรื่องอิทธิพลของเพศต่อการแปรของพยัญชนะกักยังเป็นประเด็นคงถกเถียงกันในหมู่นักวิชาการ แม้ว่าจะมีการศึกษาที่ไม่พบความต่างของค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องตามเพศ แต่ก็มีการศึกษาในอดีตที่พิสูจน์ทราบความแตกต่างระหว่างเพศ ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ (Li, 2013) ศึกษาความต่างระหว่างค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องในการออกเสียงพยัญชนะกักภาษาจีนของผู้พูดต่างเพศ พบว่า เพศชายมีค่าระยะเวลาในการออกเสียงพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมากกว่าเพศหญิง ในขณะที่เพศหญิงมีค่าระยะเวลาในการออกเสียงพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมค่าระยะเวลามากกว่าเพศชาย ซึ่งข้อค้นพบดังกล่าวสอดคล้องกับข้อค้นพบในภาษาอังกฤษและภาษาไทย (Torre & Barlow, 2009; ตามใจ อวิรุทธิโยธิน, 2554)

เมื่อพิจารณาลักษณะของช่วงการสั่นเสียงของเส้นเสียงพบว่า ช่วงการสั่นเสียงระหว่างเพศชายและเพศหญิงมีความแตกต่างกันของความถี่ โดยเพศชายมีความถี่เฉลี่ย 120 ต่อวินาที ขณะที่เพศหญิงมีความถี่ 220 ต่อวินาที แต่ความถี่ดังกล่าวสามารถผันแปรได้ขึ้นอยู่กับความดังของเสียง (Ball & Rahilly, 2014) นอกจากนี้ ปัจจัยการแปรดังกล่าวอาจจะจากความต่างในด้านสรีระทางเพศที่ส่งผลต่อค่าระยะเวลาดังกล่าว (Li, 2013) กล่าวคือ ด้วยสรีระร่างกายพื้นฐาน ความต่างด้านกล่องเสียง (larynx) และช่องที่อยู่เหนือเส้นสายเสียง (supraglottal cavity) ของเพศชายมีขนาดใหญ่กว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิง ดังนั้นจึงส่งผลให้เพศชายมีการสั่นของเส้นเสียงและความต่างของความดันที่อยู่ใต้และอยู่เหนือเส้นสายเสียง (sub- and supraglottal) ได้ง่ายกว่าเพศหญิง (Oh, 2011; Swartz, 1992)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประเด็นความต่างยังผูกโยงเข้ากับความเร็วในการพูด และปัจจัยทางสัทศาสตร์เชิงสังคมระหว่างเพศเช่นกัน เนื่องจากเมื่อเปรียบเทียบความเร็วในการพูดระหว่างเพศ พบว่า เพศชายมีความเร็วในการพูดมากกว่าเพศหญิง (Swartz, 1992) ในส่วนปัจจัยทางสัทศาสตร์เชิงสังคมพลักษณะรูปแบบการแปรของค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องของภาษาเกาหลีที่ต่างจากภาษาอังกฤษ กล่าวคือ การออกเสียงพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมภาษาเกาหลีมีระยะเวลามากกว่าในเพศชาย ซึ่งจากข้อค้นพบในอดีตที่เพศหญิงมีค่าเวลาเริ่มเสียงก้องยาวกว่าเพศชายดังปรากฏในภาษาอังกฤษ (Oh, 2011)

นอกจากนี้ ประเด็นเรื่องเพศวิถีก็ปรากฏลักษณะที่ส่งผลต่อค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องเช่นกัน จากข้อค้นพบในการศึกษาการออกเสียงพยัญชนะกักภาษาไทยร่วมกับดัชนีความเป็นหญิง ซึ่งศึกษาระหว่างผู้ชาย ผู้หญิง และผู้หญิงข้ามเพศชาวไทย พบว่า ผู้หญิงข้ามเพศมีค่าช่วงเวลาเริ่ม

เสียงก้องยาวกว่าผู้ชายและผู้หญิงในแต่ละประเภทของพยัญชนะกักซึ่งมีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (พัทธนันท์ หาญชาญเวช และ ศุจิณัฐ จิตวิริยนนท์, 2564)

2.3.3.2 อายุ

อายุเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่นักวิชาการให้ความสนใจในการศึกษาเนื่องจากเป็นหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการแปรของพยัญชนะกัก แต่ความไม่สม่ำเสมอในการปรากฏของปัจจัยดังกล่าวก็ส่งผลให้มีการถกเถียงกัน ตัวอย่างเช่น การศึกษาหาค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องและค่าช่วงเวลาท้ายเสียงก้อง (voice offset time) ที่สอดคล้องกับเพศทางกายภาพเพื่อทำนายแนวโน้มความสัมพันธ์กับช่วงอายุ พบว่า อายุกับค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องและค่าช่วงเวลาท้ายเสียงก้องไม่สามารถทำนายแนวโน้มความสัมพันธ์กับช่วงอายุได้

แม้จะไม่ปรากฏความสอดคล้องกับการแปรของพยัญชนะกักในบางการศึกษาวิจัย แต่พบว่ามีหลายงานวิจัยที่ชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ดังกล่าวในการออกเสียงพยัญชนะกัก ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Ma et al. (2018) ที่ศึกษาการออกเสียงพยัญชนะกักไม่ก้องภาษาจีนของเด็กโดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มตั้งแต่อายุ 5 – 13 ปี ข้อค้นพบชี้ให้เห็นว่า กลุ่มอายุ 5 – 8 ปีมีแนวโน้มที่จะมีค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องยาวกว่ากลุ่มที่มีอายุมากกว่า นอกจากนี้ ในการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มวัยรุ่นกับกลุ่มผู้สูงอายุของพบความต่างระหว่างอายุสอดคล้องกับเพศ (Torre & Barlow, 2009) และประเภทของพยัญชนะกัก (Gandour et al., 1990) กล่าวคือ กลุ่มผู้สูงอายุเพศชายมีค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องในการออกเสียงพยัญชนะกักภาษาอังกฤษสั้นกว่ากลุ่มวัยรุ่น ดังนั้น อายุจึงเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ต้องควบคุมในการศึกษาวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากข้อค้นพบในอดีตด้านปัจจัยเรื่องเพศและอายุที่เป็นปัจจัยต่อการแปรสัทลักษณะของพยัญชนะกัก การศึกษาครั้งนี้จะควบคุมปัจจัยดังกล่าวเพื่อหาลักษณะการแปรที่เกิดจากปัจจัยด้านแวดล้อมของเสียงที่กำหนดซึ่งมีผลต่อพยัญชนะกักเท่านั้น โดยจะนำเสนอระเบียบวิธีวิจัยในบทที่ 3 ต่อไป

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

ในการศึกษาการแปรสัทลักษณะของพยัญชนะกักภาษาไทยครั้งนี้จะวิเคราะห์ 1) ค่าความก้อง และ 2) ค่าความเข้ม เพื่อหาการแปรของระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลมของผู้บอกภาษาชาวไทยกรุงเทพฯ และนำผลลัพธ์ดังกล่าวมาพิจารณาในประเด็นของสัทสมบัติของพยัญชนะกักภาษาไทย และสัทบริบทจากสระที่อยู่ประชิดกับตำแหน่งพยัญชนะ นอกจากนี้ จะพิจารณาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลมเชื่อมโยงกับการศึกษาการแพร่ละอองลอยในอดีตเพื่อไล่ระดับแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอย ซึ่งจะนำเสนอรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ผู้บอกภาษา

ผู้บอกภาษาชาวไทยจำนวน 10 คน แบ่งเป็นเพศหญิง 5 คนและเพศชาย 5 คน มีอายุ 18 – 30 ปี กำเนิดและเติบโตในกรุงเทพมหานคร ไม่เคยออกนอกประเทศภายใน 3 – 6 เดือน ศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรีหรือจบปริญญาตรี และไม่มีปัญหาทางการได้ยินและการพูด

3.2 รายการคำ

คำที่ใช้ทดสอบเป็นคำในกรอบประโยคคำพูดต่อเนื่องที่มีความหมายจำนวน 48 คำ ซึ่งเป็นคำพูดต่อเนื่องมีโครงสร้างเป็นกริยาวลีแบบกริยา+กรรม หรือกริยา+กริยา โดยในตำแหน่งที่ต้องการศึกษาจะประกอบด้วย 2 สัทสมบัติของพยัญชนะกักแต่ละประเภทในภาษาไทยทั้งก้องและไม่ก้อง รวม 8 หน่วยเสียง ได้แก่ พยัญชนะกักก้อง /b/, /d/ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม /p/, /t/, /k/ และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม /p^h/, /t^h/, /k^h/ ซึ่งตามด้วยสระเสียงยาว 3 หน่วยเสียง คือ /i:/, /a:/ และ /u:/ ซึ่งเป็นสระขอบในภาษาไทย และปรากฏใน 2 สัทบริบท คือ สัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ (CV._V) และตำแหน่งหน้าสระ (CVC._V) เพื่อศึกษาการแปรสัทลักษณะของพยัญชนะกักภาษาไทยทั้งพยัญชนะกักก้องและไม่ก้อง รวมถึงพิจารณาอิทธิพลด้านทิศทางการแปรที่ส่งผลต่อพยัญชนะกักเช่นกัน

อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยตระหนักถึงคำทดสอบที่อาจไม่คุ้นชินในชีวิตประจำวัน เช่น หากี่ (hă:.kì:) ด้วยข้อจำกัดทางภาษาไทย แต่ลักษณะดังกล่าวไม่ได้ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของการแปรค่าทางกลสัทศาสตร์จากคำที่คุ้นชินแต่อย่างใด ดังนั้น จึงจะใช้คำทดสอบตามตารางที่ 3.1 ดังนี้

ตารางที่ 3.1: รายการคำทดสอบพยัญชนะกักภาษาไทย

สระ	สัทบริบท	ตำแหน่งของฐานกรณ์		
		ริมฝีปากคู่	**ปุ่มเหงือก**	**เพดานอ่อน**
i:	**ระหว่างสระ**	มี**ปี่** (mi:.**pì:**)	ด่า**ตี๋** (dà:.**tǐ:**)	หา**กี่** (hă:.**kì:**)
		ลา**พี่** (la:.**p^{h}î:**)	ซื้อ**ที่** (sɯ́:.**t^{h}î:**)	หา**คีย์** (hă:.**k^{h}i:**)
		อย่า**บี้** (jà:.**bî:**)	ดู**ดี** (du:.**di:**)	-
	นำหน้าสระ	หยิบ**ปี่** (jìp.**pì:**)	หัด**ตี** (hàt.**ti:**)	หัก**กี่** (hàk.**kì:**)
		ซบ**พี่** (sóp.**p^{h}î:**)	จัด**ที่** (tɕàt.**t^{h}î:**)	ถูก**คีย์** (t^{h}ù:k.**k^{h}i:**)
		จับ**บี้** (tɕàp.**bî:**)	คิด**ดี** (kít.**di:**)	-
a:	**ระหว่างสระ**	ด่า**ป้า** (dà:.**pî:**)	คา**ตา** (k^{h}a:.**ta:**)	หา**กา** (hă:.**ka:**)
		ทอ**ผ้า** (t^{h}ɔ:.**p^{h}â:**)	คา**ท่า** (k^{h}a:.**t^{h}ă:**)	มี**ขา** (mi:.**k^{h}ă:**)
		ถู**บ่า** (t^{h}ǔ:.**bà:**)	มา**ด่า** (ma:.**dà:**)	-
	นำหน้าสระ	พบ**ป้า** (p^{h}óp.**pâ:**)	ดีด**ตา** (dì:t.**ta:**)	ดัก**กา** (dàk.**ka:**)
		พับ**ผ้า** (p^{h}àp.**p^{h}â:**)	งัด**ท่า** (ŋât.**t^{h}â:**)	พัก**ขา** (p^{h}âk.**k^{h}ă:**)
		ตบ**บ่า** (tòp.**bà:**)	หัด**ด่า** (hàt.**dà:**)	-
u:	**ระหว่างสระ**	ดู**ปู** (du:.**pu:**)	คา**ตู้** (k^{h}a:.**tû:**)	ด่า**กู๋** (dà:.**kǔ:**)
		ดู**พู่** (du:.**p^{h}û:**)	ทา**ถู** (t^{h}a:.**t^{h}ǔ:**)	มี**คู่** (mi:.**k^{h}û:**)
		ฆ่า**บู่** (k^{h}â:.**bù:**)	มา**ดู** (ma:.**du:**)	-
	นำหน้าสระ	จับ**ปู** (tɕàp.**pu:**)	ขัด**ตู้** (kàt.**tǔ:**)	หยิก**กู๋** (jìk.**kǔ:**)
		รับ**พู่** (râp.**p^{h}û:**)	ขัด**ถู** (k^{h}àt.**t^{h}ǔ:**)	จาก**คู่** (tɕà:k.**k^{h}û:**)
		รับ**บู๊** (râp.**bú:**)	คิด**ดู** (k^{h}ít.**du:**)	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3 อุปกรณ์การบันทึกเสียง

อุปกรณ์บันทึกเสียงได้แก่

(1) โทรศัพท์มือถือ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกเสียง

(2) แอปพลิเคชัน AVR X (ios) หรือ AWESOME VOICE RECORDER (android)

3.4 การบันทึกเสียง

เนื่องจากการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อ COVID-19 ในปัจจุบัน การบันทึกเสียงในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงจะใช้การบันทึกเสียงออนไลน์ผ่านทางโปรแกรม Zoom โดยให้ผู้บอกภาษาบันทึกเสียงผ่านทางโทรศัพท์มือถือหรืออุปกรณ์ที่ใช้เปิดแอปพลิเคชันสำหรับการบันทึกเสียงและใช้หูฟังที่มี

ไมโครโฟนเป็นตัวรับเสียง ซึ่งแอปพลิเคชันที่จะใช้ในงานวิจัยนี้คือ แอปพลิเคชัน Awesome Voice Recorder บน android หรือ AVR X บน ios และตั้งค่าอัตราสุ่มสัญญาณ (sampling rate) ที่ 44,100 เฮิรตซ์ เลือกช่องเสียง (audio channel) แบบสัญญาณเสียงช่องเดียว (mono) และการบันทึกเสียงให้เป็นสกุลไฟล์ .wav ระหว่างการบันทึกเสียงผู้บอกภาษาจะต้องเว้นอุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกเสียงห่างจากปากประมาณ 15 – 30 เซนติเมตรและอยู่ในพื้นที่ซึ่งไม่มีเสียงรบกวนเพื่อให้เหมาะสำหรับการบันทึกเสียงมากที่สุด

ผู้วิจัยตระหนักถึงการบันทึกเสียงในการศึกษาครั้งนี้ที่อาจมีผลต่อค่าทางกลสัทศาสตร์ แต่จากการปรับค่าในโปรแกรม PRAAT เพื่อวิเคราะห์รูปแบบคลื่นเสียงและภาพคลื่นเสียง พบว่าการบันทึกเสียงไม่ส่งผลต่อการวิเคราะห์ดังกล่าวดังนำเสนอในภาพที่ 3.2

ในด้านรายการคำ ผู้วิจัยจะแสดงหน้าต่างคำผ่านโปรแกรม Zoom ไปยังหน้าจอคอมพิวเตอร์ของผู้บอกภาษา คำทั้ง 48 คำจะถูกสุ่มในแต่ละสัทบริบทโดยผู้บอกภาษาพูดคำพูดต่อเนื่องทั้งหมด 3 ครั้งในกรอบประโยค “พูดว่า__อีกครั้ง” /pʰûːt wâː__ʔiːk kʰrâŋ/

คำทดสอบ (test token) มีจำนวนทั้งสิ้น 2,880 คำ (8 พยัญชนะ x 3 สระ x ออกเสียง 3 ครั้ง x 2 สัทสมบัติ x 2 สัทบริบท x ผู้บอกภาษา 10 คน)

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การแบ่งช่วงและกำกับข้อมูล

การแบ่งช่วงของข้อมูลจะใช้โปรแกรม PRAAT เวอร์ชัน 6.1.36 ซึ่งจะพิจารณาจากรูปแบบคลื่นเสียง (waveform) ประกอบกับแผนภาพคลื่นเสียง (spectrogram) ในการแบ่งจุดของข้อมูลจะใช้ดัดแปลงจาก Deterding and Nolan (2007) ซึ่งภายในงานวิจัยนี้จะมีการแบ่งจุดของช่วงเวลาออกเป็น 4 จุดช่วงในช่วงปิดฐานกรณ์และช่วงเปิดฐานกรณ์ ดังนี้

1) จุด A คือ จุดเริ่มต้นของการปิดฐานกรณ์ หรือ จุดเริ่มต้นสัญญาณแถบของค่าความก้อง

2) จุด B คือ จุดสิ้นสุดสัญญาณแถบของค่าความก้อง

3) จุด C คือ จุดสิ้นสุดของการปิดฐานกรณ์

4) จุด D คือ จุดสิ้นสุดสัญญาณแถบของการพ่นลม

จากการแบ่งจุดของช่วงเวลาข้างต้น ช่วงของระยะเวลาระหว่างจุดจะบ่งบอก 3 ช่วงที่ใช้ในการศึกษาในงานวิจัยนี้ ได้แก่

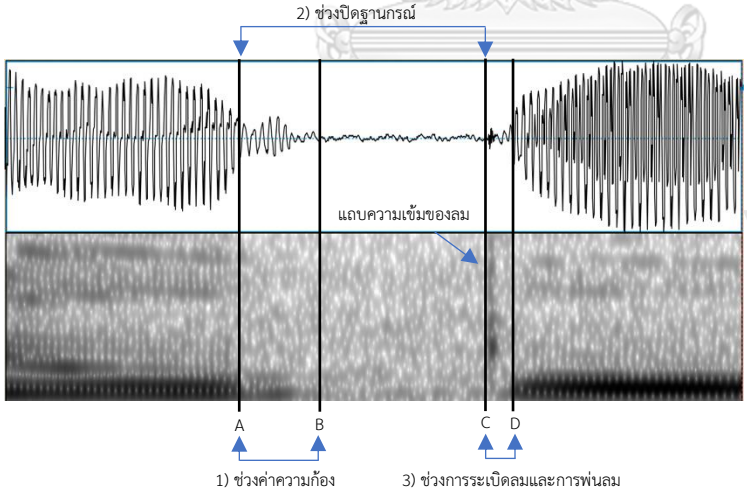
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1) ช่วงค่าความก้องของพยัญชนะกักระหว่างจุด A กับ จุด B

2) ช่วงปิดฐานกรณ์ของพยัญชนะกักระหว่างจุด A กับ จุด C

3) ช่วงการระเบิดลมและการพ่นลมของพยัญชนะกักระหว่างจุด C กับ จุด D

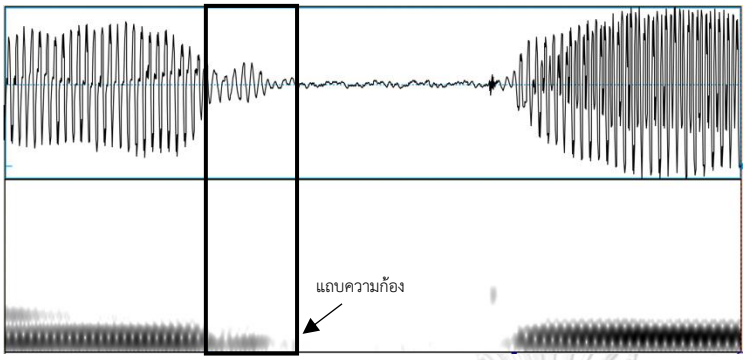
จากการแบ่งช่วงข้างต้น ในการระบุช่วงปิดฐานกรณ์ผู้วิจัยจะระบุจุดเริ่มของการปิดฐานกรณ์ตั้งแต่มีช่วงที่มีการปรากฏช่วงเงียบบนแผนภาพคลื่นเสียงไปถึงช่วงต้นของการระเบิดลมซึ่งถือว่าเป็นจุดสิ้นสุดของช่วงปิดฐานกรณ์ โดยสังเกตจากแถบความเข้มของการระเบิดลมที่ปรากฏบนแผนภาพคลื่นเสียงซึ่งจะพิจารณาประกอบกับรูปแบบคลื่นเสียง ในกรณีที่การระเบิดลมไม่ปรากฏจนถึงช่วงเริ่มต้นของสระซึ่งมักเกิดขึ้นในการออกเสียงพยัญชนะกักก้อง ผู้วิจัยใช้จุดเริ่มต้นของสระเป็นจุดสิ้นสุดของช่วงปิดฐานกรณ์ในพยัญชนะกักดังกล่าว ในส่วนของช่วงค่าความก้องภายในช่วงปิดฐานกรณ์จะระบุจุดเริ่มต้นตั้งแต่ช่วงที่มีการปรากฏแถบความก้อง (voice bar) จนถึงจุดสิ้นสุดสัญญาณแถบของความก้องบนแผนภาพคลื่นเสียงซึ่งจะพิจารณาประกอบกับการสั่นของคลื่นเสียงที่ปรากฏบนรูปแบบคลื่นเสียง ในขณะที่ช่วงการระเบิดลมและการพ่นลมจะระบุจุดเริ่มต้นตั้งแต่มีการปรากฏแถบความเข้มของการระเบิดลมหรือการพ่นลมจนไปถึงจุดสิ้นสุดของการพ่นลมหรือช่วงเริ่มต้นของสระที่ตามมา จากการแบ่งช่วงทั้ง 3 ช่วงปรากฏในภาพที่ 3.1 ดังนี้



ภาพที่ 3.1: แผนภาพคลื่นเสียงและรูปแบบคลื่นเสียงของพยัญชนะกัก /p/ ในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ (CV._V) คำว่า “ดูปู” โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ 1) ช่วงค่าความก้อง 2) ช่วงปิดฐานกรณ์ และ 3) ช่วงการระเบิดลมและการพ่นลม

นอกจากนี้ ในการพิจารณาช่วงค่าความก้องจะใช้วิธีการปรับค่าช่วงเสียงไดนามิก (dynamic range) และค่าการเน้นคลื่นความถี่ (pre-emphasis) ลงให้เหมาะสมกับเสียงบันทึกของผู้บอกภาษาแต่ละคนเนื่องจากสภาพแวดล้อมและอุปกรณ์สำหรับการบันทึกเสียงของผู้บอกภาษาแต่ละคนมีความแตกต่างกันจากการบันทึกเสียงออนไลน์ โดยการปรับค่าดังกล่าวส่งผลให้แผนภาพคลื่นเสียง

ปรากฏแถบความก้องที่สอดคล้องกับการสั่นของคลื่นเสียงที่ปรากฏบนรูปแบบคลื่นเสียง ดังปรากฏในภาพที่ 3.2

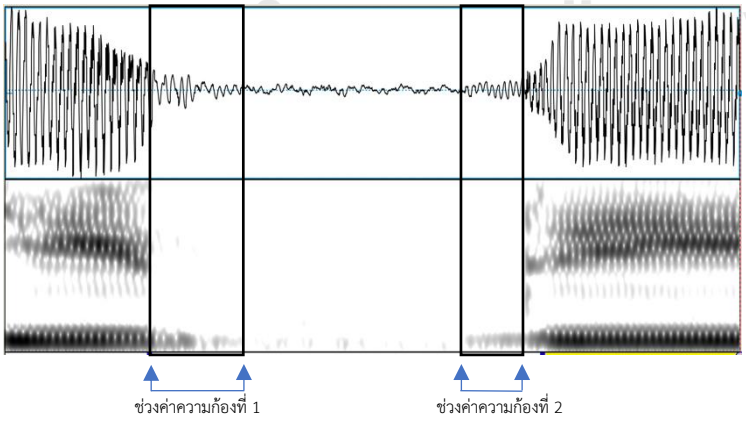


ภาพที่ 3.2: แผนภาพคลื่นเสียงและรูปแบบคลื่นเสียงของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม /p/ ในสัทบริบทระหว่างสระ (CV._V) คำว่า “ดูปู” ที่มีการปรับค่าช่วงเสียงไดนามิกและค่าการเน้นคลื่นความถี่

3.5.2 การวัดค่าทางกลสัทศาสตร์

3.5.2.1 อัตราความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์

ในการคำนวณหาความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์ ผู้วิจัยจะใช้สูตรคำนวณอัตราความก้อง หรือ $\%\text{voice} = 100 \text{ x} \frac{\text{B-A}}{\text{C-A}}$ (Deterding & Nolan, 2007) ตามสูตรดังกล่าวจะใช้ค่าระยะเวลาของช่วงค่าความก้อง (จุด A - จุด B) หารด้วยค่าระยะเวลาของช่วงปิดฐานกรณ์ (จุด A - จุด C) เพื่อหาค่าร้อยละซึ่งแสดงถึงระดับความก้องในการออกเสียงพยัญชนะกักช่วงปิดฐานกรณ์ ในกรณีที่ปรากฏสัญญาณแถบความก้องหลายช่วงในช่วงปิดฐานกรณ์ ซึ่งมักพบในสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ (CVC._V) ดังปรากฏในภาพที่ 3.3 ผู้วิจัยจะนำค่าระยะเวลาของช่วงค่าความก้องทั้งหมดมาบวกกันก่อนนำไปไปคำนวณตามสูตรเดิม

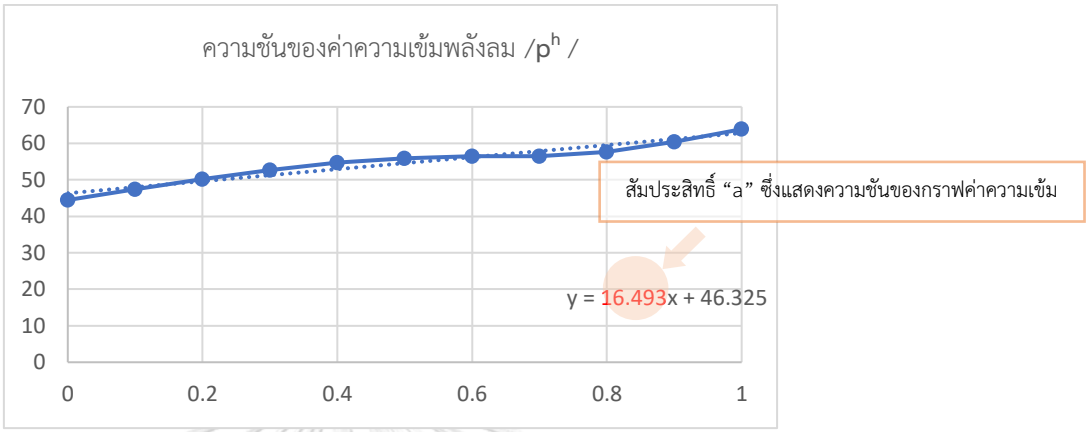


ภาพที่ 3.3: แผนภาพคลื่นเสียงและรูปแบบคลื่นเสียงของพยัญชนะกัก /d/ ในสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ (CVC._V) คำว่า “คิดดี”ที่มีการปรับค่าช่วงเสียงไดนามิกและค่าการเน้นคลื่นความถี่

3.5.2.2 ความชันของค่าความเข้มพลังลมที่จุดเปิดฐานกรณ์

ในการหาความชันของค่าความเข้มพลังลม วัดค่าความเข้ม ณ จุดทุกร้อยละ 10 ของค่าระยะเวลาแบบปรับค่า (normalized duration) ในช่วงการระเบิดลมและการพ่นลม

(จุด C – จุด D) แล้วนำค่าที่วัดได้มาสร้างเส้นแนวโน้มจากสมการเส้นตรงซึ่งมีรูปสมการคือ y = ax+b หลังจากนั้นนำค่าสัมประสิทธิ์ a ซึ่งแสดงความชันของกราฟเป็นค่าแสดงระดับของพลังลมที่จุดเปิดฐานกรณ์ ดังในภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4: กราฟค่าความเข้มพลังลม ณ จุดทุกร้อยละ 10 ของค่าระยะเวลาแบบปรับค่าในช่วงระเบิดลมและการพ่นลมของพยัญชนะกัก /pʰ/ ในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ (CV._V) คำว่า “ลาพี่”

3.5.3 การศึกษาปฏิสัมพันธ์ของค่าทางกลสัทศาสตร์กับนัยยะของการแพร่ละอองลอย

การศึกษาในครั้งนี้จะศึกษาเฉพาะค่าทางกลสัทศาสตร์ ได้แก่ ระดับความก้อง และความชันของค่าความเข้มพลังลมซึ่งเชื่อมโยงกับการผลิตและการนำพาของการแพร่ละอองลอยจากการศึกษาในอดีต โดยระดับความก้องจะบ่งบอกถึงจำนวนของละอองลอย ในขณะที่ความชันของค่าความเข้มพลังลมจะบ่งบอกถึงการนำพาละอองลอยสู่บรรยากาศ

ในศึกษาการปฏิสัมพันธ์ของระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลมกับนัยยะของการแพร่ละอองลอย ผู้วิจัยจะใช้การไล่ระดับแนวโน้มอัตราการแพร่ของละอองลอย โดยจะนำข้อมูลการวิเคราะห์ของค่ากลสัทศาสตร์ทั้งสองค่าในการศึกษาครั้งนี้มาพล็อตความสัมพันธ์ในแผนภาพกระจายเพื่อชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มของการแพร่ละอองลอย ซึ่งผลการปฏิสัมพันธ์ของระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลมในการศึกษาครั้งนี้จะเป็นการอนุมานจากการไล่ลำดับปฏิสัมพันธ์ของค่าทางกลสัทศาสตร์ทั้งสองค่าเปรียบเทียบกับอัตราการแพร่ละอองลอยในอดีตเพื่อชี้ให้เห็นแนวโน้มอัตราการแพร่ของละอองลอยที่อาจเกิดขึ้นในขณะออกเสียงพยัญชนะกักภาษาไทยเพียงเท่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.6 การนำเสนอผลและการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

ในการนำเสนอผลของการศึกษา ผู้วิจัยนำผลวิเคราะห์ค่าทางกลสัทศาสตร์ คือ (1) ระดับความก้องและ (2) ความชันของค่าความเข้มพลังลม โดยจะบรรยายผลที่ได้จากการวิเคราะห์ตีความหารูปแบบรวมถึงรายละเอียด และสนับสนุนผลการศึกษาด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความต่างที่ประกอบด้วยกลุ่ม 3 ตัวอย่างด้วยการทดสอบครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis Test) ในขณะที่การทดสอบวิลคอกซัน-แมนน์-วิทนีย์ (Wilcoxon-Mann-Whitney Test) จะใช้หาความต่างที่มีกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ซึ่งค่าสถิติทั้งสองจะกำหนดความต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ *P*-value < 0.05 โดยการใช้ค่าสถิติดังกล่าวในการศึกษาครั้งนี้เนื่องจากข้อมูลการวิเคราะห์มีการแจกแจงข้อมูลแบบไม่ปกติ ค่าสถิตินันพาราเมตริก (nonparametric statistics) จึงเหมาะสมสำหรับสนับสนุนการศึกษาครั้งนี้มากที่สุด

เมื่อได้ข้อสรุปผลเชิงปริมาณแล้วจะตีความผลการศึกษาด้วยแนวคิดทฤษฎีทางภาษาศาสตร์และแสดงข้อมูลด้วยตาราง แผนภูมิต่าง และแผนภาพกระจายเพื่อเสนอการแปรสัทลักษณะของพยัญชนะกักแต่ละประเภทที่มีสัทบริบทและฐานกรณ์แตกต่างกัน และอภิปรายความสัมพันธ์ของการแปรสัทลักษณะของพยัญชนะกักที่มีความเกี่ยวของกับแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4
ระดับความก้องของพยัญชนะกักภาษาไทย
ในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระและสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ

การศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักภาษาไทยได้แสดงให้เห็นถึงลักษณะเฉพาะของค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้อง (Abramson & Whalen, 2017; Lisker & Abramson, 1964; ตามใจ อวิรุทธิโยธิน, 2554) รวมถึงได้พิสูจน์ทราบปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการแปรของค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้อง เช่น ตำแหน่งฐานกรณ์ ความเร็วในการออกเสียง สระที่ตามมา และเพศของผู้บอกภาษา (Du & Zhang, 2020; Kessinger & Blumstein, 1997; Parker, 1974) Deterding and Nolan (2007) โดยพบว่า การแปรของความก้องสามารถปรากฏในช่วงปิดฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องเนื่องมาจากอิทธิพลของสระ และการแปรระดับความก้องขึ้นอยู่กับสัทลักษณะของแต่ละภาษา การแปรระดับความก้องไม่ได้เป็นที่น่าสนใจในการศึกษาทางภาษาศาสตร์เท่านั้น การศึกษาด้านการระบาดวิทยายังค้นพบว่า ความก้องเป็นหนึ่งในกลไกที่ส่งผลต่อการผลิตละอองลอยในขณะพูดเนื่องจากการกระทบของเส้นเสียงที่ปกคลุมด้วยเมือก (Asadi et al., 2020; Morawska et al., 2009; Wei & Li, 2016)

การศึกษาการแปรของความก้องจึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจและควรได้รับการวิเคราะห์อย่างลึกซึ้งในภาษาต่าง ๆ ในบทนี้จะนำเสนอผลการศึกษาระดับความก้องของพยัญชนะกักภาษาไทยในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระและสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ โดยออกแบบระเบียบวิจัยเพื่อศึกษาอิทธิพลของสัทสมบัติและสัทบริบทที่ส่งผลต่อระดับความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์ เพื่อวิเคราะห์ว่าพยัญชนะกักแต่ละประเภทที่มีตำแหน่งฐานกรณ์และสัทบริบทที่แตกต่างกันจะมีระดับความก้องแตกต่างกันอย่างไร และเมื่อเชื่อมโยงกับการแพร่ละอองลอยขณะพูดโดยการไล่ระดับแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยจากระดับความก้องของพยัญชนะกักแต่ละประเภทมีตำแหน่งฐานกรณ์และสัทบริบทที่แตกต่างกันจะมีการเรียงลำดับในรูปแบบใด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

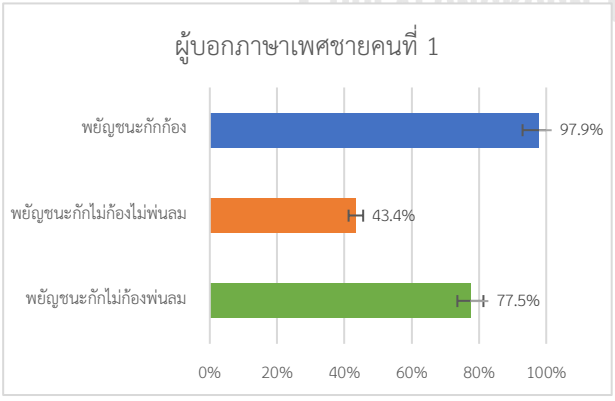
4.1 ระดับความก้องของพยัญชนะกักในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ

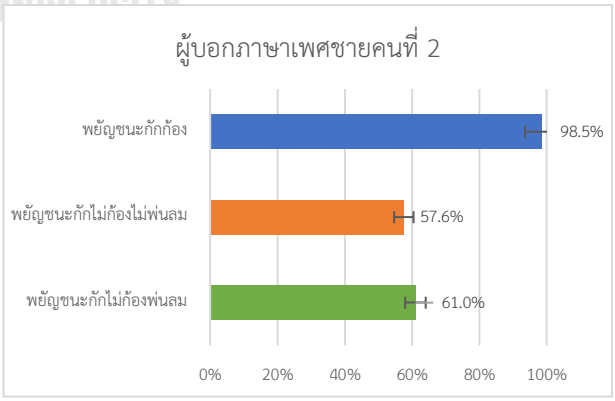
จากการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้บอกภาษาในการออกเสียงพยัญชนะกักแต่ละประเภท เปรียบเทียบกับข้อค้นพบของสัทสมบัติของพยัญชนะกักภาษาไทยในอดีต พบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องที่ไม่ปรากฏค่าความก้องมีระดับความก้องเพิ่มขึ้นในช่วงปิดฐานกรณ์ ซึ่งการแปรระดับความก้องดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Deterding and Nolan (2007) ที่พยัญชนะกักไม่ก้องเมื่ออยู่ในแวดล้อมที่มีเสียงก้องจะสามารถมีความก้องเพิ่มขึ้น

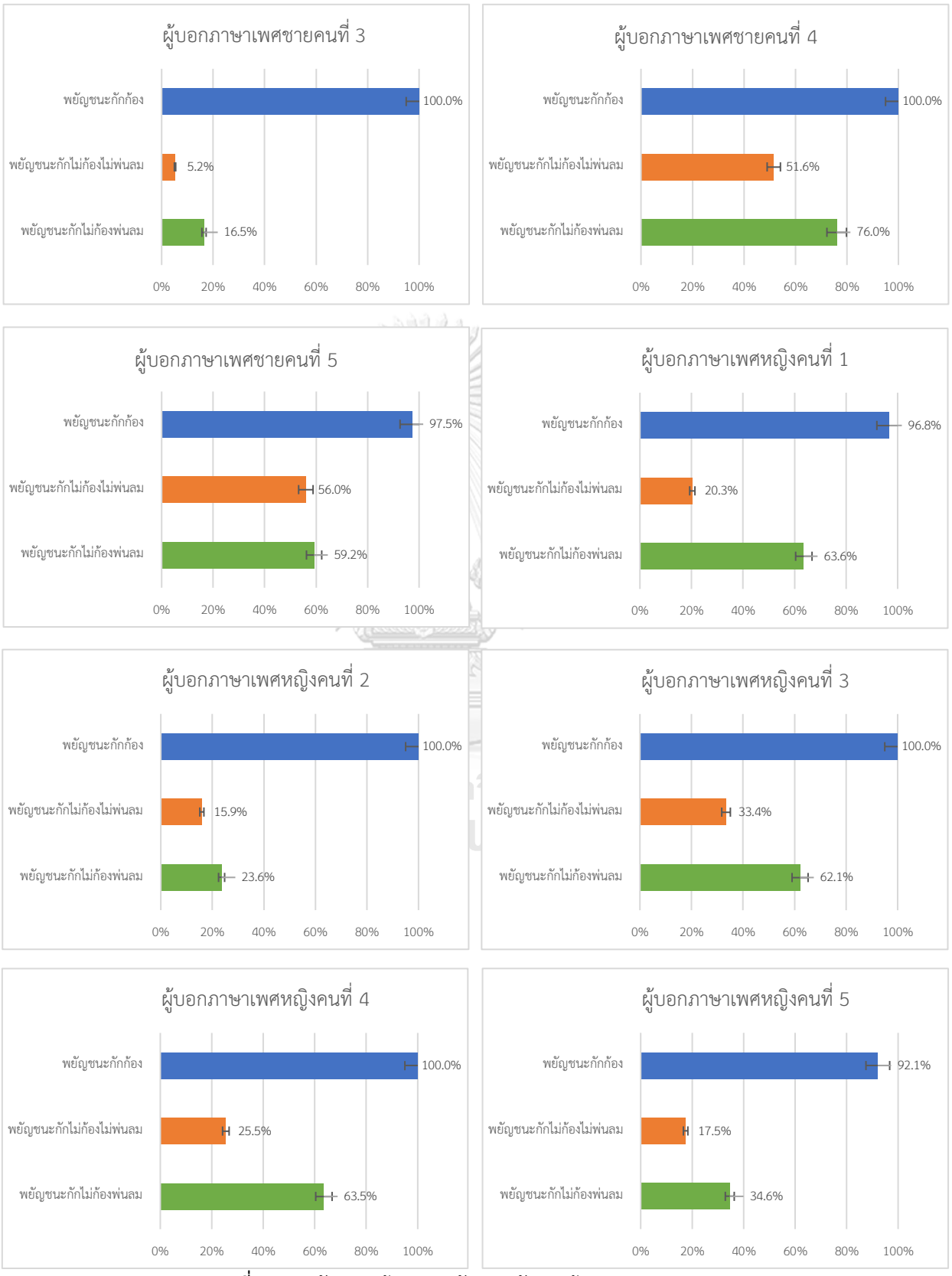
เมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์การแปรระดับของพยัญชนะกักก้องและกักไม่ก้องในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระพบว่า พยัญชนะกักก้องมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 98.3 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.7) มีค่าพิสัย 22.7 พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 32.6 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 24.6) มีค่าพิสัย 92.5 และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 53.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 29.4) มีค่าพิสัย 100

ในส่วนรายละเอียดการแปรระดับความก้องของแต่ละคนพบว่า พยัญชนะกักก้องมีระดับความก้องตั้งแต่ร้อยละ 92.1 ถึงร้อยละ 100 พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีระดับความก้องตั้งแต่ร้อยละ 5.2 ถึงร้อยละ 57.6 และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีระดับความก้องตั้งแต่ร้อยละ 16.5 ถึงร้อยละ 77.5 ซึ่งเมื่อนำมาเรียงลำดับตามประเภทของพยัญชนะกักปรากฏว่า พยัญชนะกักก้องมีระดับความก้องมาที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีระดับความก้องน้อยที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

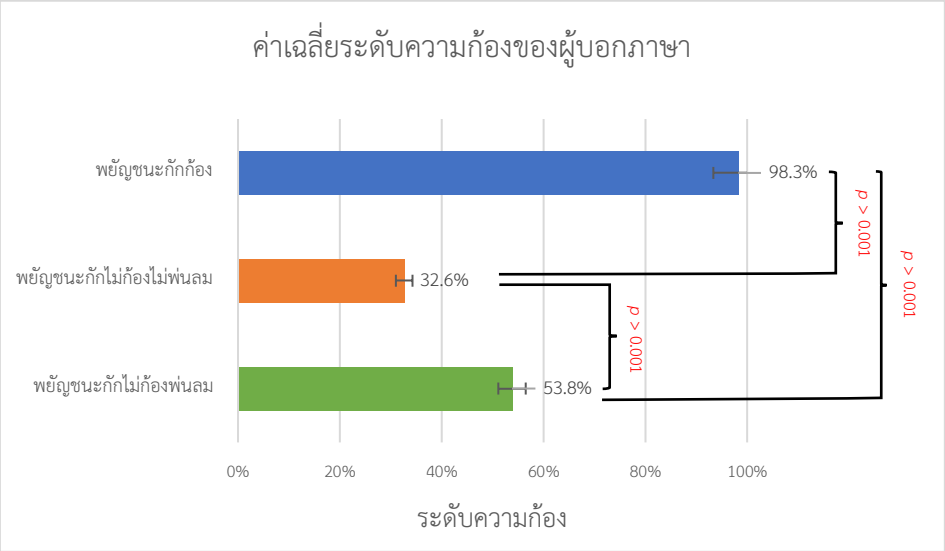






ภาพที่ 4.1: ระดับความก้องของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษาแต่ละคน

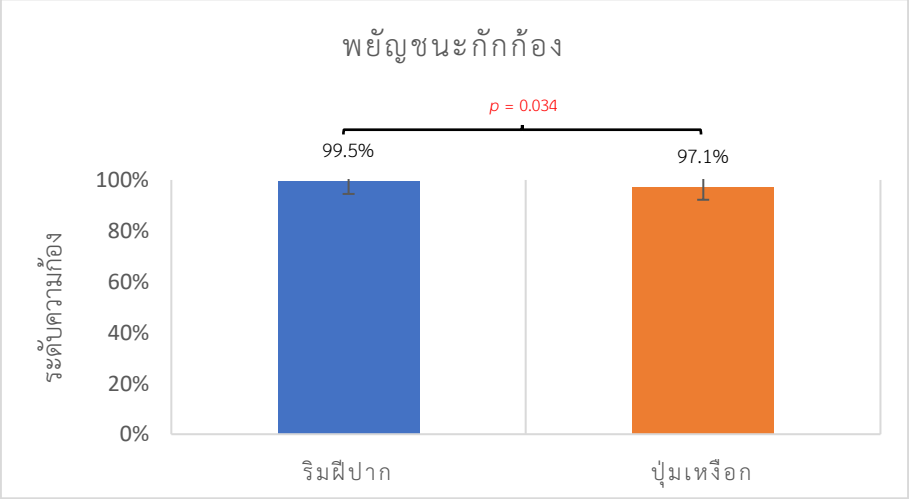
จากภาพที่ 4.1 แสดงระดับความก้องผู้บอกภาษาแต่ละคนในการออกเสียงพยัญชนะกักแต่ละประเภทในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ เห็นได้ว่า ผู้บอกภาษาแต่ละคนมีระดับความก้องไปในทิศทางเดียวกันโดยส่วนใหญ่ แม้ว่าจะมีการแปรค่าที่แท้จริงต่างกัน แต่รูปแบบโดยรวมสอดคล้องกันจึงนำผลของผู้บอกภาษาทั้งหมดมาเฉลี่ยรวมและนำเสนอในภาพที่ 4.2 สรุปได้ว่า พยัญชนะกักก้องมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 98.3 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.7) มีค่าพิสัย 22.7 รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 53.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 29.4) มีค่าพิสัย 100 และน้อยที่สุดคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 32.6 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 24.6) มีค่าพิสัย 92.5 ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวมีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ χ^2 (2) = 133.199, $P < 0.001$



ภาพที่ 4.2: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษา

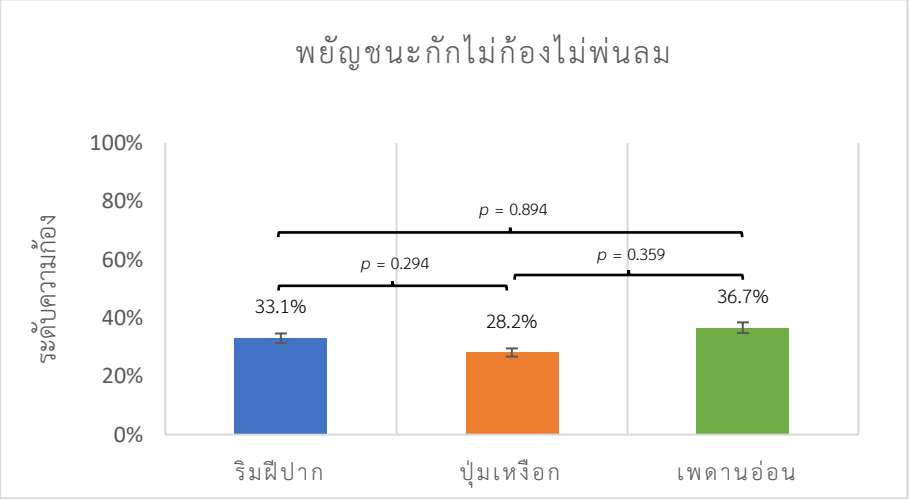
ในส่วนผลวิเคราะห์เปรียบเทียบการแปรระดับความก้องตามตำแหน่งฐานกรณ์ของพยัญชนะกักพบว่า ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานเนื่องจากระดับความก้องของแต่ละตำแหน่งฐานกรณ์มีการแปรแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทของพยัญชนะกัก โดยสมมติฐานจากการศึกษาในอดีตชี้ให้เห็นว่าตำแหน่งฐานกรณ์เพดานอ่อนจะมีค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องมากกว่าตำแหน่งฐานกรณ์อื่น (Cho & Ladefoged, 1999; Lisker & Abramson, 1964) ซึ่งรายละเอียดของการแปรระดับความก้องของตำแหน่งฐานกรณ์ในการศึกษาครั้งนี้จะนำเสนอไปทีละประเภทของพยัญชนะกักดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์ในการออกเสียงพยัญชนะกักก้อง พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับความก้องของผู้บอกภาษามีความแตกต่างระหว่างฐานกรณ์ คือ ฐานกรณ์ริมฝีปากมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากกว่าฐานกรณ์ปุ่มเหงือก โดยพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 99.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.9) มีค่าพิสัย 100 และพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 97.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.1) มีค่าพิสัย 22.7 จากค่าเฉลี่ยระดับความก้องดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยระดับความก้องมีความแตกต่างระหว่างฐานกรณ์ และมีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฐานกรณ์ z = -2.118, P < 0.034 ดังปรากฏในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักก้องของของผู้บอกภาษา

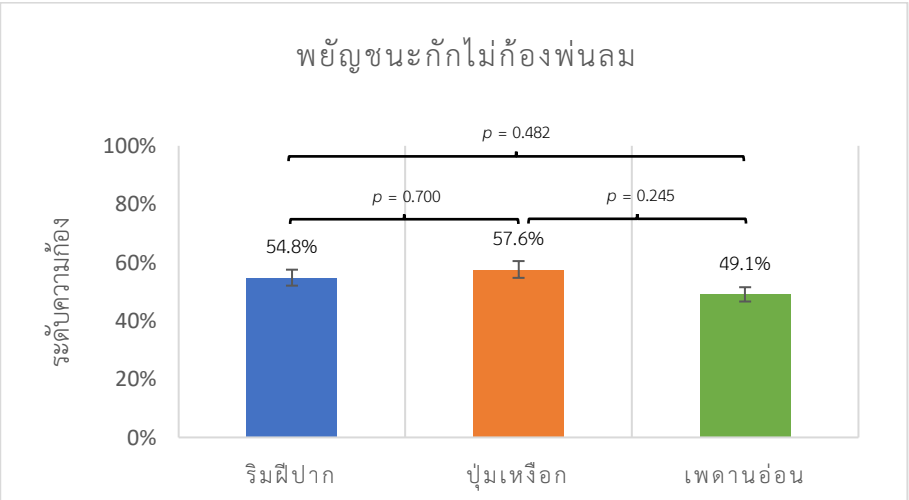
ผลการศึกษาระดับความก้องของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมพบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 36.7 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 29.1) มีค่าพิสัย 92.5 และรองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากโดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 33.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 22.4) มีค่าพิสัย 84.6 และน้อยที่สุดคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือก โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 28.2 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 21.7) มีค่าพิสัย 81.5 แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความก้องดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฐานกรณ์ χ^2 (2) = 1.298, P = 0.532 ดังปรากฏในภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมของผู้บอกภาษา

ผลการศึกษาระดับความก้องของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมพบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกมีระดับความก้องมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 57.6 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 32.4) มีค่าพิสัย 100 รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปาก โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 54.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 31.0) มีค่าพิสัย 94.2 และน้อยที่สุดคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อน โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 49.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 24.6) มีค่าพิสัย 100 แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความก้องดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฐานกรณ์ χ^2 (2) = 1.333, P = 0.513 ดังปรากฏในภาพที่ 4.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



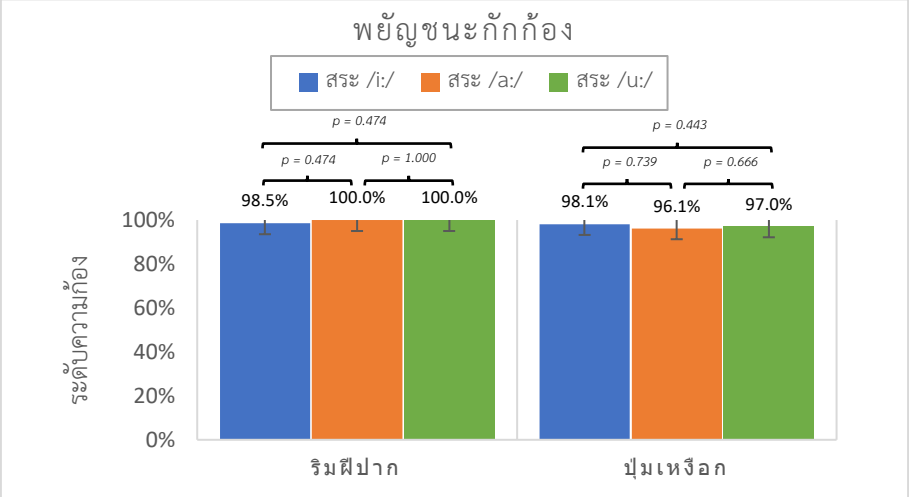
ภาพที่ 4.5: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมของผู้บอกภาษา

นอกจากตำแหน่งฐานกรณ์ในแต่ละประเภทของพยัญชนะกัก การศึกษาในอดีตชี้ให้เห็นถึงอิทธิพลของสระที่ส่งผลต่อค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องที่แตกต่างกันคือสระสูงจะมีค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องมากกว่าสระต่ำ (Du & Zhang, 2020; Wrembel, 2011) เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ระดับความก้องในแต่ละสระ ส่วนใหญ่พบว่ามีความสอดคล้องกับการศึกษาในอดีต กล่าวคือสระ /i:/ และ /u:/ มีระดับความก้องมากกว่าสระ /a:/ ซึ่งจะนำเสนอรายละเอียดของการแปรระดับความก้องของสระจะแบ่งตามประเภทของพยัญชนะกัก ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ระดับความก้องของสระในการออกเสียงพยัญชนะกักก้องพบความแตกต่างดังปรากฏในภาพที่ 4.5 โดยพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /a:/ โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 100 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0) และพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /u:/ โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 100 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0) ทั้งสองสระมีระดับความก้องมากที่สุด ส่วนพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 98.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.2) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความก้องดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 4.138, P = 0.126

พยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 98.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.1) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /u:/ โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 97.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.8) และพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 96.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.4) ตามลำดับ แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความก้องดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 0.589, P = 0.745

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 4.6: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละสระของพยัญชนะกักก้องของผู้บอกภาษา

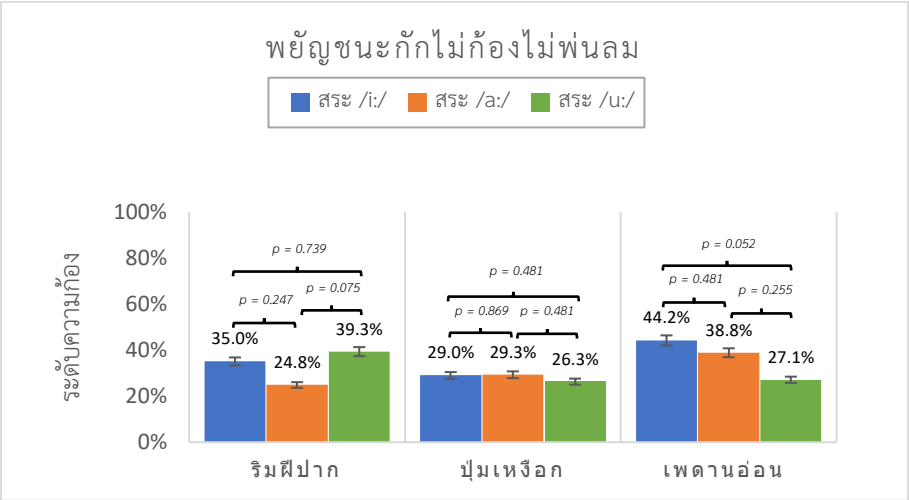
จากระดับความก้องของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมตามแต่ละบริบทสระดังที่ปรากฏในภาพที่ 4.7 พบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 39.3 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 20.3) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /i:/ โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 35.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 18.3) และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 24.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 27.3) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความก้องดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 3.306, P = 0.191

พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากที่สุด โดยค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 29.3 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 17.3) รองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /i:/ โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 29.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 23.0) และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 26.3 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 26.2) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความก้องดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 0.790, P = 0.674

พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 44.2 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 29.0) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /a:/ โดยมีค่าเฉลี่ย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ระดับความก้องร้อยละ 38.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 31.0) และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม ฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 27.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 27.5) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความก้องดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 3.934, P = 0.140



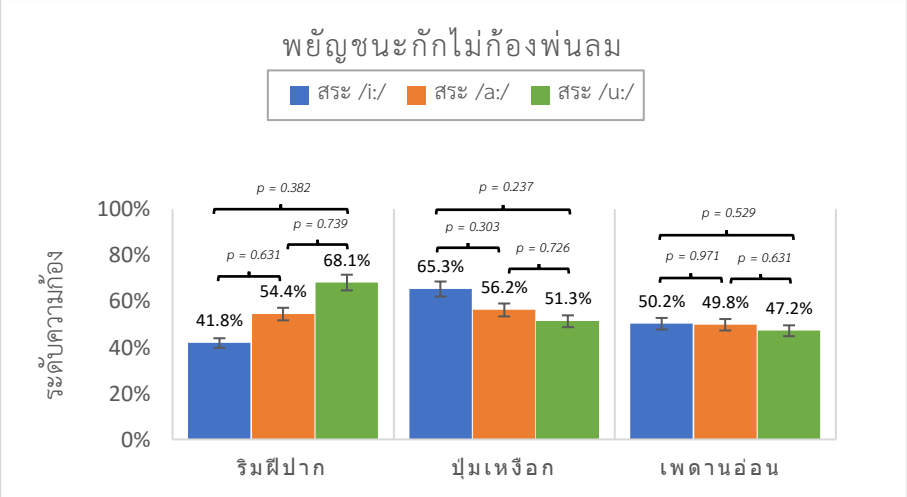
ภาพที่ 4.7: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมของผู้บอกภาษา

ในส่วนของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมตามแต่ละบริบทสระดังปรากฏในภาพที่ 4.8 พบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 68.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 31.5) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /a:/ โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 54.4 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 27.3) และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 41.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 31.1) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความก้องดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 0.845, P = 0.656

พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 65.3 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 33.5) รองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกสระ /a:/ โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 56.2 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละ 32.7) และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 51.3

(ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 32.9) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความก้องดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 1.849, P = 0.397

พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 50.2 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 18.1) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /a:/ โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 49.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 31.4) และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 47.2 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 25.2) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความก้องดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 0.506, P = 0.777



ภาพที่ 4.8: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมของผู้บอกภาษา

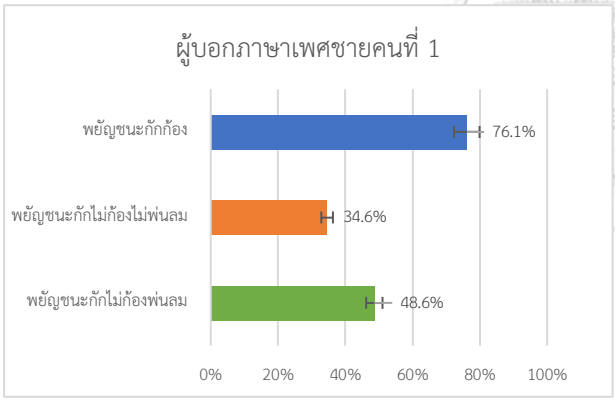
CHULALONGKORN UNIVERSITY

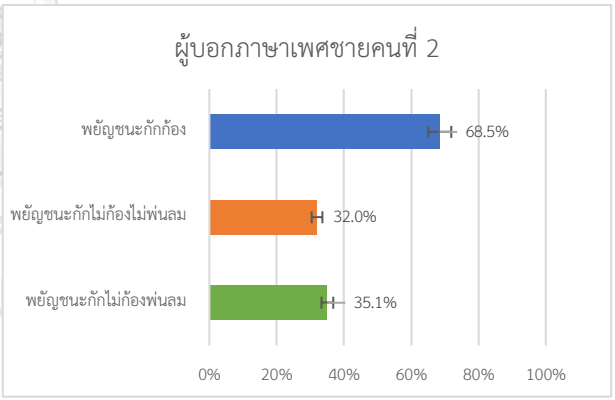
4.2 ระดับความก้องของพยัญชนะกักในสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ

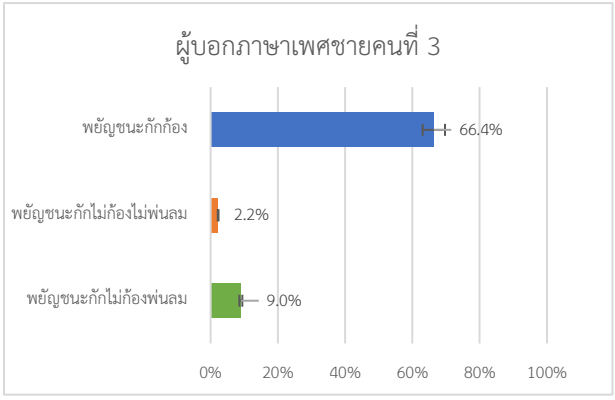
จากการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้บอกภาษาในการออกเสียงพยัญชนะกักแต่ละประเภทเปรียบเทียบกับข้อค้นพบของสัทสมบัติของพยัญชนะกักภาษาไทยในอดีต พบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องในสัทบริบทตำแหน่งนำหน้ามีระดับความก้องเพิ่งขึ้นในช่วงปิดฐานกรณ์ แต่ความไม่ต่อเนื่องของความก้องจากอิทธิพลสระในสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระจึงส่งผลให้ระดับความก้องเพิ่มขึ้นได้น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่พยัญชนะกักก้องจะสูญความก้องเมื่ออยู่ในแวดล้อมที่ไม่ก้อง (Abdelli-Beruh, 2004)

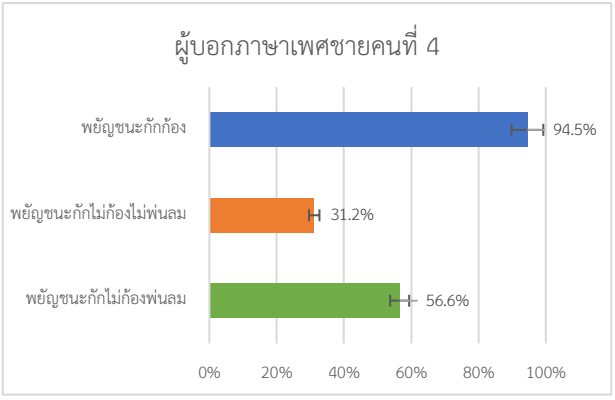
เมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์การแปรระดับของพยัญชนะกักก้องและกักไม่ก้องในสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระพบว่า พยัญชนะกักก้องมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 74.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 23.7) มีค่าพิสัย 83.7 พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 27.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 22.5) มีค่าพิสัย 85.2 และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 53.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 29.4) มีค่าพิสัย 100

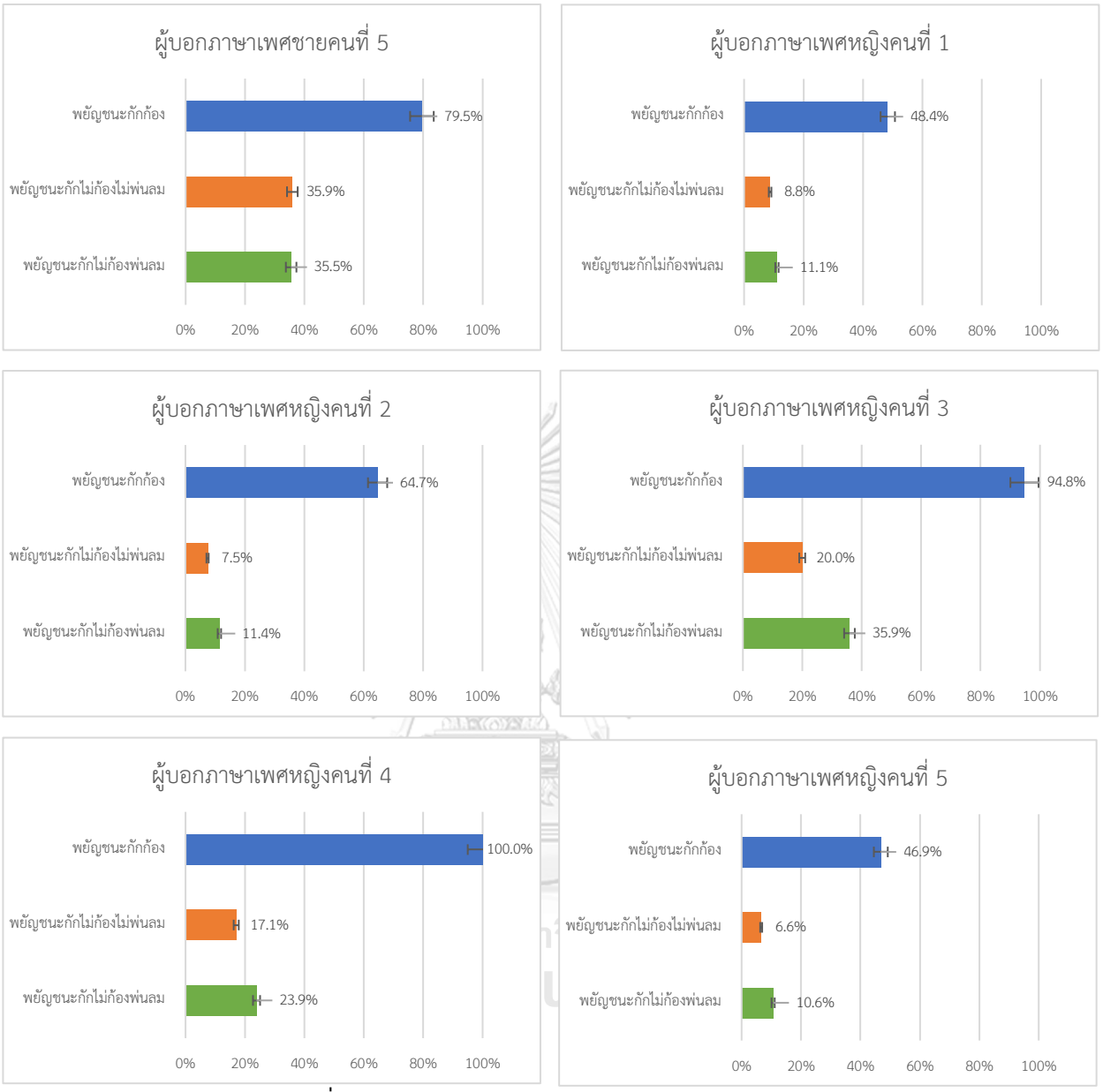
ในส่วนรายละเอียดการแปรระดับความก้องของแต่ละคนพบว่า พยัญชนะกักก้องมีระดับความก้องตั้งแต่ร้อยละ 46.9 ถึงร้อยละ 100.0 พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีระดับความก้องตั้งแต่ร้อยละ 2.2 ถึงร้อยละ 34.6 และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีระดับความก้องตั้งแต่ร้อยละ 9.0 ถึงร้อยละ 56.6 ซึ่งเมื่อนำมาเรียงลำดับตามประเภทของพยัญชนะกักปรากฏว่าพยัญชนะกักก้องมีระดับความก้องมากที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีระดับความก้องน้อยที่สุด ยกเว้นผู้บอกภาษาเพศชายคนที่ 5 ซึ่งระดับความก้องของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีมากกว่าระดับความก้องของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม







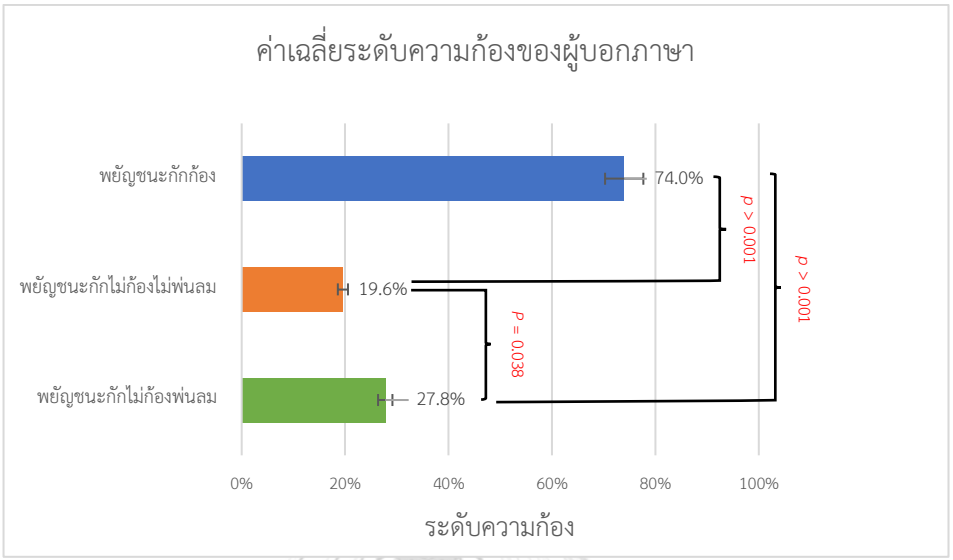




ภาพที่ 4.9: ระดับความก้องของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษา

จากภาพที่ 4.9 ที่แสดงระดับความก้องผู้บอกภาษาแต่ละคนที่ออกเสียงพยัญชนะกักแต่ละประเภท เห็นได้ว่า ผู้บอกภาษาแต่ละคนมีระดับความก้องไปในส่วนใหญ่ไปในทิศทางเดียวกัน แม้ว่าจะมีการแปรต่างกันแต่รูปแบบโดยรวมสอดคล้องกัน จึงนำผลของผู้บอกภาษาทั้งหมดมาเฉลี่ยรวมและนำเสนอในภาพที่ 4.10 สรุปได้ว่า พยัญชนะกักก้องมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 74.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 23.7) มีค่าพิสัย 83.7 รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 27.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 22.5)

มีค่าพิสัย 85.2 และน้อยที่สุดคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 19.6 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.7) มีค่าพิสัย 59.5 ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวมีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ χ^2 (2) = 106.047, $P < 0.001$

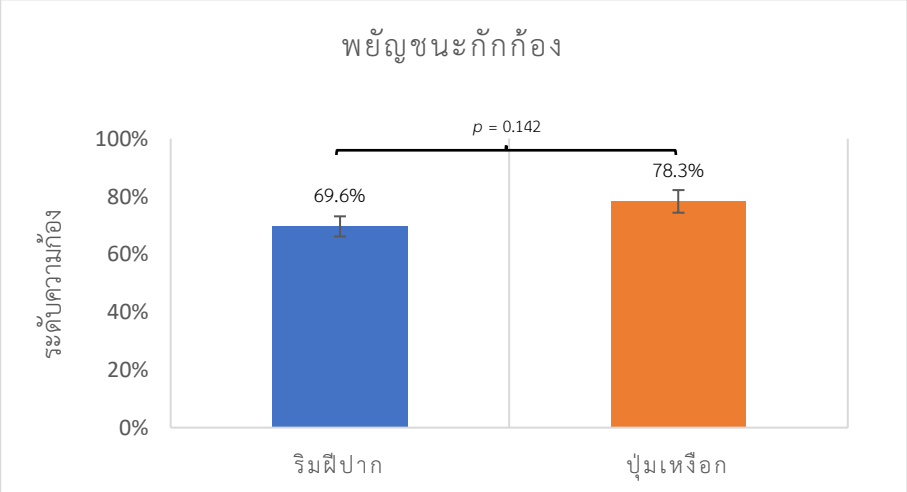


ภาพที่ 4.10: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษา

ในส่วนผลวิเคราะห์เปรียบเทียบการแปรระดับความก้องตามตำแหน่งฐานกรณ์ของพยัญชนะกักพบว่าการจัดเรียงตามตำแหน่งฐานกรณ์ไม่สอดคล้องกับสมมติเช่นเดียวกับสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ เนื่องจากการแปรระดับความก้องของแต่ละตำแหน่งฐานกรณ์ต่างกันไปในแต่ละประเภทของพยัญชนะกัก ซึ่งรายละเอียดของการแปรระดับความก้องของตำแหน่งฐานกรณ์จะนำเสนอในแต่ละประเภทของพยัญชนะกักดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์ในการออกเสียงพยัญชนะกักก้อง พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับความก้องของผู้บอกภาษามีความแตกต่างระหว่างฐานกรณ์ คือ ฐานกรณ์ปุ่มเหงือกมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากกว่าฐานกรณ์ริมฝีปาก โดยพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 69.6 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 23.6) มีค่าพิสัย 83.7 และพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 78.3 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 23.5) มีค่าพิสัย 68.6 จากค่าเฉลี่ยระดับความก้องดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า แม้ค่าเฉลี่ยระดับความก้องมีความแตกต่างระหว่างฐานกรณ์ $z = -1.468$, $p = 0.142$ แต่ไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฐานกรณ์ ดังปรากฏในภาพที่ 4.11

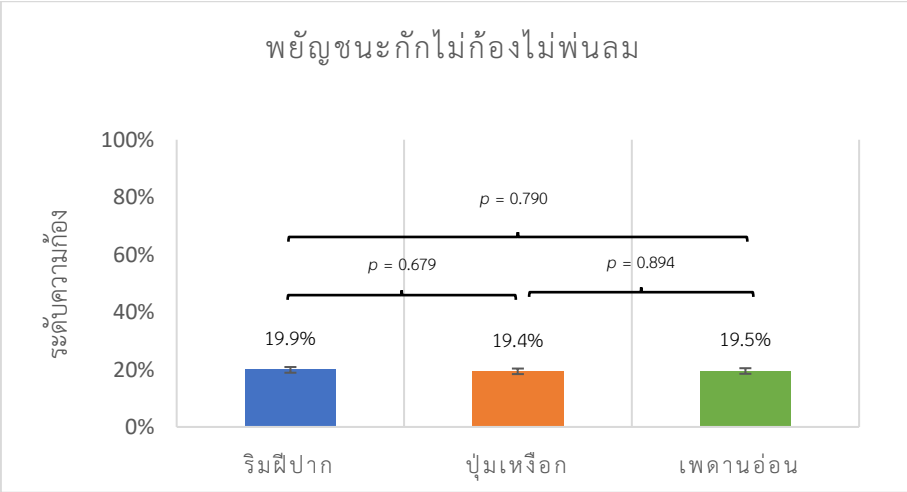
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.11: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักก้องของผู้บอกภาษา

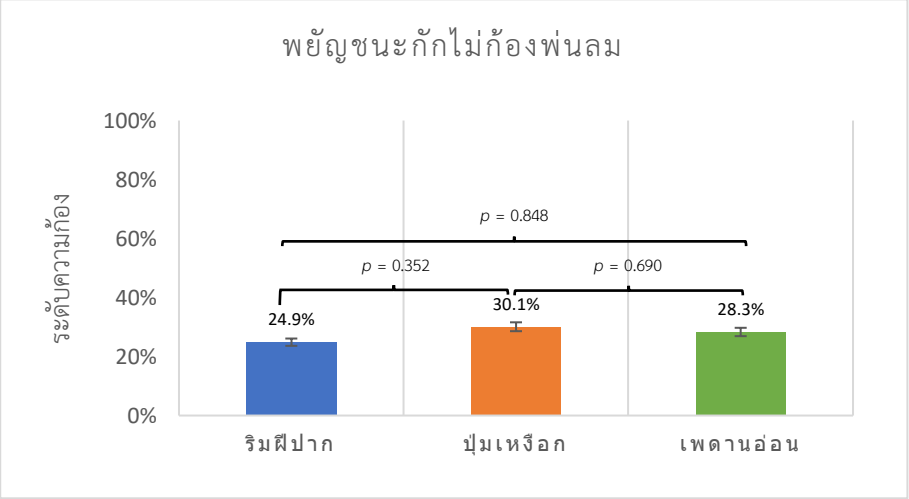
ในส่วนของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมพบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากมีระดับความก้องมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 19.9 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 13.1) มีค่าพิสัย 49.4 รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อน โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 19.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15.9) มีค่าพิสัย 50.0 และน้อยที่สุดคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือก โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 19.4 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15.4) มีค่าพิสัย 59.5 แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความก้องดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฐานกรณ์ χ^2 (2) = 0.157, $P < 0.925$ ดังปรากฏในภาพที่ 4.12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.12: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมของผู้บอกภาษา

ในส่วนของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมพบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกมีระดับความก้องมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 30.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 22.5) มีค่าพิสัย 77.9 รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อน โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 28.3 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 24.9) มีค่าพิสัย 80.8 และน้อยที่สุดคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปาก โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 24.9 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 20.4) มีค่าพิสัย 83.3 แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความก้องดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฐานกรณ์ χ^2 (2) = 0.687, $P < 0.709$ ดังปรากฏในภาพที่ 4.13



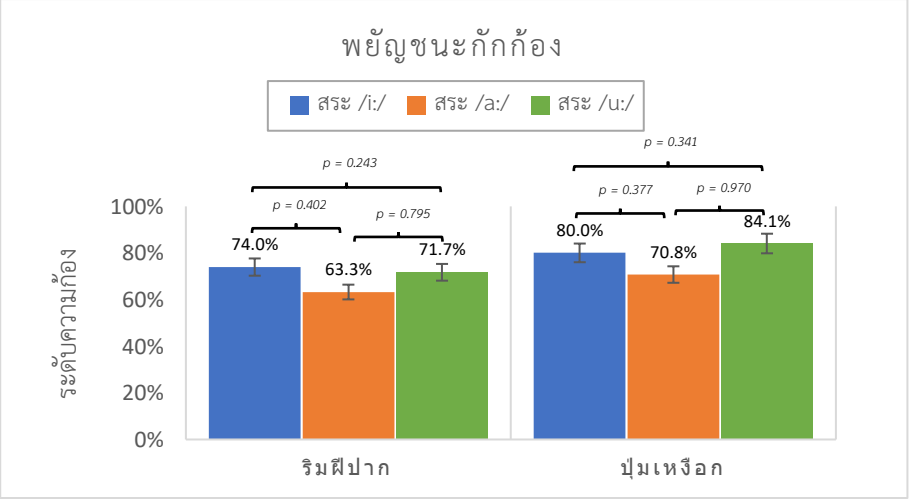
ภาพที่ 4.13: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมของผู้บอกภาษา

นอกจากตำแหน่งฐานกรณ์ในแต่ละประเภทของพยัญชนะกัก เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ระดับความก้องในแต่ละสระ ส่วนใหญ่พบว่ามีความสอดคล้องกับอิทธิพลความสูง-ต่ำของสระที่พบในการศึกษาในอดีต จากการวิเคราะห์ในสัทบริบทนำหน้าสระ พบว่า สระ /i:/ และ /u:/ มีระดับความก้องมากกว่าสระ /a:/ ซึ่งจะนำเสนอรายละเอียดของการแปรระดับความก้องของสระแบ่งตามประเภทของพยัญชนะกัก ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ระดับความก้องของสระในการออกเสียงพยัญชนะกักก้องพบความแตกต่างดังปรากฏในภาพที่ 4.14 โดยพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 74.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 18.8) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /u:/ โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 71.7 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 22.6) และพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 63.3

(ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 29.3) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความก้องดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 1.577, P = 0.455

พยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 84.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15.4) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /i:/ โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 80.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 22.7) และพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 70.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 30.4) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความก้องดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 1.244, P = 0.537

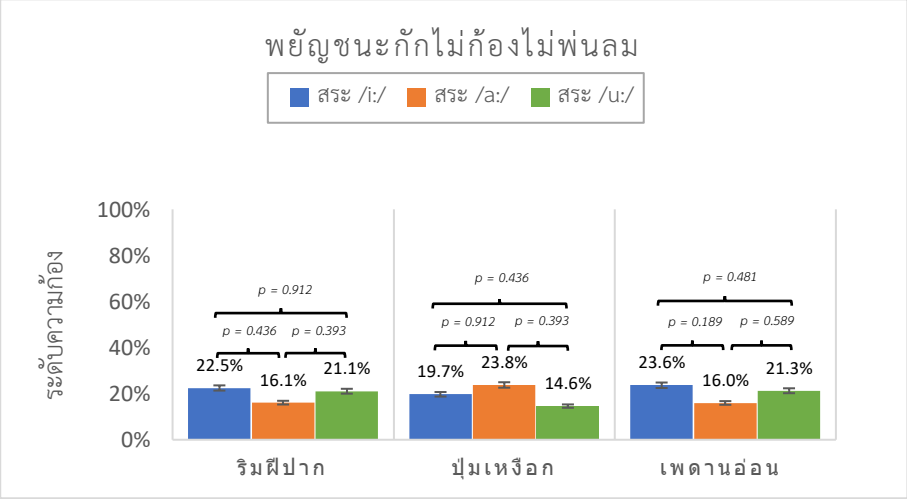


ภาพที่ 4.14: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละสระของพยัญชนะกักก้องของผู้บอกภาษา

ในส่วนผลการวิเคราะห์ของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมตามแต่ละสระดังปรากฏในภาพที่ 4.15 พบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 22.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.6) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /u:/ โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 21.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 13.5) และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 16.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 11.6) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความก้องดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 1.030, P = 0.598

พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 23.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 20.6) รองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /i:/ โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 27.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 20.2) และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 14.6 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10.8) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความก้องดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 1.040, P = 0.595

พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 23.6 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.8) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /u:/ โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 18.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15.8) และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 16.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 17.7) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความก้องดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 1.863, P = 0.394



ภาพที่ 4.15: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมของผู้บอกภาษา

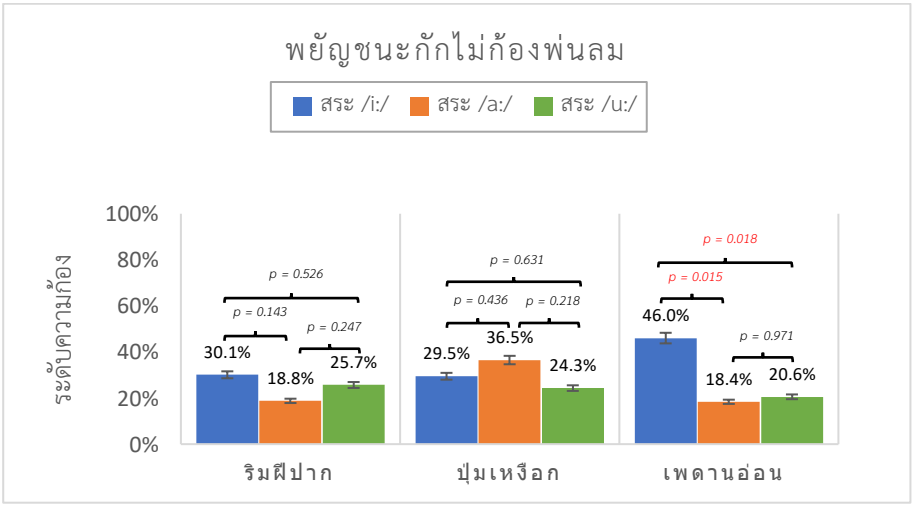
ในส่วนผลการวิเคราะห์ของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมตามแต่ละสระดังปรากฏในภาพที่ 4.16 พบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 30.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 22.3) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /u:/ โดยมีค่าเฉลี่ยระดับ

ความก้องร้อยละ 25.7 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 20.2) และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 18.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 18.9) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความก้องดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 2.821, P = 0.244

พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 36.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 23.3) รองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /i:/ โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 29.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 25.4) และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 24.3 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 19.1) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความก้องดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 1.751, P = 0.417

พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 46.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 26.3) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /u:/ โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 20.6 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 22.4) และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยระดับความก้องน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องร้อยละ 18.4 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 16.8) ซึ่งความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความก้องดังกล่าวมีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 7.689, P = 0.021

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 4.16: ค่าเฉลี่ยระดับความก้องในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมของผู้บอกภาษา

4.3 การเปรียบเทียบระดับความก้องของพยัญชนะกักภาษาไทยของผู้บอกภาษาระหว่างสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระและสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ

จากการวิเคราะห์ระดับความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์ ผลลัพธ์แสดงให้เห็นรูปแบบของค่าเฉลี่ยระดับความก้องในการออกเสียงพยัญชนะกักในแต่ละสัทบริบทตำแหน่งในรูปแบบเดียวกัน กล่าวคือ พยัญชนะกักก้องมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องน้อยที่สุด ซึ่งค่าเฉลี่ยระดับความก้องของพยัญชนะกักแต่ละประเภทมีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังรายละเอียดในหัวข้อที่ 4.1 และ 4.2

ในส่วนรายละเอียดค่าเฉลี่ยระดับความก้อง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และพิสัยของการออกเสียงพยัญชนะกักแต่ละประเภทในแต่ละสัทบริบทปรากฏในตารางที่ 4.1

ประเภทของสัทบริบท	ประเภทของพยัญชนะกัก	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าพิสัย
สัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ	กักก้อง	98.3	**(4.7)**	22.7
	กักไม่ก้องไม่พ่นลม	32.6	**(24.6)**	92.5
	กักไม่ก้องพ่นลม	53.8	**(29.4)**	100
สัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ	กักก้อง	74.0	**(23.7)**	83.7
	กักไม่ก้องไม่พ่นลม	19.6	**(14.7)**	59.5
	กักไม่ก้องพ่นลม	36.2	**(30.0)**	100

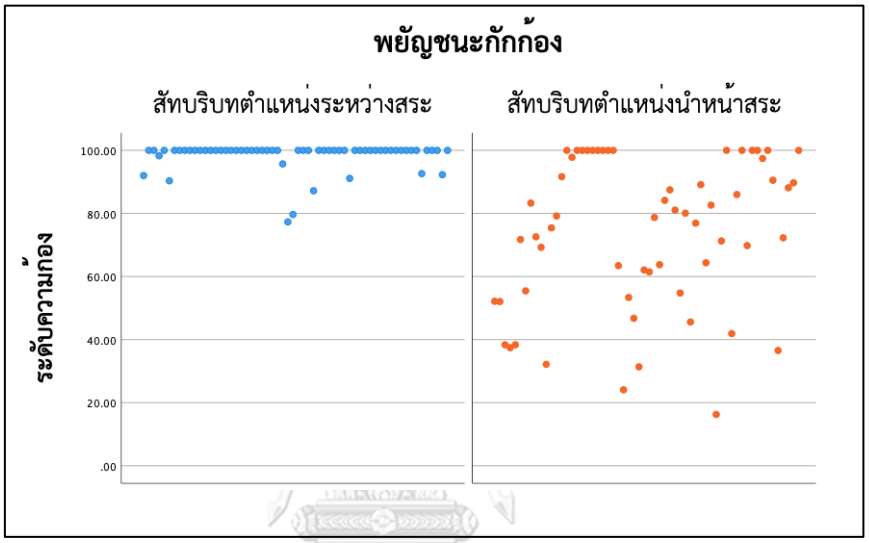
ตารางที่ 4.1: ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าพิสัยของระดับความก้องของพยัญชนะกักภาษาไทย

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระและตำแหน่งนำหน้าสระ พบว่า การแปรระดับความก้องมีความแตกต่างกันเนื่องจากแวดล้อมของความก้องซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในอดีตที่ชี้ให้เห็นอิทธิพลแวดล้อมที่สามารถส่งผลให้พยัญชนะกักมีความก้องเพิ่มขึ้นหรือสูญความก้องได้

ในด้านของการคำนวณหาค่าทางสถิติเปรียบเทียบระหว่างสัทบริบท พบว่า สัทบริบตำแหน่งระหว่างสระมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากกว่าสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ ซึ่งรายละเอียดของผลการวิเคราะห์จะนำเสนอในแต่ละประเภทของพยัญชนะกักดังนี้

ผลการวิเคราะห์พยัญชนะกักก้องในแต่ละสัทบริบทจากภาพที่ 4.17 พบว่า ระดับความก้องในสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระมีการกระจายบนแผนภาพมากกว่าสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ

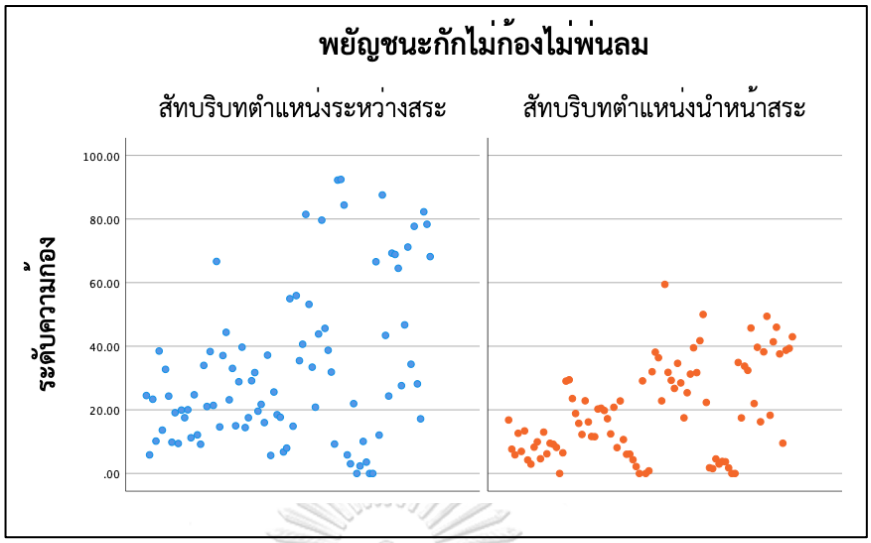
การกระจายดังกล่าวชี้ให้เห็นอิทธิพลลักษณะความไม่ก้องของพยัญชนะกักในตำแหน่งท้ายพยางค์ที่มีผลต่อความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์ของพยัญชนะกักก้องในสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระส่งผลให้ระดับความก้องน้อยลง ต่างจากพยัญชนะกักในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระที่อิทธิพลความก้องของสระส่งผลให้ความก้องมีความต่อเนื่องโดยความต่างดังกล่าวมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสัทบริบท $z = -6.994$, $P < 0.001$



ภาพที่ 4.17: แผนภาพกระจายระดับความก้องของพยัญชนะกักก้องในแต่ละสัทบริบท

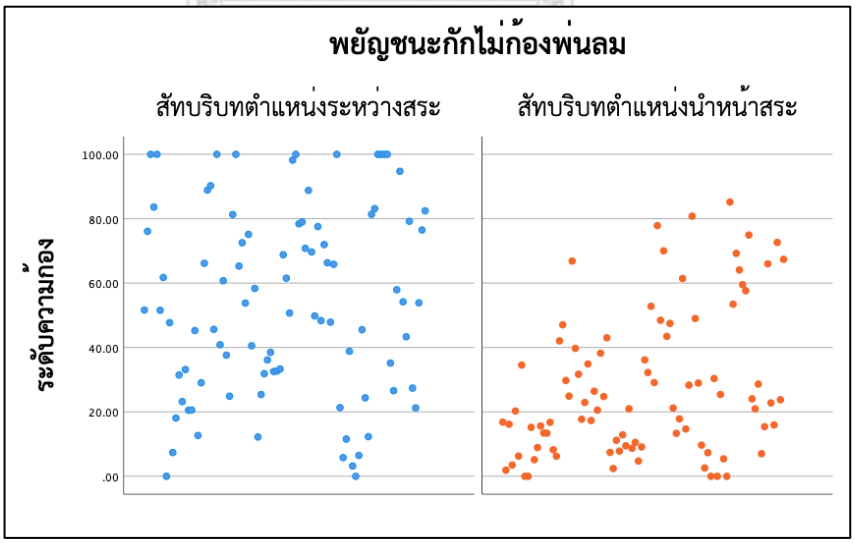
ในส่วนพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมในแต่ละสัทบริบทจากภาพที่ 4.18 พบว่า สัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระมีช่วงของการจายบนแผนภาพมากกว่าสัทบริบทนำหน้าสระเนื่องจากอิทธิพลของสระที่อยู่ระหว่างพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมส่งผลให้ความก้องมีความต่อเนื่องซึ่งส่งผลให้พยัญชนะกักที่ไม่มีความก้องปรากฏช่วงเวลาความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์ของพยัญชนะกักและลักษณะดังกล่าวก็ปรากฏในสัทบริบทนำหน้าสระเช่นกัน แต่ด้วยลักษณะความไม่ก้องของพยัญชนะกักท้ายพยางค์ส่งผลให้เกิดความไม่ต่อเนื่องของความก้องจึงมีความก้องปรากฏในช่วงปิดฐานกรณ์น้อยลง โดยความต่างดังกล่าวมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสัทบริบท $z = -3.506$, $P < 0.001$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.18: แผนภาพกระจายระดับความก้องของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมในแต่ละสัทบริบท

ในส่วนพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมในแต่ละสัทบริบทจากภาพที่ 4.19 พบว่า สัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระมีช่วงของการจายบนแผนภาพมากกว่าสัทบริบทนำหน้าสระ ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของสระในรูปแบบเดียวกันกับที่เกิดกับพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมข้างต้น แต่จะเห็นว่าช่วงของการกระจายของสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระและสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระมีระยะการกระจายห่างกันไม่มาก โดยความต่างดังกล่าวมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสัทบริบท $z = -5.954$, $P < 0.001$



ภาพที่ 4.19: แผนภาพกระจายระดับความก้องของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมในแต่ละสัทบริบท

4.4 ปฏิสัมพันธ์ของระดับความก้องกับนัยยะต่อการแพร่ละอองลอย

เมื่อพิจารณาเรื่องความก้องกับอัตราการแพร่ของละอองลอย งานวิจัยของ Asadi et al. (2020) พิสูจน์ทราบกลไกที่เกี่ยวข้องกับการแพร่ของลองลอยจากการศึกษาเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของละอองลอยในการออกเสียงพยัญชนะภาษาอังกฤษ ได้แก่ พยัญชนะกัก พยัญชนะนาสิก และพยัญชนะเสียดแทรก ซึ่งผลชี้ให้เห็นว่าลักษณะการออกเสียงพยัญชนะกักส่งผลต่อการแพร่ละอองลอยมาที่สุด

จากการเปรียบเทียบระหว่างพยัญชนะกักก้องและไม่ก้องพบว่า พยัญชนะกักก้องมีอัตราการแพร่ละอองลอยมากกว่าพยัญชนะกักไม่ก้องเนื่องจากความก้องเกิดจากการสั่นของเส้นเสียงที่มีเมือกปกคลุมอยู่จึงกลไกในการผลิตละอองลอย และมีลมหายใจเป็นพาหะนำละอองลอยสู่บรรยากาศ (Asadi et al., 2020; Morawska et al., 2009; Wei & Li, 2016)

เนื่องจากความก้องและลมหายใจในขณะการออกเสียงพยัญชนะกักเป็นองค์ประกอบที่ต้องพิจารณาร่วมกันเพื่อนำมาเชื่อมโยงกับนัยยะต่อการแพร่ละอองลอยด้วยการไล่ระดับแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลองลอยในการศึกษาครั้งนี้ ดังนั้น ในบทที่ 4 จะอภิปรายนัยยะต่อการแพร่ละอองลอยในด้านการผลิตละอองลอยจากการแปรของระดับความก้องของพยัญชนะกักภาษาไทยที่เป็นทั้งเสียงก้องและไม่ก้องเท่านั้น และจะอภิปรายปฏิสัมพันธ์ของระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลมกับนัยยะต่อการแพร่ละอองลอยร่วมกันในบทที่ 5 ต่อไป

ด้วยข้อค้นพบของการผลิตละอองลอยจากการศึกษาข้างต้น เมื่อไล่ระดับแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยตามการแปรระดับก้องในแต่ละพยัญชนะกักอนุมานได้ว่า พยัญชนะกักก้องจะมีแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยมากที่สุด พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมจะมีแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยรองลงมา และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมจะมีแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยน้อยที่สุด

เมื่อไล่ระดับแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยเปรียบเทียบระหว่างสัทบริบทอนุมานได้ว่า พยัญชนะกักที่อยู่ในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างมีแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยมากกว่าพยัญชนะกักที่อยู่ในสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.5 สรุป

จากการศึกษาการแปรระดับความก้องของพยัญชนะกักภาษาไทย พบว่า การแปรระดับความก้องทั้งประเภทพยัญชนะกักก้องและพยัญชนะกักไม่ก้องในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระมีระดับความก้องเพิ่มขึ้นในช่วงปิดฐานกรณ์เป็นผลจากความต่อเนื่องของความก้องที่เกิดจากสระแวดล้อมจึงส่งผลให้พยัญชนะกักไม่ก้องที่ไม่มีคุณสมบัติเสียงก้องปรากฏความก้องขึ้นมาในช่วงปิดฐานกรณ์

ในทางเดียวกัน พยัญชนะกักไม่ก้องที่อยู่ในสัทบริบทนำหน้ามีระดับความก้องเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน แต่เนื่องจากอิทธิพลของความไม่ก้องของพยัญชนะกักข้างท้ายพยางค์มีผลต่อความก้องที่เกิดจากสระแวดล้อม พยัญชนะกักไม่ก้องจึงมีระดับความก้องเพิ่มขึ้นได้น้อยกว่าเมื่อเทียบกับสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ รวมถึงส่งผลให้พยัญชนะกักก้องสูญความก้องในบางตอนของช่วงปิดฐานกรณ์

ในด้านผลการวิเคราะห์การแปรระดับความก้องของพยัญชนะกักแต่ละประเภท พบว่ามีรูปแบบเดียวกันในสองสัทบริบท กล่าวคือ พยัญชนะกักก้องมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม และน้อยที่สุดคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม ซึ่งความต่างดังกล่าวมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งฐานกรณ์พบว่า ต่างจากสมมติฐานเนื่องจากตำแหน่งฐานกรณ์ไม่มีรูปแบบเฉพาะของการแปรระดับความก้อง ซึ่งอาจชี้ให้เห็นว่าตำแหน่งฐานกรณ์ไม่ใช่ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการแปรระดับความก้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เมื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างสระมีข้อสังเกตว่า สระ /i:/ และ /u:/ ส่วนใหญ่มีระดับความก้องเพิ่มขึ้นมากกว่าสระ /a:/ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในอดีตที่ว่า อิทธิพลของสระส่งผลต่อขนาดของช่องเสียงให้หดลงและความดันลมที่น้อยลง รวมถึงสระสูงส่งผลให้ช่องคอมีขนาดใหญ่ซึ่งช่วยต่อการผลิตเสียงก้องได้มากกว่า (Ohala & Riordan, 1979; Pape et al., 2006)

นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์การแปรระดับความก้องไม่ตรงกับสมมติฐานเรื่องประเภทของพยัญชนะกักที่กำหนดว่า พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมจะการแปรระดับความก้องเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเทียบกับพยัญชนะกักประเภทอื่นเนื่องจากช่วงปิดฐานกรณ์เป็นช่วงเงียบและค่าช่วงเวลาปิดฐานกรณ์ยาวที่สุดจึงเอื้อต่อการแปรระดับความก้องมากที่สุด ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการวิเคราะห์ในการศึกษาครั้งนี้ สาเหตุอาจเกิดจากขอบเขตการแยกประเภทที่เฉพาะของพยัญชนะกักภาษาไทย

ด้วยสาเหตุลักษณะขอบเขตการแยกประเภทภาษาไทยข้างต้น เมื่อพิจารณาพยัญชนะกักก้องและพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมพบว่า ลักษณะการระเบิดลมและการพ่นลมมีช่วงใกล้กัน หากมีการแปรระดับความก้องเพิ่มขึ้นในระดับเดียวกันจะส่งผลต่อการรับรู้เสียง ในขณะที่พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมแยกประเภทด้วยการพ่นลมจึงสามารถแปรระดับความก้องเพิ่มขึ้นได้ในระดับเดียวกับพยัญชนะกักก้องโดยไม่ส่งผลต่อการรับรู้เสียง นอกจากนี้ ช่วงค่าเวลาปิดฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมสั้นกว่าพยัญชนะกักประเภทอื่นซึ่งสอดคล้องกับพัทธนันท์ หาญชาญเวช (2562) แต่แตกต่างจากข้อค้นพบในการศึกษาอื่นที่ชี้ให้เห็นว่าพยัญชนะกักไม่ก้องจะมีช่วงค่าเวลาปิดฐานกรณ์ยาวกว่าพยัญชนะกักก้อง (Coretta, 2019) ซึ่งอาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่เอื้อให้มีการเพิ่มขึ้นเฉพาะการแปรระดับความก้องของพยัญชนะกักภาษาไทย

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น เมื่อเปรียบเทียบกับแนวโน้มของอัตราการแพร่ของละอองลอยในงานวิจัยของ Asadi et al. (2020) ที่พบว่าพยัญชนะกักก้องภาษาอังกฤษมีอัตราการแพร่ของละอองลอยมากกว่าพยัญชนะกักไม่ก้องซึ่งชี้ให้เห็นถึงความก้องที่เป็นกลไกในการผลิตละอองลอย เมื่อเชื่อมโยงกับการแปรระดับความก้องของพยัญชนะกักภาษาไทยจึงอนุมานได้ว่า พยัญชนะกักก้องจะมีแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยมากที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม และน้อยที่สุดคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสัทบริบทกล่าวได้ว่าสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระจะมีแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยมากกว่าสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
ความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกัก ในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระและสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ

ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักมีการแบ่งเกณฑ์ในการวัดค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องแตกต่างกันตามแต่ละประเภทของพยัญชนะกักด้วยสัญญาณแถบความก้องที่แสดงการสั่นของเส้นเสียง และสัญญาณแถบการระเบิดลมและการพ่นลมที่แสดงลมหายใจที่ออกมา ด้วยลักษณะดังกล่าวจึงมีการต่อยอดการศึกษาเพื่อต้องการพิสูจน์ทราบลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของการไหลของลมที่ออกมาในขณะออกเสียงพยัญชนะแต่ละประเภท จากการศึกษาในประเด็นดังกล่าวพบว่าพยัญชนะที่มีการไหลของลมมากที่สุดในการออกเสียงพยัญชนะภาษาอังกฤษคือ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม [p^h, t^h, k^h] ซึ่งมีอัตราการไหลของลมมากกว่าพยัญชนะกักก้อง และพยัญชนะอื่น (Inouye & Sugihara, 2015; Isshiki & Ringel, 1964) นอกจากนี้ งานวิจัยในปัจจุบันพบความสัมพันธ์ของอัตราการแพร่ของละอองลอยกับค่าความดังแอมพลิจูด (Asadi et al., 2019) ซึ่งเชื่อมโยงกับลมหายใจที่เป็นกลไกในการแพร่เชื้อโรคระหว่างบุคคล (Abkarian et al., 2020)

ดังนั้น การศึกษาความชันของค่าความเข้มพลังลมจึงเป็นอีกประเด็นที่น่าสนใจและควรได้รับการวิเคราะห์เพื่อเข้าใจรูปแบบของลมขณะออกเสียงพยัญชนะกัก ในบทนี้จะนำเสนอผลการศึกษาความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักภาษาไทยในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระและสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ โดยระเบียบวิจัยออกแบบเพื่อศึกษาอิทธิพลของสัทสมบัติและสัทบริบทที่ส่งผลต่อพยัญชนะกักเพื่อวิเคราะห์ว่า พยัญชนะกักแต่ละประเภทที่มีตำแหน่งฐานกรณ์และสัทบริบทที่แตกต่างกันจะมีความชันของค่าความเข้มพลังลมแตกต่างกันอย่างไร เมื่อเชื่อมโยงกับการแพร่อนุภาคขณะพูดโดยการไล่ระดับแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยจากความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักแต่ละประเภทมีตำแหน่งฐานกรณ์และสัทบริบทที่แตกต่างกันจะมีการเรียงลำดับในรูปแบบใด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.1 ความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้บอกภาษาในการออกเสียงพยัญชนะกักแต่ละประเภทเปรียบเทียบกับข้อค้นพบด้านลมหายใจที่ออกมาขณะออกเสียงพยัญชนะกักในอดีต พบว่ามีความสอดคล้องกับการศึกษาในอดีตคือพยัญชนะกักไม่ก้องจะมีอัตราการไหลของลมมากกว่าพยัญชนะกักก้อง (Emanuel & Counihan, 1970) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องทั้งสองประเภทมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากกว่าพยัญชนะกักก้อง

เมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ความชันของค่าความเข้มพลังลมเมื่อออกเสียงพยัญชนะกักก้องและไม่ก้องในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระพบว่า พยัญชนะกักก้องมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 2.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.8) มีค่าพิสัย 8.9 พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 8.9 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.3) มีค่าพิสัย 18.6 และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 9.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.6) มีค่าพิสัย 25.1

อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างประเภทของพยัญชนะกัก ผลการวิเคราะห์ความชันของค่าความเข้มพลังลม พบว่า มีการเรียงลำดับของความชันของค่าความเข้มพลังลม 2 รูปแบบ กล่าวคือ *รูปแบบที่ 1* พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม และพยัญชนะกักก้องมีความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด ขณะที่*รูปแบบที่ 2* พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม และพยัญชนะกักก้องมีความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด

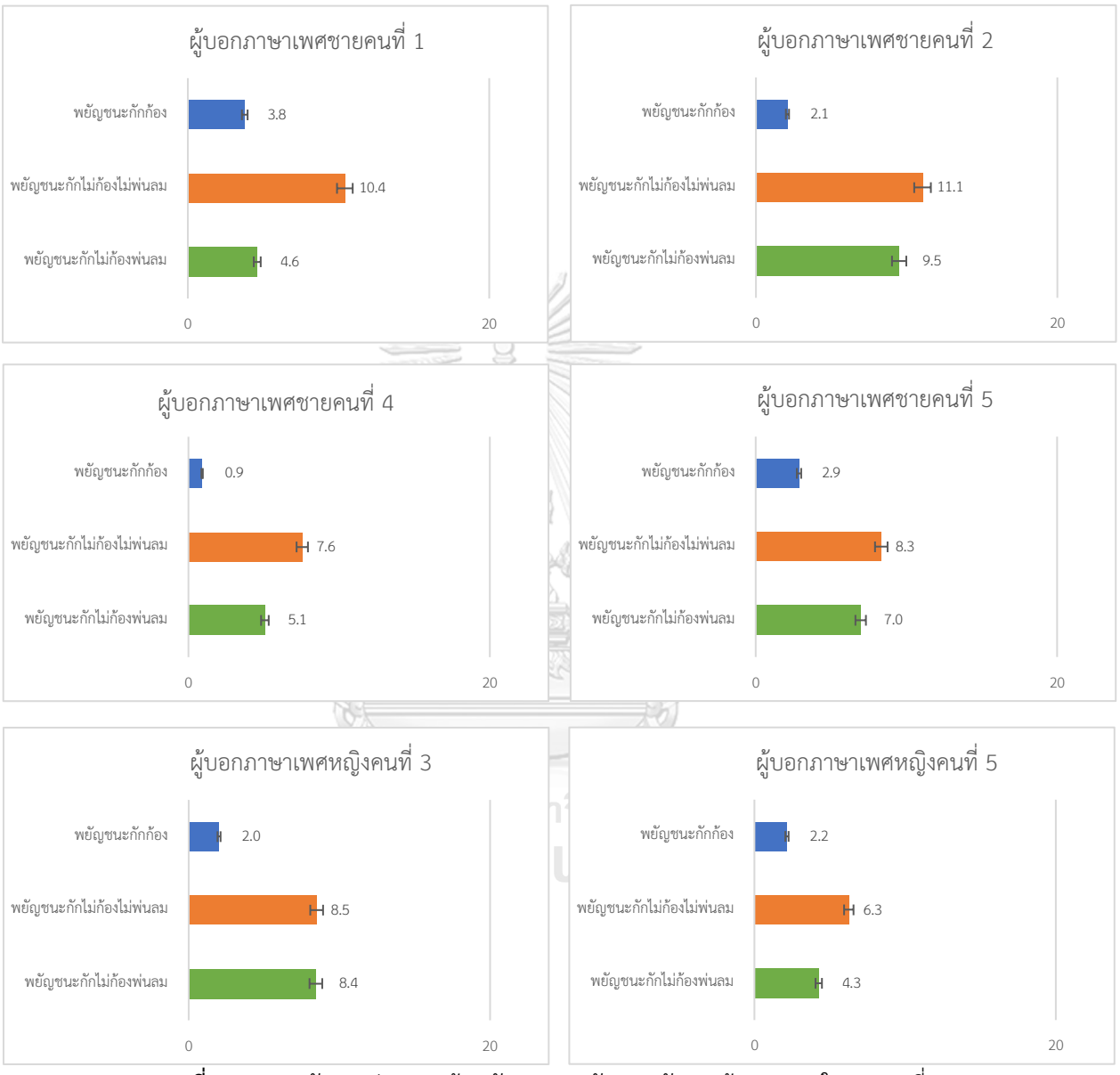
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ดังนั้น จะขอนำเสนอผลวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อ คือ หัวข้อ 5.1.1 จะนำเสนอข้อมูลของรูปแบบที่ 1 และหัวข้อ 5.1.2 จะนำเสนอข้อมูลของรูปแบบที่ 2

5.1.1 ความชันของค่าความเข้มพลังลมในรูปแบบที่ 1

เมื่อพิจารณาดูลักษณะของผู้บอกภาษาแต่ละคนในการออกเสียงพยัญชนะกักพบผู้บอกภาษาจำนวน 6 คนที่มีความชันของค่าความเข้มพลังลมในรูปแบบที่ 1 คือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม และพยัญชนะกักก้องมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยพยัญชนะกักก้องมีความชันของค่าความเข้มพลังลมแต่ละคนตั้งแต่ 0.9 ถึง 3.8 พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีความชัน

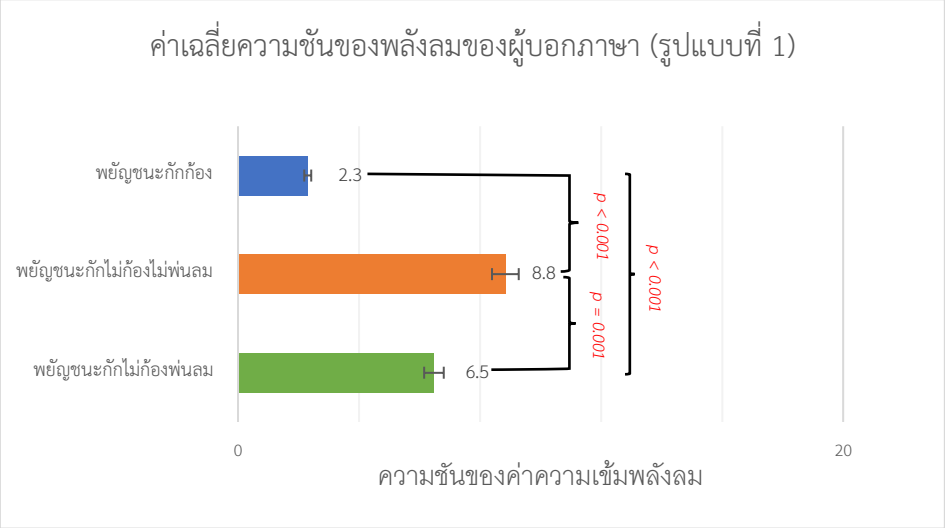
ของค่าความเข้มพลังลมแต่ละคนตั้งแต่ 6.3 ถึง 11.1 และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีความชันของค่าความเข้มพลังลมของแต่ละคนตั้งแต่ 4.3 ถึง 9.5



ภาพที่ 5.1: ความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษาในรูปแบบที่ 1

จากภาพที่ 5.1 ที่แสดงความชันของค่าความเข้มพลังลมผู้บอกภาษาแต่ละคนที่ออกเสียงพยัญชนะกักแต่ละประเภท เห็นได้ว่า ผู้บอกภาษาแต่ละคนมีความชันของค่าความเข้มพลังลมไปในส่วนใหญ่ไปในทิศทางเดียวกัน แม้ว่าจะมีการแปรค่าที่แท้จริงต่างกันแต่รูปแบบโดยรวมสอดคล้องกัน จึงนำผลของผู้บอกภาษาทั้งหมดมาเฉลี่ยรวมและนำเสนอในภาพที่ 5.2 สรุปได้ว่า ในรูปแบบที่ 1 พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย

ความชันของค่าความเข้มพลังลม 8.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.5) มีค่าพิสัย 16.5 รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 6.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.8) มีค่าพิสัย 16.6 และพยัญชนะกักก้องมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 2.3 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.7) มีค่าพิสัย 5.9 โดยมีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ χ^2 (2) = 64.132, $P < 0.001$



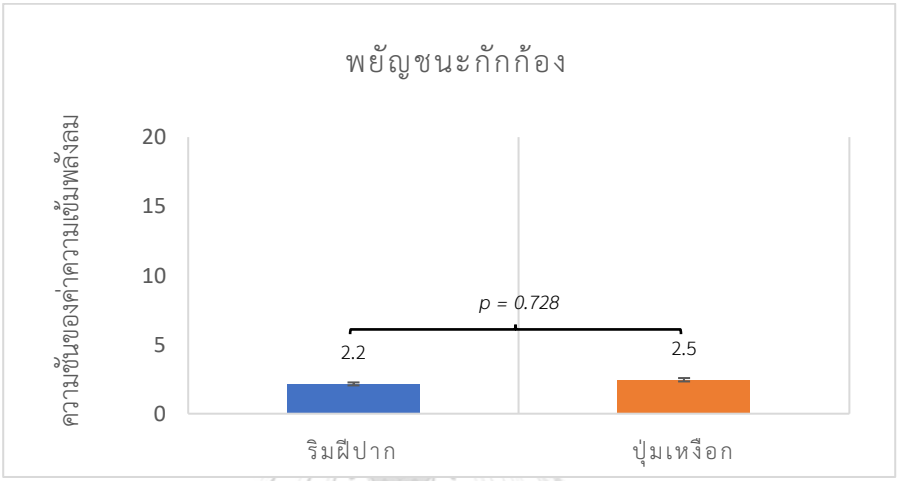
ภาพที่ 5.2: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษารูปแบบที่ 1

ในส่วนผลวิเคราะห์เปรียบเทียบความชันของค่าความเข้มพลังลมตามตำแหน่งฐานกรณ์ของพยัญชนะกักผลการวิเคราะห์ดังกล่าวไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ว่าฐานกรณ์ปุ่มเหงือกจะมีอัตราการไหลของลมมากที่สุดตามข้อค้นพบในอดีต (Emanuel & Counihan, 1970) ในผลการศึกษาครั้งนี้แสดงผลการแปรที่แตกต่างกันไปตามประเภทของพยัญชนะกักซึ่งอาจบ่งบอกได้ว่าอิทธิพลของตำแหน่งของฐานกรณ์อาจไม่มีผลต่อระดับพลังงานการพุ่งของลมหายใจ ในส่วนรายละเอียดของความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละตำแหน่งฐานกรณ์จะนำเสนอแบ่งตามประเภทของพยัญชนะกักดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์ในการออกเสียงพยัญชนะกักก้อง พบว่า ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมของผู้บอกภาษามีความแตกต่างระหว่างฐานกรณ์ คือ ฐานกรณ์ปุ่มเหงือกมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากกว่าฐานกรณ์ริมฝีปาก โดยพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 2.2 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.5) มีค่าพิสัย 5.7 และพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

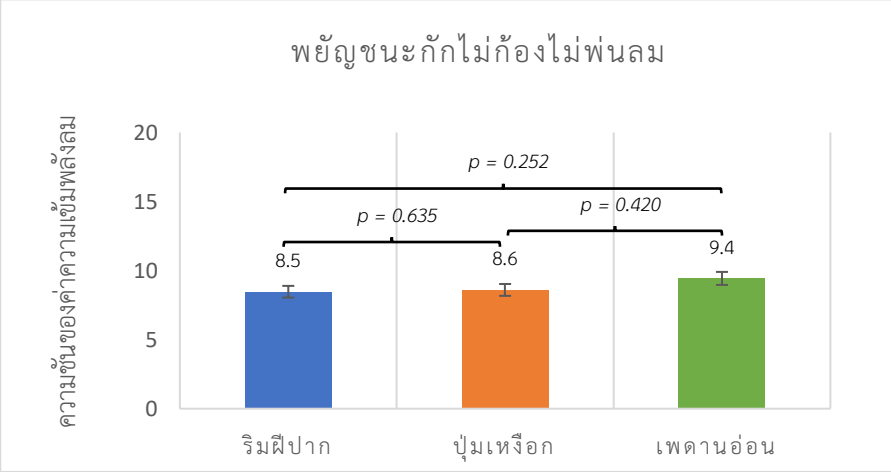
พลังลม 2.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.9) มีค่าพิสัย 5.9 จากค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า แม้ค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมีความแตกต่างระหว่างฐานกรณ์ แต่ไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฐานกรณ์ $z = -0.348$, $P = 0.728$ ดังปรากฏในภาพที่ 5.3



ภาพที่ 5.3: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักก้องของผู้บอกภาษา

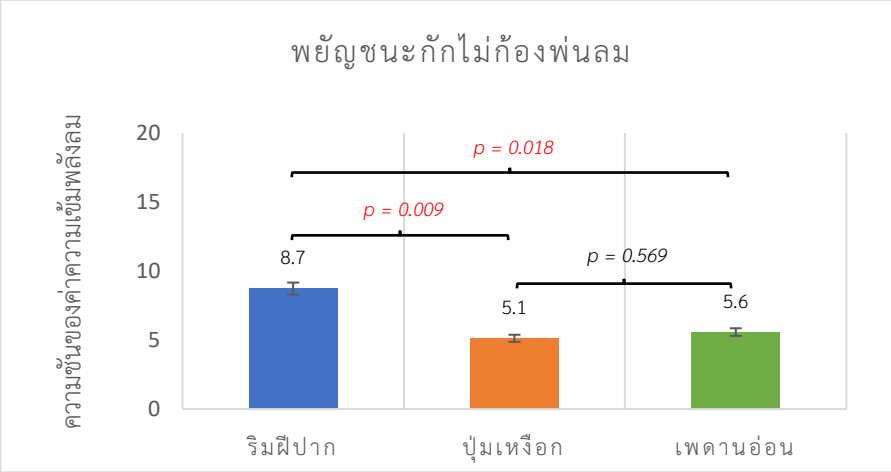
ในส่วนของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมพบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 9.4 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.3) มีค่าพิสัย 13.5 รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือก โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 8.6 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.2) มีค่าพิสัย 10.8 และน้อยที่สุดคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปาก โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 8.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.0) มีค่าพิสัย 12.8 แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฐานกรณ์ $\chi^2 (2) = 1.509$, $P = 0.470$ ดังปรากฏในภาพที่ 5.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 5.4: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมของผู้บอกภาษา

ในส่วนของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมพบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 8.7 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.4) มีค่าพิสัย 15.0 รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อน โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 5.6 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.9) มีค่าพิสัย 9.5 และน้อยที่สุดคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือก โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 5.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.1) มีค่าพิสัย 9.9 ซึ่งความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวมีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฐานกรณ์ χ^2 (2) = 8.623, P = 0.013 ดังปรากฏในภาพที่ 5.5



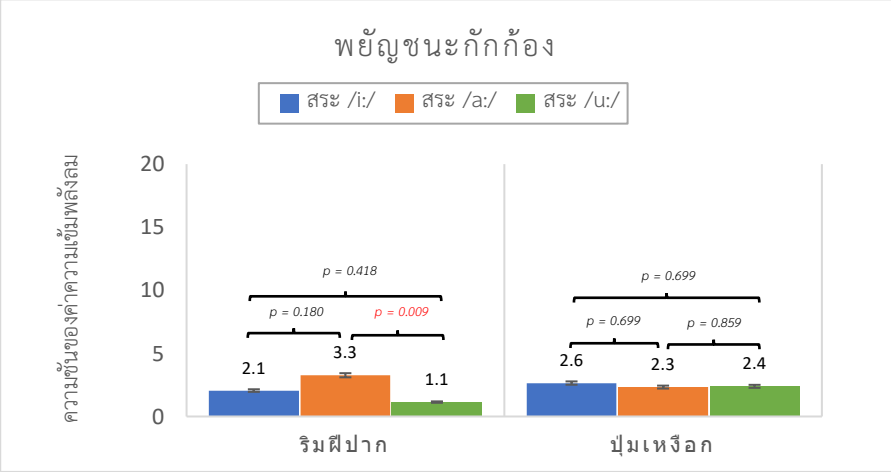
ภาพที่ 5.5: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมของผู้บอกภาษา

นอกจากตำแหน่งฐานกรณ์ในแต่ละประเภทของพยัญชนะกัก สมมติฐานจากข้อค้นพบในอดีตชี้ให้เห็นถึงอิทธิพลของสระ /a:/ ที่มีผลต่อลมหายใจขณะออกเสียงพยัญชนะกักมากที่สุด (Emanuel & Counihan, 1970) แต่เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระ พบว่า สระ /i:/ และ /u:/ มีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากกว่าสระ /a:/ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานในข้างต้น ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าลมหายใจอาจไม่ได้เป็นตัวชี้วัดของระดับพลังงานการพุ่งของลมหายใจ แต่เป็นปัจจัยด้านสรีระที่ส่งผลต่อระดับพลังงานการพุ่งของลมหายใจ เนื่องจากสระสูงจะใช้พลังงานมากกว่าเพื่อให้มีความดังเชิงการรับรู้ (perceptual loudness) เทียบเท่าสระอื่น (Asadi et al., 2020) ซึ่งจะนำเสนอรายละเอียดของความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระแบ่งตามประเภทของพยัญชนะกัก ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ความชันของค่าความเข้มพลังลมตามแต่ละสระในการออกเสียงพยัญชนะกักก้องพบความแตกต่างดังปรากฏในภาพที่ 5.6 พยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 3.3 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.4) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /i:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 2.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.4) และพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 1.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.0) ซึ่งความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวมีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 6.436, P = 0.040

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 2.6 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.9) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /u:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 2.4 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.8) และพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 2.3 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.1) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 0.342, P = 0.843



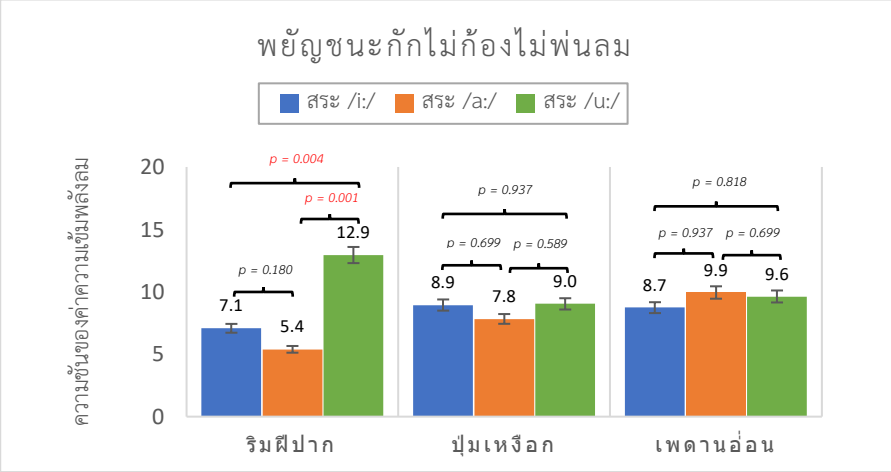
ภาพที่ 5.6: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักก้องของผู้บอกภาษา

ในส่วนของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมตามแต่ละบริบทสระดังปรากฏในภาพที่ 5.7 พบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 12.9 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.4) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /i:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 7.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.1) และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 5.4 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.3) ซึ่งความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวมีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 11.801, P = 0.003

พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 9.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.1) รองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /i:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 8.9 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.2) และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 7.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.4) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 0.456, P = 0.796

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 9.9 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.0) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /u:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 9.6 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.9) และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 8.7 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.5) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 0.246, P = 0.884



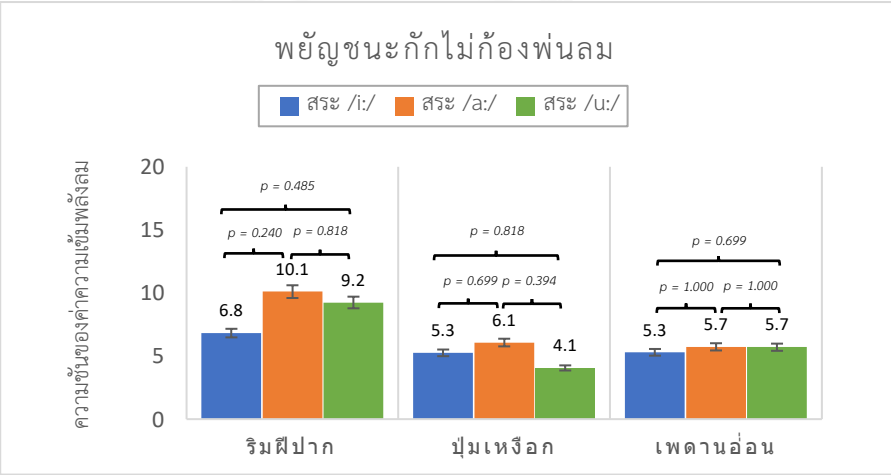
ภาพที่ 5.7: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมของผู้บอกภาษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในส่วนของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมตามแต่ละบริบทสระดังปรากฏในภาพที่ 5.8 พบว่าพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 10.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.4) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /u:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 9.2 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.8) และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 6.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.4) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 1.626, P = 0.444

พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 6.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.0) รองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /i:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 5.3 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.8) และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 4.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.4) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 0.854, P = 0.653

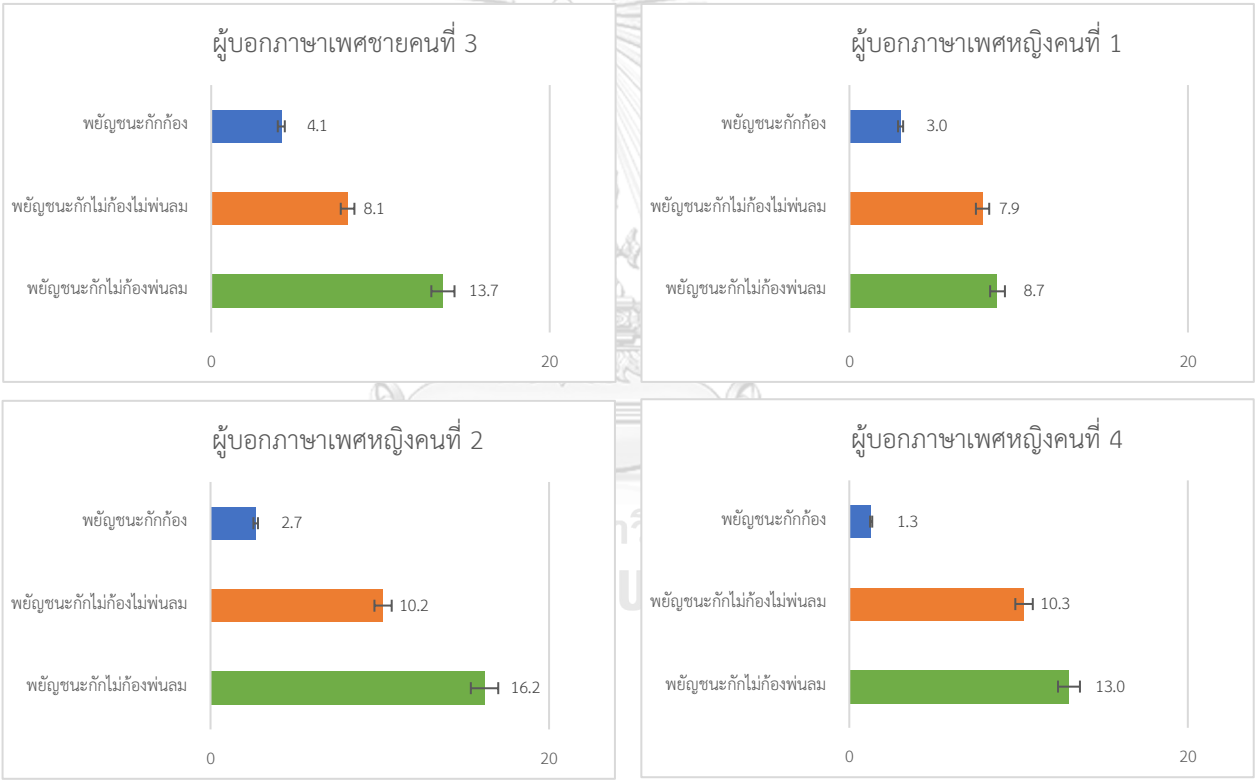
พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 5.7 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.7) และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /u:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 5.7 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.6) ทั้งสองสระมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด ส่วนพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 5.3 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.9) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 0.105, P = 0.949



ภาพที่ 5.8: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมของผู้บอกภาษา

5.1.2 ความชันของค่าความเข้มพลังลมในรูปแบบที่ 2

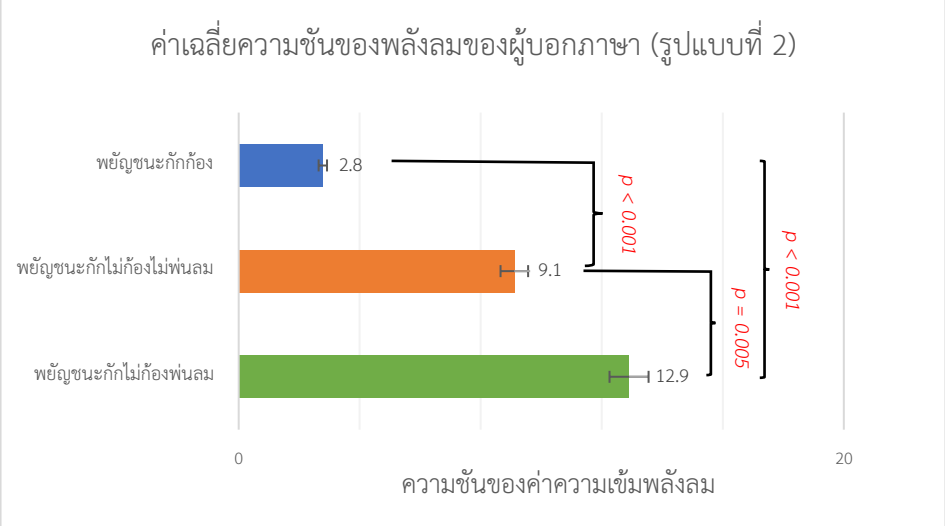
เมื่อพิจารณาดูลักษณะของผู้บอกภาษาแต่ละคนในการออกเสียงพยัญชนะกักพบผู้บอกภาษาจำนวน 4 คนที่มีความชันของค่าความเข้มพลังลมในรูปแบบที่ 2 คือ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม และพยัญชนะกักก้องมีความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยพยัญชนะกักก้องมีความชันของค่าความเข้มพลังลมของแต่ละคนตั้งแต่ 1.3 ถึง 4.1 พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีความชันของค่าความเข้มพลังลมของแต่ละคนตั้งแต่ 7.9 ถึง 10.3 และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีความชันของค่าความเข้มพลังลมของแต่ละคนตั้งแต่ 8.7 ถึง 16.2



ภาพที่ 5.9: ความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษารูปแบบที่ 2

จากภาพที่ 5.9 ที่แสดงความชันของค่าความเข้มพลังลมผู้บอกภาษาแต่ละคนที่ออกเสียงพยัญชนะกักแต่ละประเภท เห็นได้ว่า ผู้บอกภาษาแต่ละคนมีความชันของค่าความเข้มพลังลมไปในส่วนใหญ่ไปในทิศทางเดียวกัน แม้ว่าจะมีการแปรค่าที่แท้จริงต่างกันแต่รูปแบบโดยรวมสอดคล้องกัน จึงนำผลของผู้บอกภาษาทั้งหมดมาเฉลี่ยรวมและนำเสนอในภาพที่ 5.10 สรุปได้ว่าในรูปแบบที่ 2 พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมี

ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 12.9 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.6) มีค่าพิสัย 25.1 รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 9.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.4) มีค่าพิสัย 18.6 และพยัญชนะกักก้องมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 2.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.0) มีค่าพิสัย 8.8 โดยมีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ χ^2 (2) = 44.694, $P < 0.001$



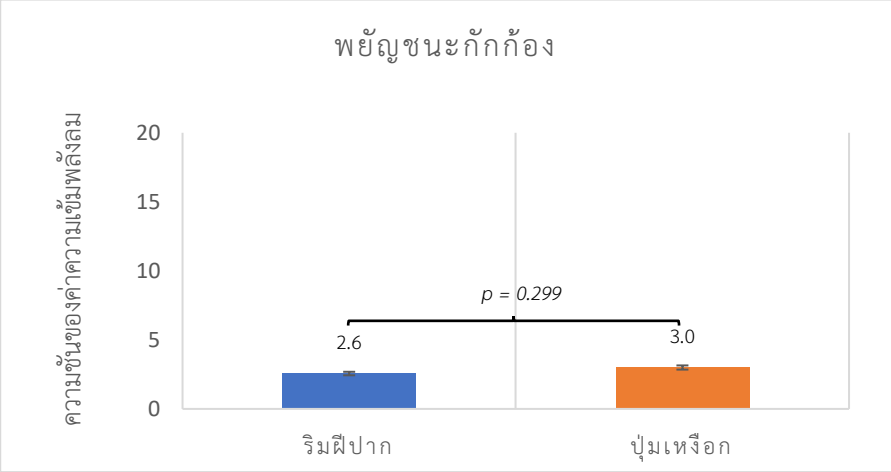
ภาพที่ 5.10: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษารูปแบบที่ 2

ในด้านผลวิเคราะห์เปรียบเทียบความชันของค่าความเข้มพลังลมตามตำแหน่งฐานกรณ์ของพยัญชนะกักผลการวิเคราะห์ดังกล่าวไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน เนื่องจากการแปรแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับประเภทของพยัญชนะกัก โดยการแปรดังกล่าวสามารถบ่งบอกได้ว่าอิทธิพลของตำแหน่งของฐานกรณ์อาจไม่มีผลต่อระดับพลังงานการพุ่งของลมหายใจ ซึ่งรายละเอียดของความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละตำแหน่งฐานกรณ์จะนำเสนอแบ่งตามประเภทของพยัญชนะกักดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์ในการออกเสียงพยัญชนะกักก้อง พบว่า ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมของผู้บอกภาษามีความแตกต่างระหว่างฐานกรณ์ คือ ฐานกรณ์ปุ่มเหงือกมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากกว่าฐานกรณ์ริมฝีปาก โดยพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 2.6 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.3) มีค่าพิสัย 8.8 และพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมร้อยละ 3.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.7) มีค่าพิสัย 4.8 จากค่าเฉลี่ยความชันของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

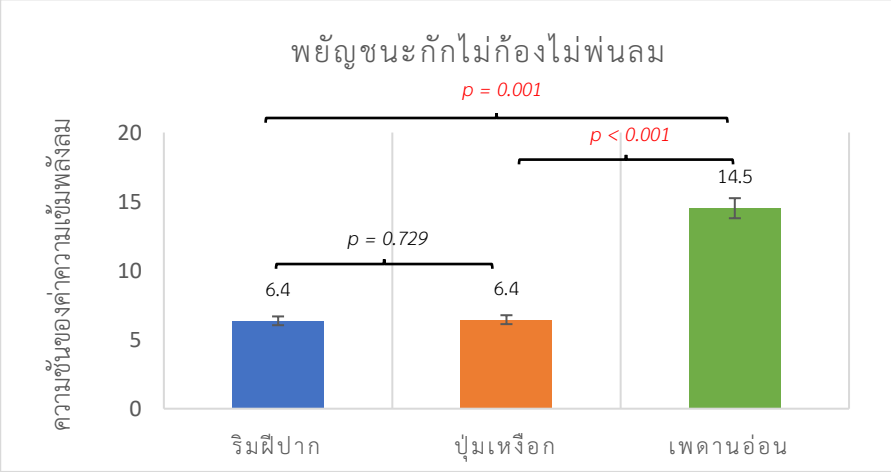
ค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า แม้ค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมีความแตกต่างระหว่างฐานกรณ์ แต่ไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฐานกรณ์ z = -1.039, P = 0.299 ดังปรากฏในภาพที่ 5.11



ภาพที่ 5.11: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักก้องของผู้บอกภาษา

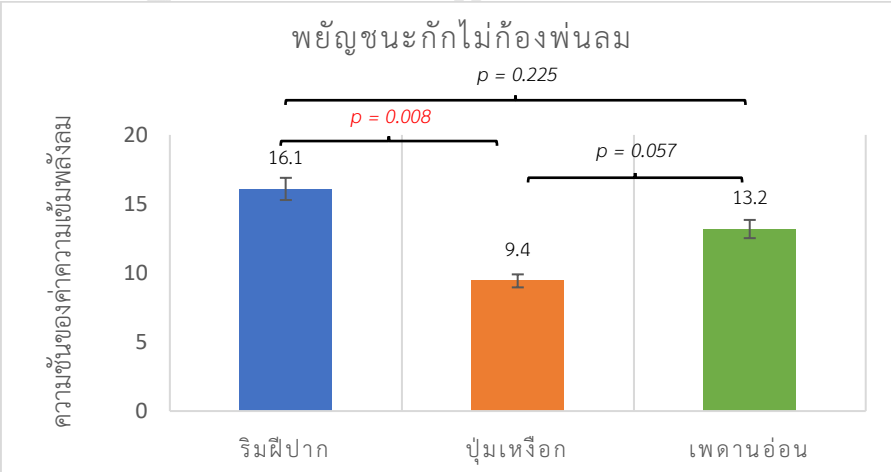
ในส่วนของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมพบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 14.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.2) มีค่าพิสัย 17.5 ในขณะที่ฐานกรณ์ริมฝีปากและฐานกรณ์ปุ่มเหงือกมีความชันของค่าความเข้มพลังลมเท่ากัน กล่าวคือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 6.4 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.8) มีค่าพิสัย 14.4 และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 6.4 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.9) มีค่าพิสัย 5.9 ซึ่งความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวมีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฐานกรณ์ χ^2 (2) = 15.177, P < 0.001 ดังปรากฏในภาพที่ 5.12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 5.12: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมของผู้บอกภาษา

ในส่วนของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมพบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 16.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.6) มีค่าพิสัย 20.4 รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อน โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 13.2 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.3) มีค่าพิสัย 12.9 และน้อยที่สุดคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือก โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 9.4 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.2) มีค่าพิสัย 16.0 ซึ่งความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวมีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฐานกรณ์ χ^2 (2) = 8.164, P = 0.017 ดังปรากฏในภาพที่ 5.13



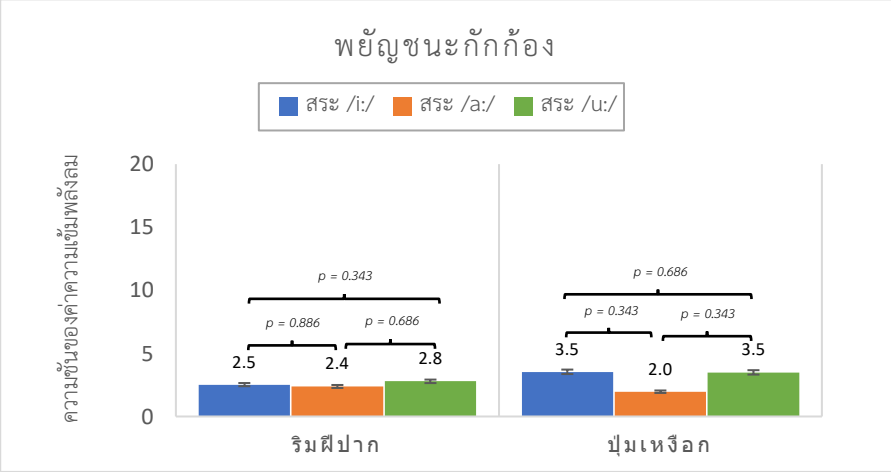
ภาพที่ 5.13: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมของผู้บอกภาษา

นอกจากตำแหน่งฐานกรณ์ในแต่ละประเภทของพยัญชนะกัก เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระ พบว่า สระ /i:/ และ /u:/ มีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากกว่าสระ /a:/ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าลมหายใจอาจไม่ได้เป็นตัวชี้วัดของระดับพลังงานการพุ่งของลมหายใจ แต่เป็นปัจจัยด้านสรีระที่ส่งผลต่อระดับพลังงานการพุ่งของลมหายใจเนื่องจากสระสูงจะใช้พลังงานมากกว่าเพื่อให้มีความดังเชิงการรับรู้เทียบเท่าสระอื่น (Asadi et al., 2020) ซึ่งจะนำเสนอรายละเอียดของความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระแบ่งตามประเภทของพยัญชนะกักดังนี้

ผลการวิเคราะห์ความชันของค่าความเข้มพลังลมตามแต่ละสระในการออกเสียงพยัญชนะกักก้องพบความแตกต่างดังปรากฏในภาพที่ 5.14 โดยพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 2.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.1) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /i:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 2.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.9) และพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 2.4 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.3) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 1.192, P = 0.551

พยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /i:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 3.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.4) และพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /u:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 3.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.5) ทั้งสองสระมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด ในส่วนพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 2.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.2) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 2.000, P = 0.368

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



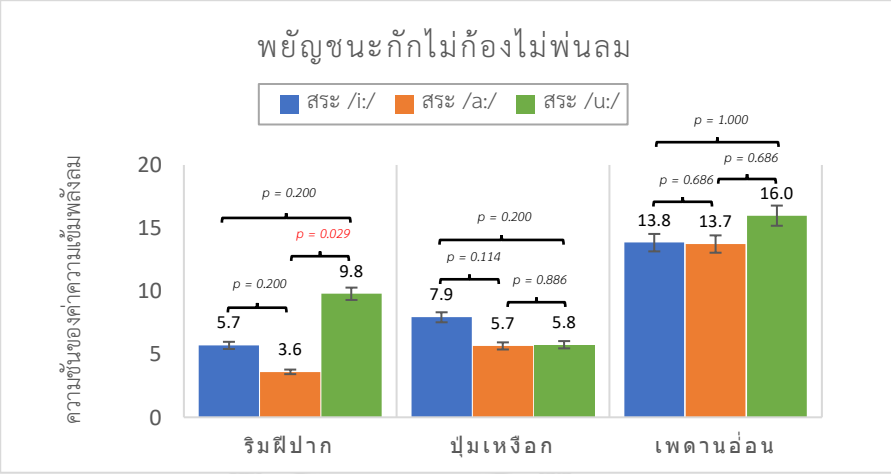
ภาพที่ 5.14: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักก้องของผู้บอกภาษา

ในส่วนผลการวิเคราะห์ของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมตามแต่ละสระดังปรากฏในภาพที่ 5.15 พบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 9.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.6) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /i:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 5.7 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.8) และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 3.6 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.8) ซึ่งความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวมีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 6.500, P = 0.039

พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 7.9 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.8) รองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /u:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 5.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.1) และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 5.7 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.3) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 3.500, P = 0.174

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 16.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.1) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /i:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 13.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8.0) และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 13.7 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.7) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 0.462, P = 0.794



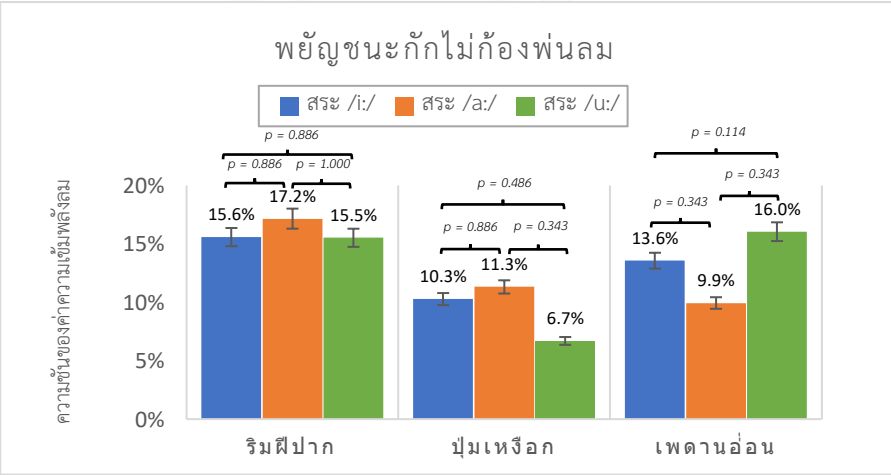
ภาพที่ 5.15: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมของผู้บอกภาษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในส่วนผลการวิเคราะห์ของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมตามแต่ละสระดังปรากฏในภาพที่ 5.16 พบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 17.2 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.3) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /u:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 15.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8.4) และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 15.6 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.8) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 0.115, P = 0.944

พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 11.3 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.9) รองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /i:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 10.3 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.5) และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 6.7 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.2) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 1.500, P = 0.472

พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 16.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.0) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /i:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 13.6 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.8) และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 3.231, P = 0.199



ภาพที่ 5.16: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมของผู้บอกภาษา

5.2 ความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักในสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้บอกภาษาในการออกเสียงพยัญชนะกักแต่ละประเภทในสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระเปรียบเทียบกับข้อค้นพบด้านลมหายใจที่ออกมาขณะออกเสียงพยัญชนะกักในอดีต พบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องทั้งสองประเภทมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากกว่าพยัญชนะกักก้องซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในอดีต รวมถึงผลการวิเคราะห์ดังกล่าวปรากฏรูปแบบเดียวกันกับสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ

เมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ความชันของค่าความเข้มพลังลมเมื่อออกเสียงพยัญชนะกักก้องและไม่ก้องในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระพบว่า พยัญชนะกักก้องมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 2.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.4) มีค่าพิสัย 13.3 พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 9.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.2) มีค่าพิสัย 20.2 และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 9.4 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.6) มีค่าพิสัย 23.6

อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างประเภทของพยัญชนะกัก ผลการวิเคราะห์ความชันของค่าความเข้มพลังลม พบว่า มีการเรียงลำดับของความชันของค่าความเข้มพลังลม 2 รูปแบบ กล่าวคือ *รูปแบบที่ 1* พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม และพยัญชนะกักก้องมีความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด ขณะที่*รูปแบบที่ 2* พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม และพยัญชนะกักก้องมีความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด

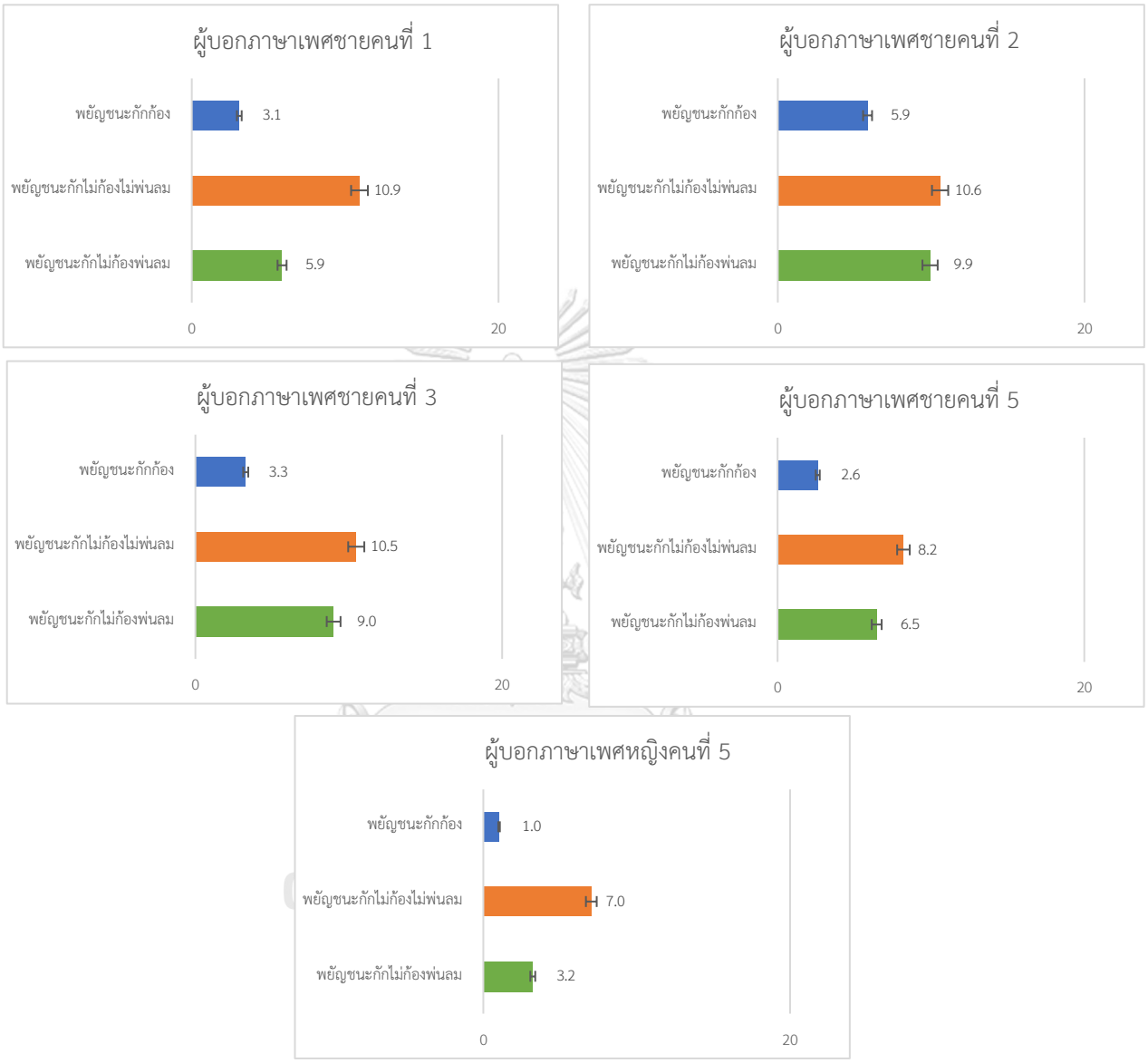
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ดังนั้น จะขอนำเสนอผลวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อ คือ หัวข้อ 5.2.1 จะนำเสนอข้อมูลของรูปแบบที่ 1 และหัวข้อ 5.2.2 นำเสนอข้อมูลของรูปแบบที่ 2

5.2.1 ความชันของค่าความเข้มพลังลมในรูปแบบที่ 1

เมื่อพิจารณาดูลักษณะของผู้บอกภาษาแต่ละคนในการออกเสียงพยัญชนะกักพบผู้บอกภาษาจำนวน 5 คนที่มีความชันของค่าความเข้มพลังลมในรูปแบบที่ 1 คือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม และพยัญชนะกักก้องมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยพยัญชนะกักก้องมีความชันของค่าความเข้มพลังลมของแต่ละคนตั้งแต่ 1.0 ถึง 5.9 พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมี

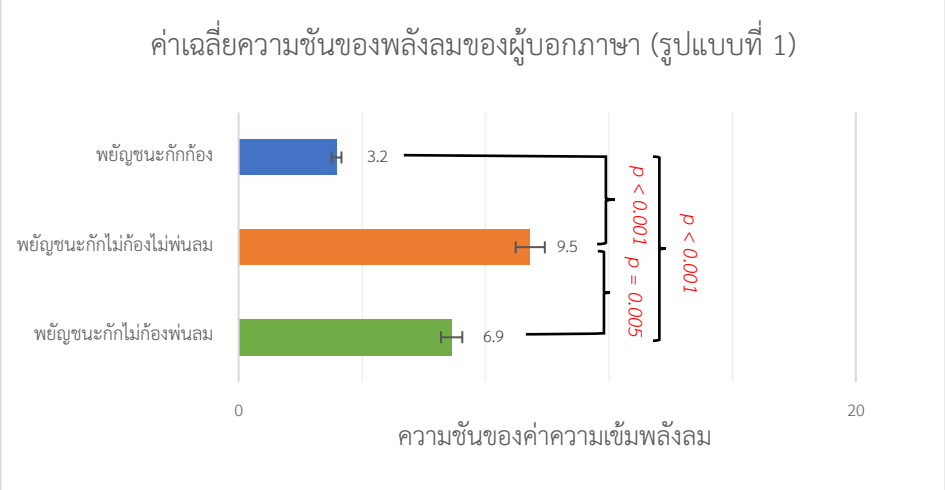
ความชันของค่าความเข้มพลังลมของแต่ละคนตั้งแต่ 7.0 ถึง 10.6 และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีความชันของค่าความเข้มพลังลมของแต่ละคนตั้งแต่ 3.2 ถึง 9.9



ภาพที่ 5.17: ความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษารูปแบบที่ 1

จากภาพที่ 5.17 ที่แสดงความชันของค่าความเข้มพลังลมผู้บอกภาษาแต่ละคนที่ออกเสียงพยัญชนะกักแต่ละประเภท เห็นได้ว่า ผู้บอกภาษาแต่ละคนมีความชันของค่าความเข้มพลังลมไปในส่วนใหญ่ไปในทิศทางเดียวกัน แม้ว่าจะมีการแปรค่าที่แท้จริงต่างกันแต่รูปแบบโดยรวมสอดคล้องกัน จึงนำผลของผู้บอกภาษาทั้งหมดมาเฉลี่ยรวมและนำเสนอในภาพที่ 5.18 สรุปได้ว่า ในรูปแบบที่ 1 พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย

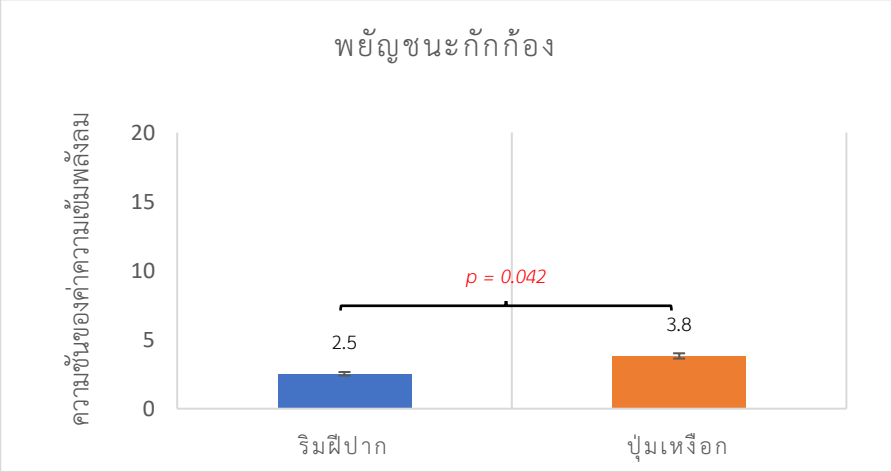
ความชันของค่าความเข้มพลังลม 9.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.9) มีค่าพิสัย 18.3 รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 6.9 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.7) มีค่าพิสัย 18.7 และพยัญชนะกักก้องมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 3.2 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.0) มีค่าพิสัย 13.3 โดยมีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ χ^2 (2) = 37.790 , $P < 0.001$



ภาพที่ 5.18: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษารูปแบบที่ 1

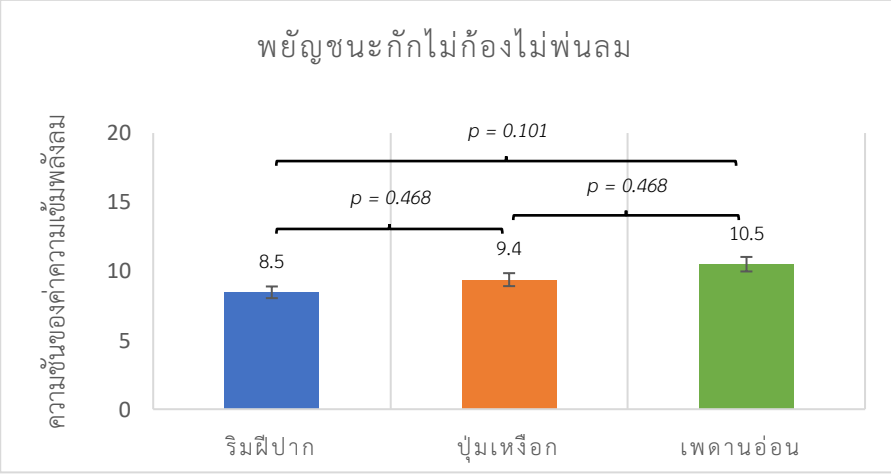
ในด้านผลวิเคราะห์เปรียบเทียบความชันของค่าความเข้มพลังลมตามตำแหน่งฐานกรณ์ของพยัญชนะกักผลการวิเคราะห์ดังกล่าวไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน เนื่องจากการแปรแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับประเภทของพยัญชนะกัก โดยการแปรดังกล่าวสามารถบ่งบอกได้ว่าอิทธิพลของตำแหน่งฐานกรณ์อาจไม่มีผลต่อระดับพลังงานการพุ่งของลมหายใจ ซึ่งรายละเอียดของความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละตำแหน่งฐานกรณ์จะนำเสนอแบ่งตามประเภทของพยัญชนะกักดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์ในการออกเสียงพยัญชนะกักก้อง พบว่าค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมของผู้บอกภาษามีความแตกต่างระหว่างฐานกรณ์ คือ ฐานกรณ์ปุ่มเหงือกมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากกว่าฐานกรณ์ริมฝีปาก โดยพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 2.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.4) มีค่าพิสัย 13.3 และพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 3.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.6) มีค่าพิสัย 9.9 ซึ่งความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวมีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฐานกรณ์ z = -2.035, P = 0.042 ดังปรากฏในภาพที่ 5.19



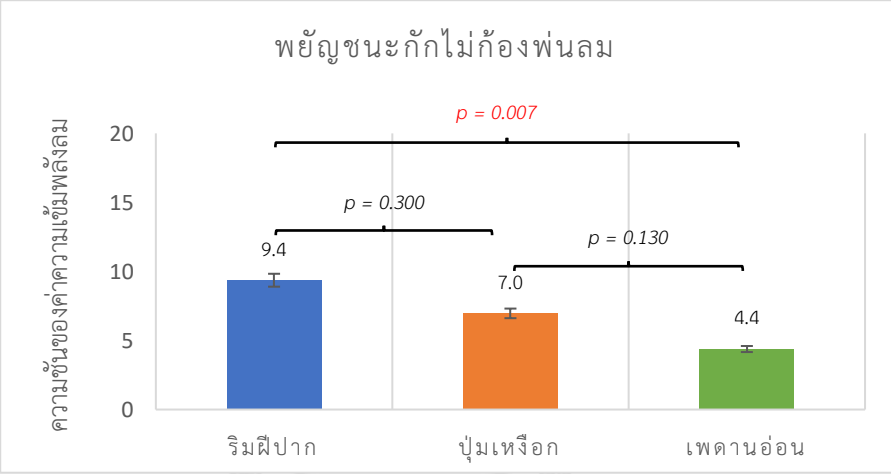
ภาพที่ 5.19: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักก้องของผู้บอกภาษา

ในส่วนของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมพบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 10.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.3) มีค่าพิสัย 17.0 รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือก โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 9.4 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.2) มีค่าพิสัย 16.6 และน้อยที่สุดคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปาก โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 8.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.0) มีค่าพิสัย 11.0 แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฐานกรณ์ χ^2 (2) = 2.511, P = 0.285 ดังปรากฏในภาพที่ 5.20



ภาพที่ 5.20: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมของผู้บอกภาษา

ในส่วนของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมพบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 9.4 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.1) มีค่าพิสัย 18.6 รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือก โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 7.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.5) มีค่าพิสัย 15.0 และน้อยที่สุดคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อน โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 4.4 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.1) มีค่าพิสัย 9.6 ซึ่งความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวมีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฐานกรณ์ χ^2 (2) = 7.238, P = 0.027 ดังปรากฏในภาพที่ 5.21



ภาพที่ 5.21: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมของผู้บอกภาษา

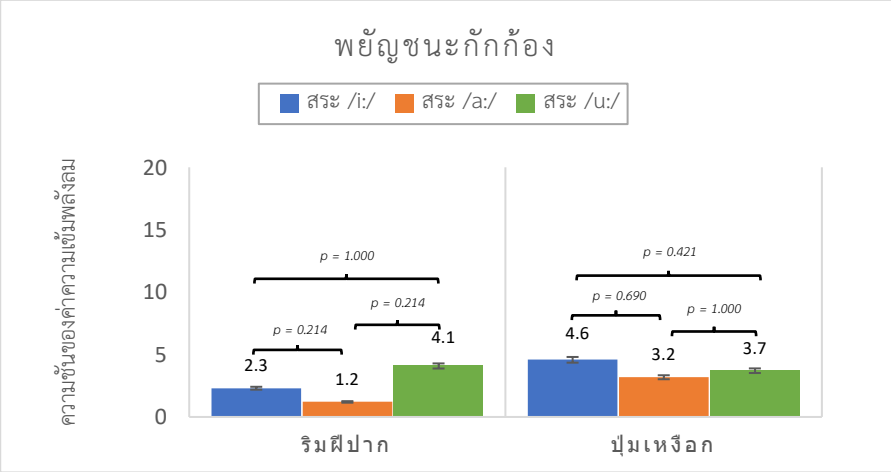
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นอกจากตำแหน่งฐานกรณ์ในแต่ละประเภทของพยัญชนะกัก เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระ พบว่า สระ /i:/ และ /u:/ มีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากกว่าสระ /a:/ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าลมหายใจอาจไม่ได้เป็นตัวชี้วัดของระดับพลังงานการพุ่งของลมหายใจ แต่เป็นปัจจัยด้านสรีระที่ส่งผลต่อระดับพลังงานการพุ่งของลมหายใจเนื่องจากสระสูงจะใช้พลังงานมากกว่าเพื่อให้มีความดังเชิงการรับรู้เทียบเท่าสระอื่น (Asadi et al., 2020) ซึ่งจะนำเสนอรายละเอียดของความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระแบ่งตามประเภทของพยัญชนะกักดังนี้

ผลการวิเคราะห์ความชันของค่าความเข้มพลังลมตามแต่ละสระในการออกเสียงพยัญชนะกักก้องพบความแตกต่างดังปรากฏในภาพที่ 5.22 พยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ

/u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 4.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.2) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /i:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 2.3 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.1) และพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 1.2 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.9) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 2.558, P = 0.278

พยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 4.6 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.3) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /u:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 3.7 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.7) และพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 3.2 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.7) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 0.780, P = 0.677



ภาพที่ 5.22: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักก้องของผู้บอกภาษา

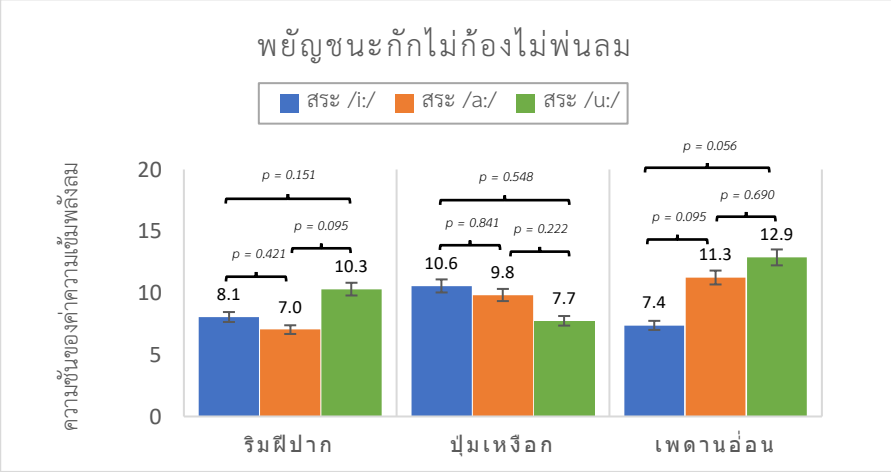
ในส่วนของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมตามแต่ละบริบทสระดังปรากฏในภาพที่ 5.23 พบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 10.3 (ค่าเบี่ยงเบน

มาตรฐาน 3.6) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /i:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 8.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.7) และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 7.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.2) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 4.340, P = 0.114

พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 10.6 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.2) รองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /a:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 9.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.4) และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 7.7 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.4) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 1.680, P = 0.432

พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 12.9 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.4) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /a:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 11.3 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.0) และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 7.4 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.0) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 5.040, P = 0.080

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



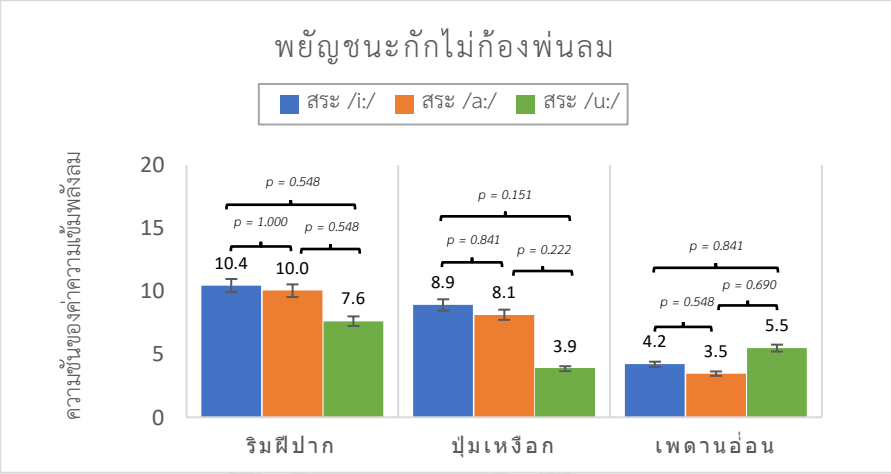
ภาพที่ 5.23: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมของผู้บอกภาษา

ในส่วนของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมตามแต่ละบริบทสระดังปรากฏในภาพที่ 5.24 พบว่าพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 10.4 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.1) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /a:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 10.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.5) และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 7.6 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.4) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 0.740, P = 0.691

พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 8.9 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.2) รองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /a:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 8.1 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.3) และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 3.9 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.2) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 3.020, P = 0.221

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 5.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.0) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /i:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมร้อยละ 4.2 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.7) และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 3.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.7) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 0.560, P = 0.756

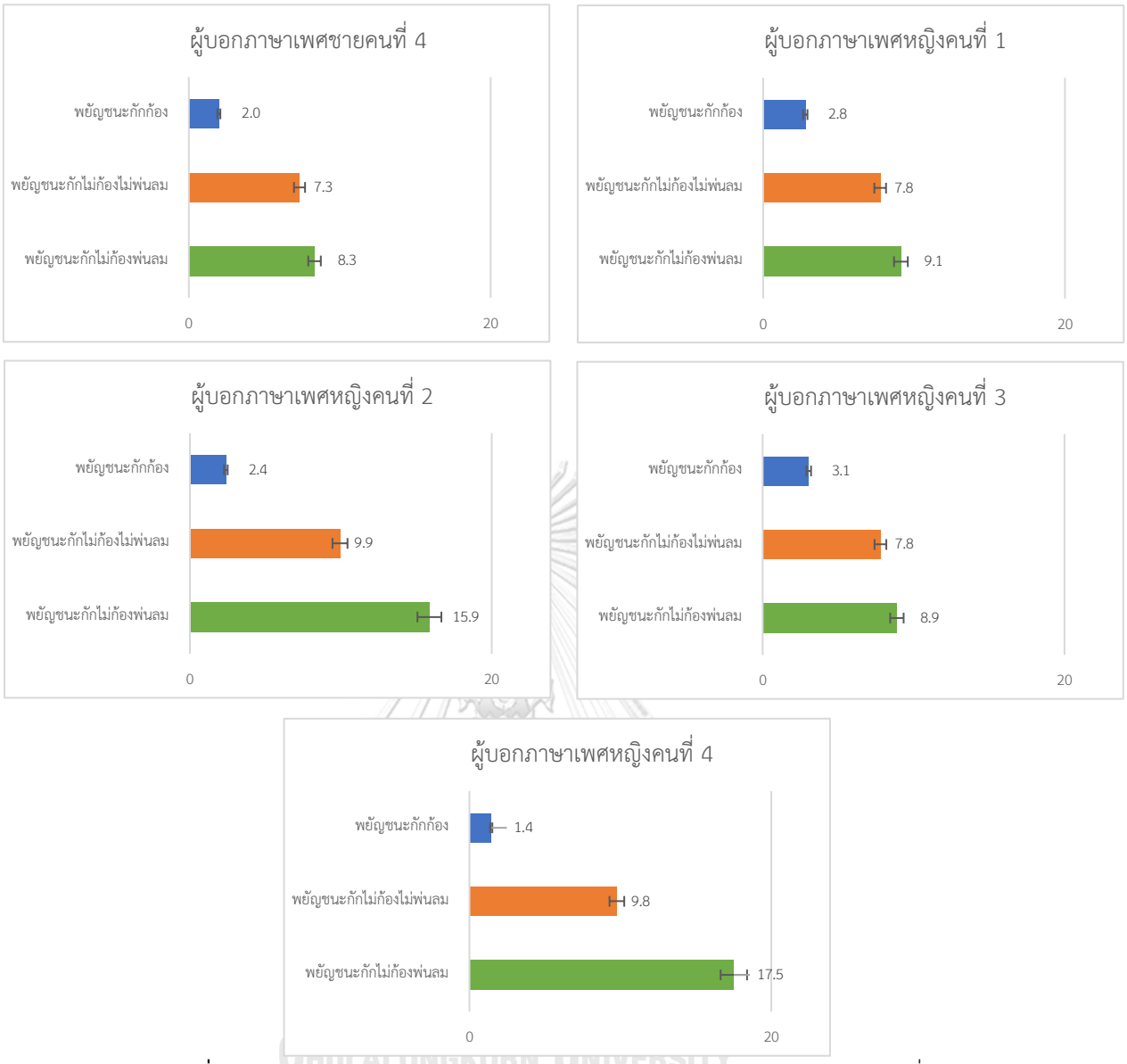


ภาพที่ 5.24: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมของผู้บอกภาษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.2.2 ความชันของค่าความเข้มพลังลมในรูปแบบที่ 2

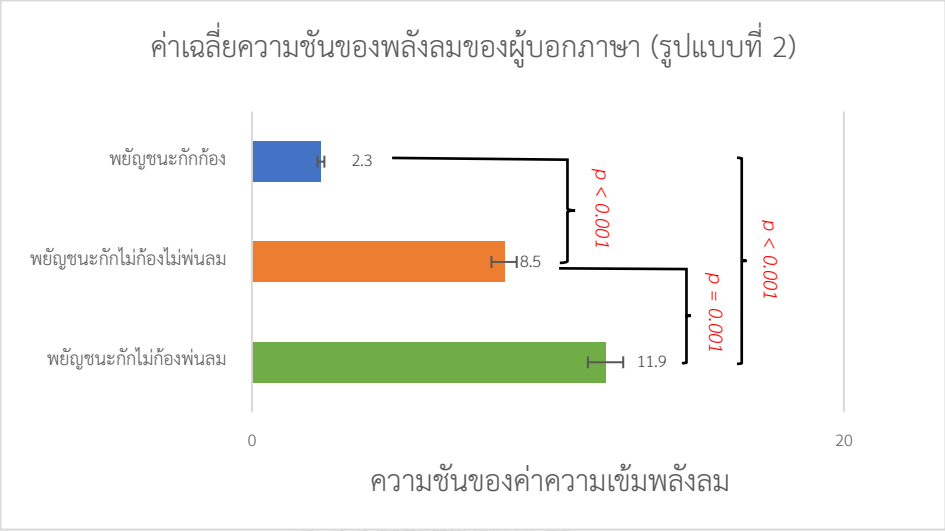
เมื่อพิจารณาดูลักษณะของผู้บอกภาษาแต่ละคนในการออกเสียงพยัญชนะกักพบผู้บอกภาษาจำนวน 5 คนที่มีความชันของค่าความเข้มพลังลมในรูปแบบที่ 2 คือ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม และพยัญชนะกักก้องมีความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยพยัญชนะกักก้องมีความชันของค่าความเข้มพลังลมของแต่ละคนตั้งแต่ 1.4 ถึง 3.1 พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีความชันของค่าความเข้มพลังลมของแต่ละคนตั้งแต่ 7.3 ถึง 9.9 และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีความชันของค่าความเข้มพลังลมของแต่ละคนตั้งแต่ 8.3 ถึง 17.5



ภาพที่ 5.25: ความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษารูปแบบที่ 2

จากภาพที่ 5.25 ที่แสดงความชันของค่าความเข้มพลังลมผู้บอกภาษาแต่ละคนที่ออกเสียงพยัญชนะกักแต่ละประเภท เห็นได้ว่า ผู้บอกภาษาแต่ละคนมีความชันของค่าความเข้มพลังลมไปในส่วนใหญ่ไปในทิศทางเดียวกัน แม้ว่าจะมีการแปรค่าที่แท้จริงต่างกันแต่รูปแบบโดยรวมสอดคล้องกัน จึงนำผลของผู้บอกภาษาทั้งหมดมาเฉลี่ยรวมและนำเสนอในภาพที่ 5.26 สรุปได้ว่า ในรูปแบบที่ 2 พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 11.9 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.2) มีค่าพิสัย 21.9 รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 8.5 (ค่าเบี่ยงเบน 4.5) มีค่าพิสัย 20.2 และพยัญชนะกักก้องมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย

ความชันของค่าความเข้มพลังลม 2.3 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.6) มีค่าพิสัย 6.1 โดยมีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ χ^2 (2) = 62.660, $P < 0.001$

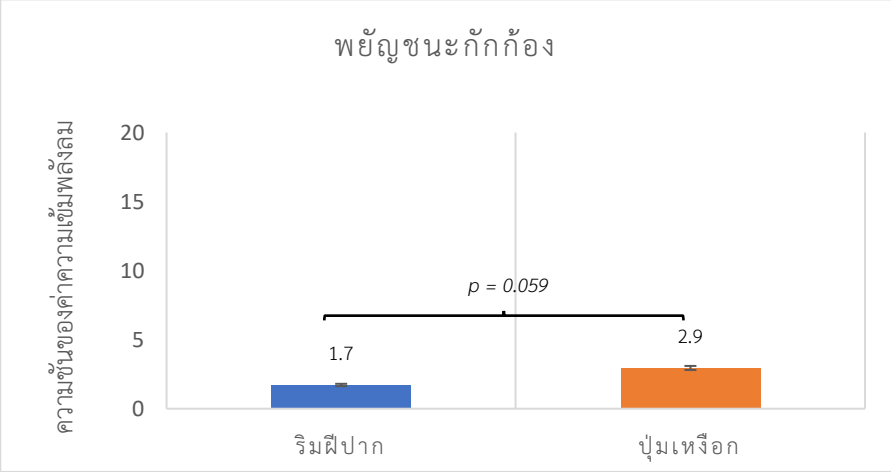


ภาพที่ 5.26: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักของผู้บอกภาษารูปแบบที่ 2

ในด้านผลวิเคราะห์เปรียบเทียบความชันของค่าความเข้มพลังลมตามตำแหน่งฐานกรณ์ของพยัญชนะกักผลการวิเคราะห์ดังกล่าวไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน เนื่องจากการแปรแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับประเภทของพยัญชนะกัก โดยการแปรดังกล่าวสามารถบ่งบอกได้ว่าอิทธิพลของตำแหน่งของฐานกรณ์อาจไม่มีผลต่อระดับพลังงานการพุ่งของลมหายใจ ซึ่งรายละเอียดของความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละตำแหน่งฐานกรณ์จะนำเสนอแบ่งตามประเภทของพยัญชนะกักดังต่อไปนี้

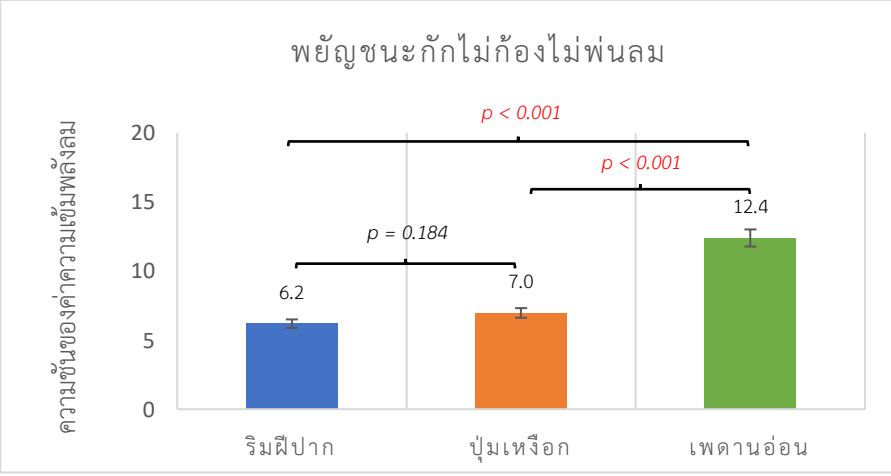
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิเคราะห์ในการออกเสียงพยัญชนะกักก้อง พบว่าค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมของผู้บอกภาษามีความแตกต่างระหว่างฐานกรณ์ คือ ฐานกรณ์ปุ่มเหงือกมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากกว่าฐานกรณ์ริมฝีปาก โดยพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 1.7 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.1) มีค่าพิสัย 2.9 และพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมร้อยละ 2.9 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.9) มีค่าพิสัย 6.0 จากค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า แม้ว่าค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมีความแตกต่างระหว่างฐานกรณ์ แต่ไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฐานกรณ์ z = -1.887, P = 0.059 ดังปรากฏในภาพที่ 5.27



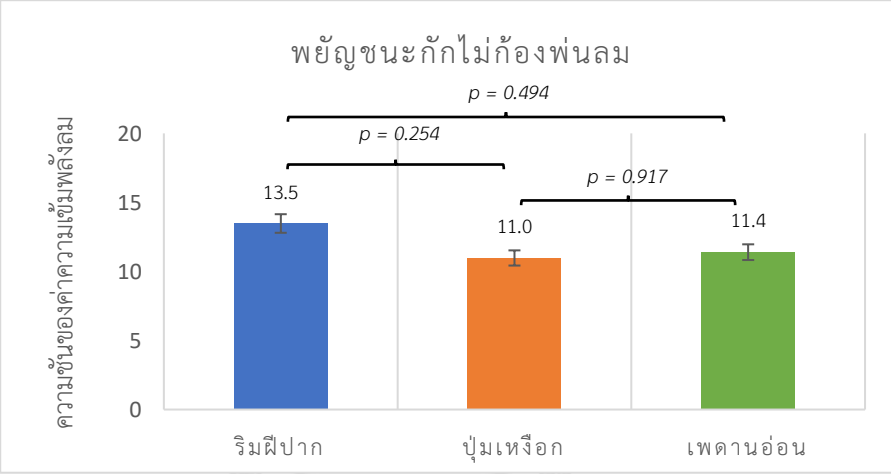
ภาพที่ 5.27: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักก้องของผู้บอกภาษา

ในส่วนของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมพบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 12.4 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.9) มีค่าพิสัย 18.3 รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือก โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 7.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.4) มีค่าพิสัย 9.3 และน้อยที่สุดคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปาก โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 6.2 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.0) มีค่าพิสัย 12.8 ซึ่งความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวมีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฐานกรณ์ χ^2 (2) = 17.010, $P < 0.001$ ดังปรากฏในภาพที่ 5.28



ภาพที่ 5.28: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมของผู้บอกภาษา

ในส่วนของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมพบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 13.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.2) มีค่าพิสัย 17.3 รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อน โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 11.4 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.7) มีค่าพิสัย 19.7 และน้อยที่สุดคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือก โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 11.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.8) มีค่าพิสัย 15.9 แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฐานกรณ์ χ^2 (2) = 1.129, P = 0.569 ดังปรากฏในภาพที่ 5.29



ภาพที่ 5.29: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละฐานกรณ์ของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมของผู้บอกภาษา

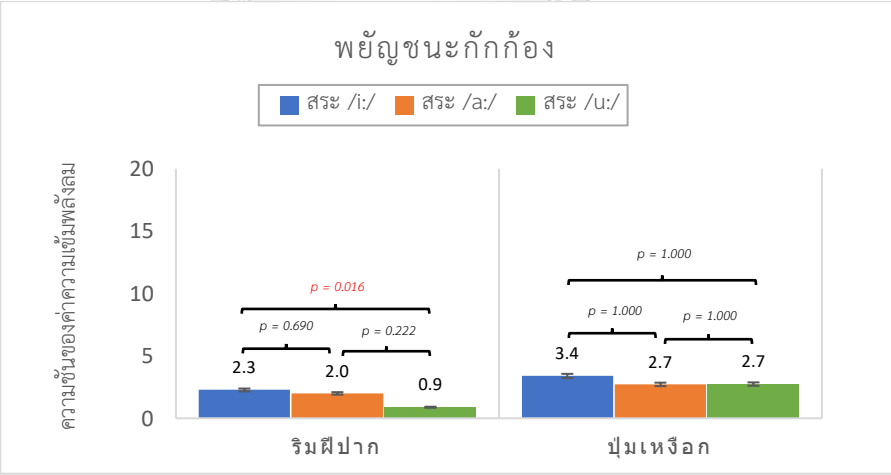
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นอกจากตำแหน่งฐานกรณ์ในแต่ละประเภทของพยัญชนะกัก เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระ พบว่า สระ /i:/ และ /u:/ มีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากกว่าสระ /a:/ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าลมหายใจอาจไม่ได้เป็นตัวชี้วัดของระดับพลังงานการพุ่งของลมหายใจ แต่เป็นปัจจัยด้านสรีระที่ส่งผลต่อระดับพลังงานการพุ่งของลมหายใจเนื่องจากสระสูงจะใช้พลังงานมากกว่าเพื่อให้มีความดังเชิงการรับรู้เทียบเท่าสระอื่น (Asadi et al., 2020) ซึ่งจะนำเสนอรายละเอียดของความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระแบ่งตามประเภทของพยัญชนะกักดังนี้

ผลการวิเคราะห์ความชันของค่าความเข้มพลังลมตามแต่ละสระในการออกเสียงพยัญชนะกักก้องพบความแตกต่างดังปรากฏในภาพที่ 5.30 โดยพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วย

สระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 2.3 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.8) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /a:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 2.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.4) และพยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 0.9 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.3) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 5.360, *P* = 0.069

พยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 3.3 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.7) ในขณะที่พยัญชนะกักก้องฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /a:/ และสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมีค่าเท่ากัน โดยเมื่อตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 2.7 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.4) และเมื่อตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 2.7 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.7) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 0.020, *P* = 0.990



ภาพที่ 5.30: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักก้องของผู้บอกภาษา

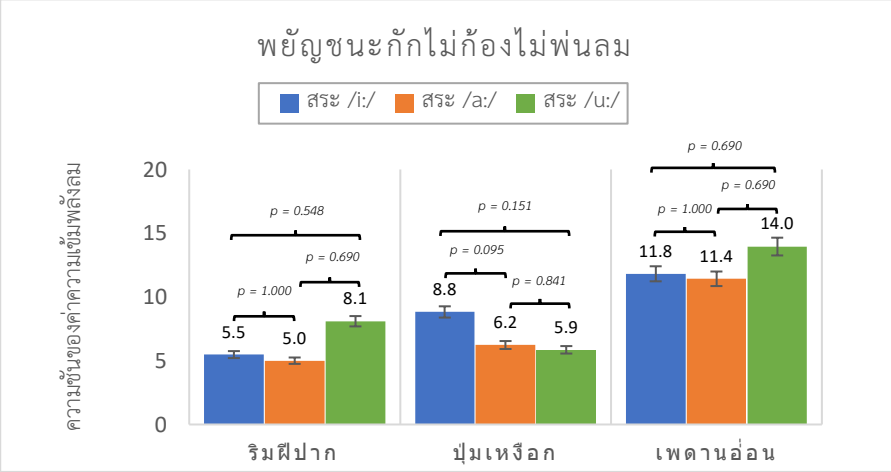
ในส่วนของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมตามแต่ละบริบทสระดังปรากฏในภาพที่ 5.31 พบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 8.1 (ค่าเบี่ยงเบน

มาตรฐาน 4.4) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /i:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 5.5 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.1) และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 5.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.0) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 0.540, P = 0.763

พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 8.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.2) รองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /a:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 6.2 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.1) และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 5.9 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.4) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 3.860, P = 0.145

พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 14.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.6) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /i:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 11.8 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.2) และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 11.4 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.0) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 0.380, P = 0.827

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



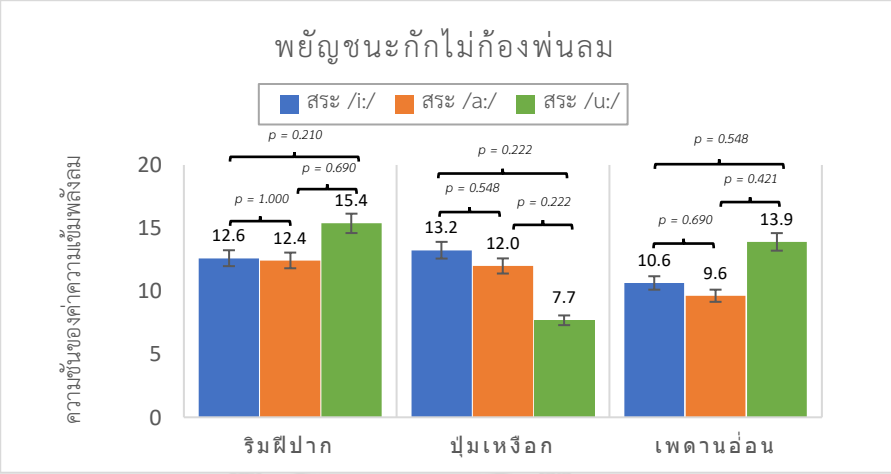
ภาพที่ 5.31: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมของผู้บอกภาษา

ในส่วนของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมตามแต่ละบริบทสระดังปรากฏในภาพที่ 5.32 พบว่าพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 15.4 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.3) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /i:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมร้อยละ 12.6 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.7) และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ริมฝีปากที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมร้อยละ 12.4 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.0) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 0.780, P = 0.677

พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /i:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 13.2 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.5) รองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /a:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมร้อยละ 12.0 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.4) และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์ปุ่มเหงือกที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมร้อยละ 7.7 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.6) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 2.780, P = 0.249

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /u:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 13.9 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.3) และรองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /i:/ โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมร้อยละ 10.6 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.4) และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมฐานกรณ์เพดานอ่อนที่ตามด้วยสระ /a:/ มีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลม 9.6 (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.7) แต่ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสระ χ^2 (2) = 1.040, P = 0.595



ภาพที่ 5.32: ค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละสระของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมของผู้บอกภาษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.3 การเปรียบเทียบความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักภาษาไทยของผู้บอกภาษาระหว่างสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระและสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ

จากการวิเคราะห์ความชันของค่าความเข้มพลังลมในช่วงเปิดฐานกรณ์จากการวัดหาความชันของพลังลมในช่วงระเบิดลมและช่วงการพ่นลมที่มีค่าระยะเวลาแบบปรับค่า ผลลัพธ์แสดงให้เห็นรูปแบบของความชันของค่าความเข้มพลังลมในการออกเสียงพยัญชนะกักในแต่ละสัทบริบท 2 รูปแบบเหมือนกัน คือ ในรูปแบบที่ 1 พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม และพยัญชนะกักก้องมีความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด ส่วนในรูปแบบที่ 2 พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม และพยัญชนะกักก้องมี

ความชันของค่าความเข้มพลังลมน้อยที่สุด ซึ่งค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักแต่ละประเภทมีความต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติดังรายละเอียดในหัวข้อที่ 5.1 และ 5.2

ในส่วนรายละเอียดค่าเฉลี่ยร้อยละความชันของค่าความเข้มพลังลม ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และพิสัยของการออกเสียงพยัญชนะกักแต่ละประเภทที่อยู่ในแต่ละสัทบริบทปรากฏในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1: ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าพิสัยของความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักภาษาไทย

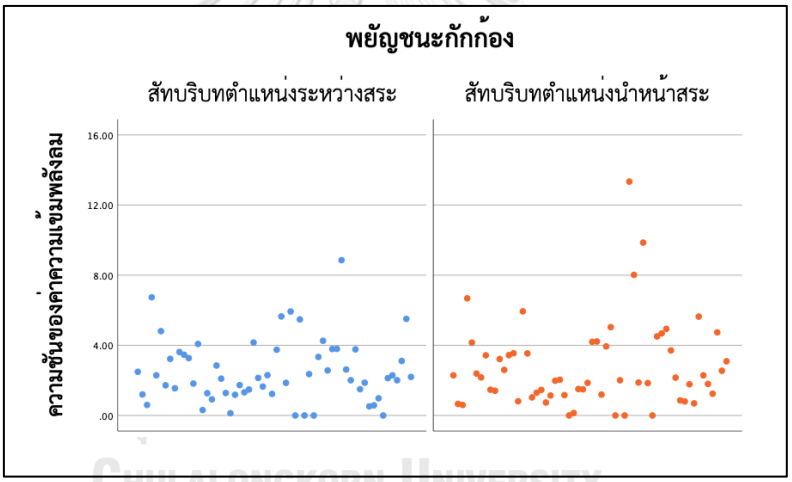
รูปแบบ	ประเภทของสัทบริบท	ประเภทของพยัญชนะกัก	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าพิสัย
รูปแบบที่ 1	สัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ	กักก้อง	2.3	1.7	5.9
		กักไม่ก้องไม่พ่นลม	8.8	3.5	16.5
		กันไม่ก้องพ่นลม	6.5	3.8	16.6
	สัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ	กักก้อง	3.1	3.0	13.3
		กักไม่ก้องไม่พ่นลม	9.4	3.9	18.3
		กันไม่ก้องพ่นลม	6.9	4.7	18.7
รูปแบบที่ 2	สัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ	กักก้อง	2.8	2.0	8.8
		กักไม่ก้องไม่พ่นลม	9.1	5.4	18.6
		กักไม่ก้องพ่นลม	12.9	5.6	25.1
	สัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ	กักก้อง	2.3	1.6	6.1
		กักไม่ก้องไม่พ่นลม	8.5	4.4	20.2
		กักไม่ก้องพ่นลม	11.9	5.2	21.9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางข้างต้น แม้ว่าในการเรียงลำดับค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมในพยัญชนะกักแต่ละประเภทจะมีการเรียงลำดับต่างกันระหว่างรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 แต่เมื่อพิจารณาสองรูปแบบในพยัญชนะกักประเภทเดียวกันจะเห็นได้ว่า ไม่มีความต่างของช่วงเมื่อเปรียบเทียบกัน รวมถึงรูปแบบการเรียงลำดับดังกล่าวปรากฏทั้งในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระและสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ ดังนั้น ในการเปรียบเทียบระหว่างสัทบริบทจะรวมผลค่าเฉลี่ยของผู้บอกภาษาในรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 เพื่อนำไปคำนวณหาค่าทางสถิติ และนำเสนอในแผนภาพกระจาย

จากการคำนวณหาค่าทางสถิติเปรียบเทียบระหว่างสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระกับสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ เมื่อพิจารณาพยัญชนะกักก้องจากภาพที่ 5.33 พบว่า ความชันของค่าความเข้มพลังลมในสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระมีการกระจายบนแผนภาพเท่ากับสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ และไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสัทบริบท z = -0.039, *P* = 0.969

เมื่อพิจารณาการกระจายดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า อิทธิพลของสัทบริบทไม่ได้เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความชันของค่าความเข้มพลังลม เนื่องจากพยัญชนะกักก้องใช้สัญญาณแถบความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์เป็นขอบเขตการแยกประเภท นอกจากนี้ สัญญาณแถบการระเบิดลมและช่วงการพ่นลมมักสั้นหรือไม่ปรากฏจึงส่งผลให้ความชันของค่าความเข้มพลังลมมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าพยัญชนะกักประเภทอื่น

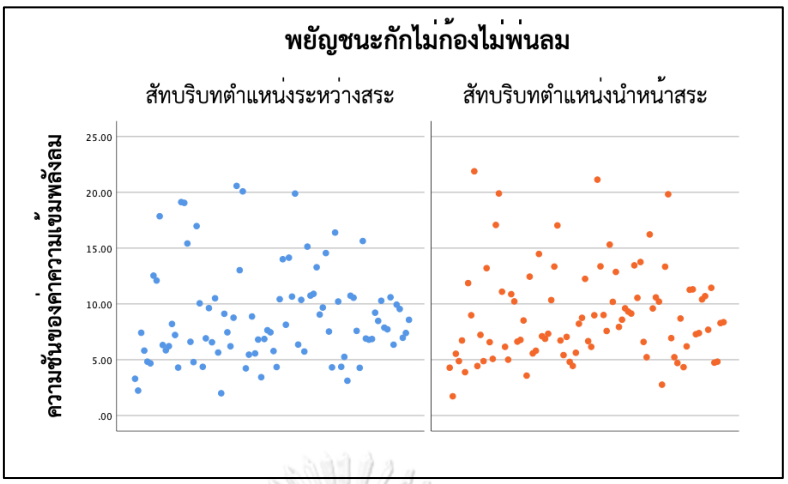


ภาพที่ 5.33: แผนภาพกระจายความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักก้องในแต่ละสัทบริบท

ในส่วนพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมในแต่ละสัทบริบทจากภาพที่ 5.34 พบว่า ความชันของค่าความเข้มพลังลมในสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระมีการกระจายบนแผนภาพเท่ากับสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ และไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสัทบริบท z = -0.172, *P* = 0.864

จากการพิจารณาความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมพบว่าการแปรของค่าทางกลสัทศาสตร์ดังกล่าวขึ้นอยู่กับการวัดช่วงการระเบิดลมและการพ่นลมในแต่ละช่วงระยะเวลาที่ปรับค่า โดยความต่างระหว่างแต่ละจุดของช่วงเวลาจะส่งผลให้มีความชันของค่าความเข้มแตกต่างกันไป ในขณะที่ปัจจัยด้านสัทบริบทไม่ส่งผลต่อค่าทางกลสัทศาสตร์ดังกล่าว

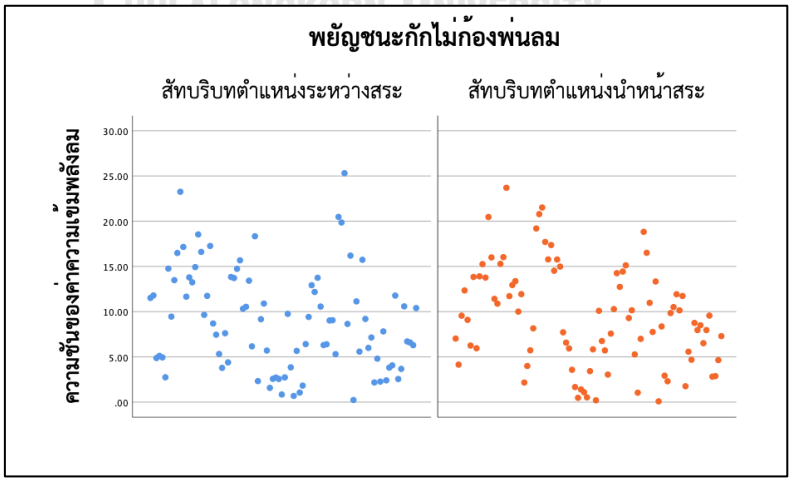
Chulalongkorn University



ภาพที่ 5.34: แผนภาพกระจายความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมในแต่ละสัทบริบท

ในส่วนพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมในแต่ละสัทบริบทจากภาพที่ 5.35 พบว่า ความชันของค่าความเข้มพลังลมในสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระมีการกระจายบนแผนภาพเท่ากับสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ และไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสัทบริบท $z = -0.576$, $P = 0.564$

จากการพิจารณาความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมพบว่าการแปรของค่าทางกลสัทศาสตร์ดังกล่าวมีลักษณะคล้ายกับพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมเนื่องจากใช้สัญญาณแถบการระเบิดลมและการพ่นลมในช่วงเปิดฐานกรณ์เป็นขอบเขตการแยกประเภท แต่ด้วยสัญญาณแถบที่มีความยาวมากกว่าจึงส่งผลต่อการแปรผันมากกว่าพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม



ภาพที่ 5.35: แผนภาพกระจายความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมในแต่ละสัทบริบท

5.4 ปฏิสัมพันธ์ของระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลมกับนัยยะต่อการแพร่ละอองลอย

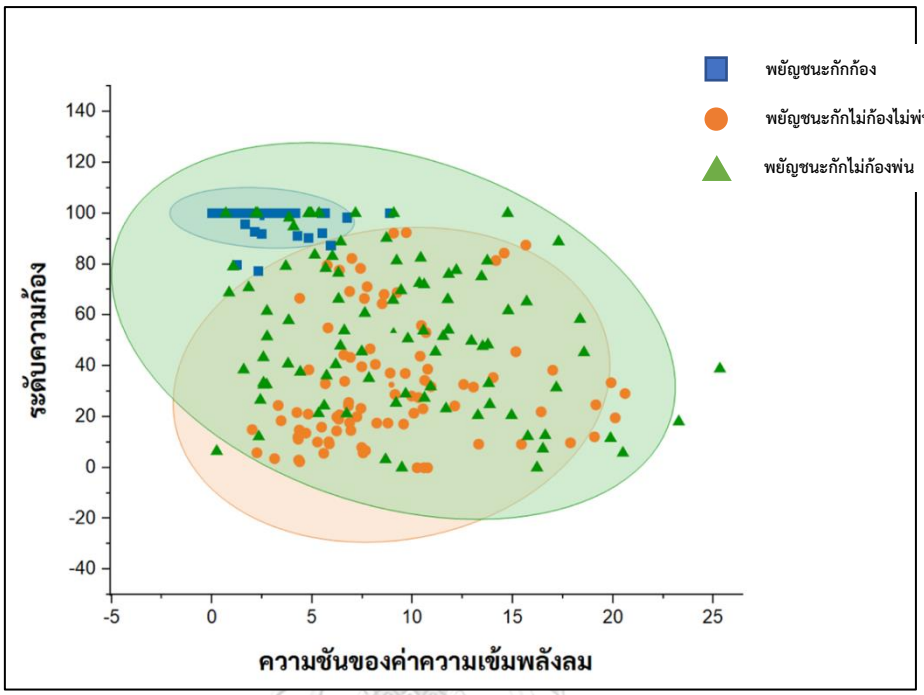
จากงานวิจัยของ Asadi et al. (2020) พิสูจน์ทราบกลไกที่เกี่ยวข้องกับการแพร่ละอองลอย ซึ่งผลชี้ให้เห็นว่าลักษณะการออกเสียงพยัญชนะกักส่งผลต่อการแพร่ละอองลอยมากที่สุด และความก้องที่เกิดจากการสั่นของเส้นเสียงที่มีเมือกปกคลุมอยู่เป็นกลไกในการผลิตละอองลอย และมีลมหายใจเป็นกลไกสำคัญในการแพร่ละอองลอยสู่บรรยากาศ (Asadi et al., 2020; Morawska et al., 2009; Wei & Li, 2016) โดยเฉพาะในการศึกษาของ Abkarian et al. (2020) ที่ชี้ให้เห็นถึงรูปแบบทิศทางของลมหายใจในการออกเสียงพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมว่ามีระยะทางซึ่งมีผลต่อการแพร่ของละอองลอยมากกว่าพยัญชนะกักก้อง

เมื่อพิจารณาเฉพาะความชันของค่าความเข้มพลังลมกับนัยยะของการแพร่ละอองลอยในด้านพาหะนำพาละอองลอย ผลวิเคราะห์ของความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละพยัญชนะกักเมื่อนำไปไล่ระดับแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยอนุมานได้ว่า พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมและพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมจะมีแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยมากที่สุด ขณะที่พยัญชนะกักก้องจะมีแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยน้อยที่สุด ในส่วนการไล่ระดับแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยเปรียบเทียบระหว่างสัทบริบทอนุมานได้ว่า สัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระและตำแหน่งนำหน้าสระจะมีแนวโน้มของการแพร่ละอองลอยระดับเดียวกันในทุกประเภทของพยัญชนะกัก

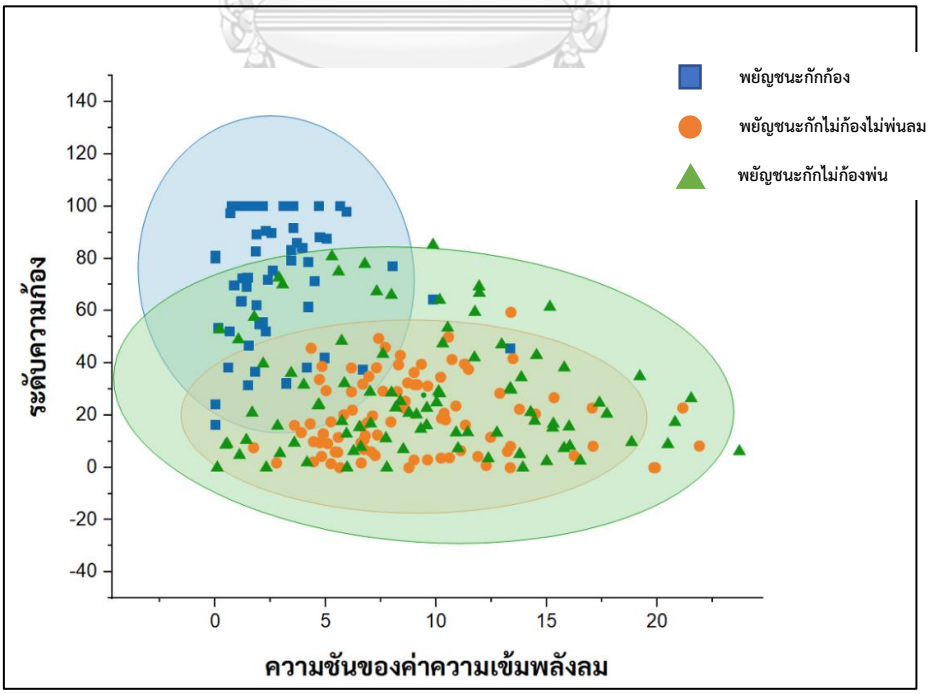
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากผลการวิเคราะห์ของระดับความก้องในบทที่ 4 และความชันของค่าความเข้มพลังลมในบทนี้ที่มีผลต่อการผลิตและการนำพาละอองลอย เมื่อไล่ระดับแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยจากค่าทางกลสัทศาสตร์ทั้งสองเพื่อหาลักษณะการแพร่ละอองลอยที่อาจเกิดขึ้นในขณะออกเสียงพยัญชนะกักภาษาไทยที่มีตำแหน่งฐานกรณ์และสัทบริบทที่แตกต่างกัน อนุมานได้ว่าประเภทของพยัญชนะกักที่จะมีแนวโน้มของการแพร่ละอองลอยมากที่สุด คือ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม เนื่องจากระดับความก้องสามารถเพิ่มขึ้นได้ในระดับเดียวกับพยัญชนะกักก้อง รวมถึงความชันของค่าความเข้มพลังลมก็มีมากเมื่อเทียบกับพยัญชนะกักประเภทอื่น ซึ่งบ่งบอกถึงละอองลอยที่เพิ่มจำนวนขึ้นและถูกนำพาไปได้ในระยะไกล รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม ในขณะที่พยัญชนะกักก้องจะมีแนวโน้มของการแพร่ละอองลอยน้อยที่สุด เนื่องจากมีความชันของค่าความเข้ม

น้อยที่สุดถึงแม้จะมีระดับความก้องมากที่สุดก็ตาม ดังปรากฏในสัทบริตำแหน่งระหว่างสระในภาพที่ 5.36 และสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระในภาพที่ 5.37



ภาพที่ 5.36: แผนภาพกระจายปฏิสัมพันธ์ของระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลมในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ



ภาพที่ 5.37: แผนภาพกระจายปฏิสัมพันธ์ของระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลมในสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ

5.5 สรุป

จากผลการศึกษาหาความชันของค่าความเข้มพลังลมในการออกเสียงพยัญชนะกักภาษาไทย พบว่าในการเปรียบเทียบระหว่างสองสัทบริบท คือ สัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ และสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระไม่พบความต่างระหว่างกันในทุกประเภทของพยัญชนะกัก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสัทบริบทไม่ได้มีผลต่อการแปรระดับพลังงานการพุ่งของลมหายใจในขณะออกเสียงพยัญชนะกักภาษาไทย

เมื่อเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ของพยัญชนะกักแต่ละประเภทพบว่าสอดคล้องกับการศึกษาในอดีตที่พยัญชนะกักไม่ก้องจะมีช่วงระยะเวลาในการระเบิดลมและการพ่นลม รวมถึงอัตราการไหลของลมมากกว่าพยัญชนะกักก้อง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบว่า สัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระและสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระมีรูปแบบการเรียงลำดับความชันของค่าความเข้มพลังลมในแต่ละพยัญชนะกัก 2 รูปแบบเหมือนกันแม้ว่าจะมีความแตกต่างในเรื่องจำนวนผู้บอกภาษา ใน*รูปแบบที่ 1* พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม และน้อยที่สุดคือพยัญชนะกักก้อง ในขณะที่*รูปแบบที่ 2* พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม และน้อยที่สุดคือพยัญชนะกักก้อง

เมื่อพิจารณาจากระหว่างเปรียบเทียบพยัญชนะกักไม่ก้องทั้ง 2 ประเภทจากผลการวิเคราะห์ พบว่า ความชันของค่าความเข้มพลังลมของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมสามารถมีระดับเท่ากับพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมเนื่องจากการแปรปรวนของระดับพลังงานการพุ่งของลมหายใจในช่วงการระเบิดลมและการพ่นลมที่น้อยกว่า ในขณะที่พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมที่มีการแปรปรวนมากมีความชันของค่าความเข้มพลังลมลดลงเช่นกัน ซึ่งลักษณะดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าช่วงค่าเวลาของการระเบิดลมและการพ่นลมไม่ได้เป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการพุ่งของลมหายใจ แต่เป็นพลังงานที่เกิดขึ้นในช่วงดังกล่าวที่มีผลต่อการพุ่งของลมหายใจ

ในส่วนของตำแหน่งฐานกรณ์พบว่าไม่มีความสอดคล้องกับสมมติฐานของการศึกษาครั้งนี้ กล่าวคือ ตำแหน่งฐานกรณ์มีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุดแตกต่างกัน โดยพยัญชนะกักก้องพบในฐานกรณ์ปุ่มเหงือก พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมพบในฐานกรณ์เพดานอ่อน และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมพบในฐานกรณ์ริมฝีปาก ซึ่งลักษณะดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าตำแหน่งฐานกรณ์ไม่ได้เป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อระดับพลังงานของการพุ่งของลมหายใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เมื่อพิจารณาร่วมกับสระที่ตามมาพบว่า ความชันของค่าความเข้มพลังลมมีความแตกต่างตามตำแหน่งฐานกรณ์ โดยฐานกรณ์ริมฝีปากสระ /uː/ จะมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุดยกเว้นในพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม ในส่วนของฐานกรณ์ปุ่มเหงือกส่วนมากสระ /iː/ จะมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด และฐานกรณ์เพดานอ่อนสระ /uː/ จะมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด แต่ความแตกต่างดังกล่าวไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสระ ซึ่งลักษณะดังกล่าวอาจเกิดขึ้นจากการใช้พลังงานที่แตกต่างกันในด้านสรีระของสระที่ตามมา เช่น /iː/ ที่เป็นสระสูงจะใช้พลังงานมากกว่าเพื่อให้มีความดังเชิงการรับรู้เทียบเท่าสระอื่น (Asadi et al., 2020)

จากข้างต้น เมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ของระดับความก้องในบทที่ 4 และความชันของค่าความเข้มพลังลมในบทนี้เชื่อมโยงกับนัยยะของการแพร่ละอองลอยจึงอนุมานได้ว่าจึงอนุมานได้ว่าในแต่ละสัทบริบท พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมจะมีแนวโน้มการแพร่ละอองลอยมากที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม ขณะที่พยัญชนะกักก้องจะมีแนวโน้มการแพร่ละอองลอยน้อยที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
สรุปและอภิปรายผล

6.1 สรุปผล

จากข้อค้นพบในอดีตที่ชี้ให้เห็นถึงลักษณะเฉพาะของพยัญชนะกักแต่ละประเภท ซึ่งพิจารณาในภาษาไทย พยัญชนะกักแบ่งเป็น 3 ประเภทจากลักษณะทางกลศาสตร์ ได้แก่ พยัญชนะกักก้องที่ปรากฏค่าความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมที่ปรากฏช่วงการระเบิดลมและการพ่นลมในช่วงเปิดฐานกรณ์ แต่ข้อค้นพบดังกล่าวจำกัดอยู่แค่คำพูดเดี่ยวเท่านั้น ขณะที่ในคำพูดต่อเนื่องลักษณะดังกล่าวสามารถแปรต่างจากคำพูดเดี่ยวขึ้นอยู่กับเสียงที่ปัจจัยแวดล้อม

ด้วยข้อค้นพบข้างต้น การศึกษาครั้งนี้จะหาการแปรสัทลักษณะของพยัญชนะกักภาษาไทยที่มีฐานกรณ์และสัทบริบทที่ต่างกัน รวมถึงจะนำผลที่ได้จากวิเคราะห์ระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลมมาเชื่อมโยงกับนัยยะของการแพร่ละอองลอยในอดีตเพื่อหาแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยที่อาจเกิดขึ้นเฉพาะในภาษาไทย

ผลจากการวิเคราะห์ระดับความก้อง พบว่า เมื่อเรียงระดับความก้องของพยัญชนะกักภาษาไทยแต่ละประเภทมาเรียงจากมากไปน้อย พยัญชนะกักก้องมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม และน้อยที่สุดคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม ในขณะตำแหน่งฐานกรณ์และสระแวดล้อมไม่มีผลต่อการแปรระดับความก้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในด้านของสระพบว่าสระสูงมีแนวโน้มที่จะมีระดับความก้องเพิ่มขึ้นมากกว่าสระต่ำ นอกจากนี้ในด้านสัทบริบท พบว่า สัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระมีระดับความก้องมากกว่าสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระในทุกประเภทของพยัญชนะกัก

ในส่วนผลการวิเคราะห์ความชันของค่าความเข้มพลังลม เมื่อนำมาเรียงลำดับตามประเภทของพยัญชนะกักจากมากไปน้อยมี 2 รูปแบบ กล่าวคือ ใน*รูปแบบที่ 1* พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม และน้อยที่สุดคือพยัญชนะกักก้อง ใน*รูปแบบที่ 2* พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีค่าเฉลี่ยความชันของค่าความเข้มพลังลมมากที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม และน้อยที่สุดคือพยัญชนะกักก้อง ในขณะที่ตำแหน่งฐานกรณ์และสระแวดล้อมไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มี

ข้อสังเกตในด้านของสระเนื่องจากสระสูงมีความชันของค่าความเข้มพลังลมมากกว่าสระต่ำ นอกจากนี้ ในด้านสัทบริบท พบว่า สัทบริบทตำแหน่งทั้งสองไม่มีความแตกต่างระหว่างกัน

เมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ของระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลมเชื่อมโยงกับนัยยะของการแพร่ละอองลอย การศึกษาของ Asadi et al. (2020) ชี้ให้เห็นถึงค่าความก้องที่เป็นกลไกสำคัญในการผลิตละอองลอยและถูกนำพาออกมาด้วยลมหายใจ ซึ่งเมื่อนำผลจากการวิเคราะห์การแปรสัทลักษณะของพยัญชนะกักภาษาไทยในการศึกษาครั้งนี้มาไล่ระดับแนวโน้มของการแพร่ละอองลอยอนุมานได้ว่า พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมจะมีแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยมากที่สุดเนื่องจากระดับความก้องสามารถเพิ่มขึ้นได้ในระดับเดียวกับพยัญชนะกักก้อง รวมถึงความชันของค่าความเข้มพลังลมก็มีมากเมื่อเทียบกับพยัญชนะกักประเภทอื่น ซึ่งบ่งบอกถึงละอองลอยที่เพิ่มจำนวนขึ้นและถูกนำพาไปได้ในระยะไกล รองลงมาคือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม และพยัญชนะกักก้องจะมีแนวโน้มของการแพร่ละอองลอยน้อยที่สุด เนื่องจากมีความชันของค่าความเข้มน้อยที่สุด ถึงแม้จะมีระดับความก้องมากที่สุดก็ตาม

6.2 อภิปรายผล

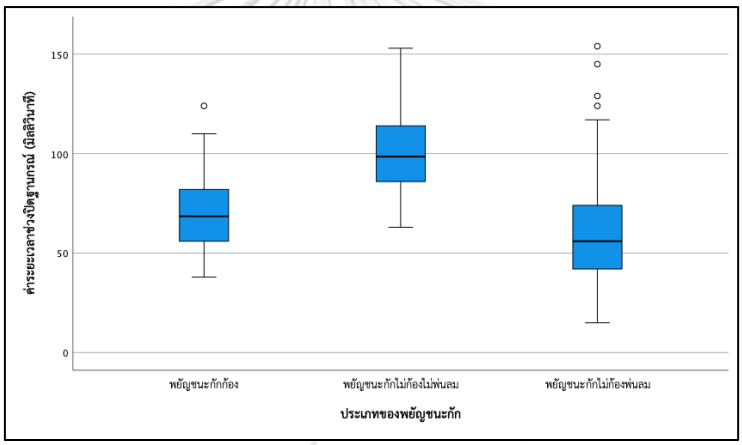
การศึกษาการแปรสัทลักษณะของพยัญชนะกักก้องและไม่ก้องภาษาไทยที่มีฐานกรณ์และปรากฏในสัทบริบทที่แตกต่างกัน ซึ่งมุ่งเน้นวิเคราะห์ในประเด็น (1) ค่าความก้อง และ (2) ค่าความเข้มพลังลมเพื่อนำมาเชื่อมโยงกับนัยยะของการแพร่ละอองลอย จากผลการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงการแปรระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลมในการออกเสียงพยัญชนะกักก้องและไม่ก้องภาษาไทยที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ พบข้อสังเกตของความต่างระหว่างผู้บอกภาษาเพศชายและเพศหญิงในด้านระดับความก้อง โดยแต่ละประเด็นจะอภิปรายต่อไป ดังนี้

เมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์การแปรของระดับความก้องแต่ละประเภทของพยัญชนะกัก พบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องภาษาไทยมีระดับความก้องเพิ่มขึ้นในช่วงปิดฐานกรณ์มีความสอดคล้องกับการศึกษาวิจัยในอดีต (Deterding & Nolan, 2007) แต่การแปรดังกล่าวไม่เป็นไปตามสมมติฐานเนื่องจากพยัญชนะกักมีขอบเขตการแยกประเภทเฉพาะในภาษาไทย กล่าวคือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมและพยัญชนะกักไม่ก้องมีลักษณะช่วงเปิดฐานกรณ์คล้ายกัน หากมีการแปรระดับความก้องของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมเพิ่มขึ้นเทียบเท่าพยัญชนะกักก้องจะส่งผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

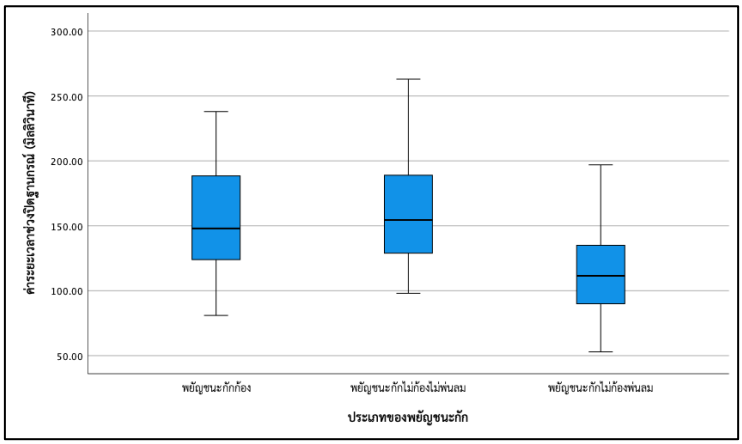
ต่อการรับรู้เสียง ในขณะที่พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมใช้สัญญาณแถบการพ่นลมเพื่อบ่งบอกลักษณะจึงสามารถเพิ่มขึ้นได้ในระดับเดียวกับพยัญชนะกักก้อง

จากผลการศึกษาข้างต้น เมื่อพิจราณาในช่วงค่าเวลาปิดฐานกรณ์ของพยัญชนะกักแต่ละประเภทแสดงให้เห็นว่า พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีช่วงค่าเวลาปิดฐานกรณ์สั้นกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับพยัญชนะกักประเภทอื่นซึ่งสอดคล้องกับพัทธนันท์ หาญชาญเวช (2562) แต่แตกต่างจากข้อค้นพบในการศึกษาอื่นที่ชี้ให้เห็นว่าพยัญชนะกักไม่ก้องจะมีช่วงค่าเวลาปิดฐานกรณ์ยาวกว่าพยัญชนะกักก้อง (Coretta, 2019) ซึ่งลักษณะดังกล่าวบ่งบอกว่าพยัญชนะกักมีขอบเขตการแยกประเภทที่เฉพาะในภาษาไทยซึ่งอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้การแปรระดับความก้อง โดยช่วงค่าเวลาปิดฐานกรณ์ของแต่ละประเภทแสดงในภาพที่ 6.3 และ 6.4



ภาพที่ 6.1: แผนภาพกล่องของค่าระยะเวลาช่วงปิดฐานกรณ์ของพยัญชนะกักแต่ละประเภทในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 6.2: แผนภาพกล่องของค่าระยะเวลาช่วงปิดฐานกรณ์ของพยัญชนะกักแต่ละประเภทในสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ

ด้านผลการวิเคราะห์การแปรตามตำแหน่งฐานกรณ์และสระแวดล้อมพบว่า ไม่เป็นไปตามสมมติฐาน กล่าวคือ ในแต่ละประเภทของพยัญชนะกักมีการแปรแตกต่างกันไปทั้งในผลวิเคราะห์ของการระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลม ซึ่งลักษณะดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าตำแหน่งฐานกรณ์ไม่ได้เป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่าทางกลสัทศาสตร์ทั้งสองในการศึกษาครั้งนี้

ในส่วนของสระพบแนวโน้มการแปรของระดับความก้องที่เพิ่มขึ้นเมื่อตามด้วยสระสูงซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในอดีตที่สระสูงจะส่งผลให้พยัญชนะกักมีค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องยาวกว่าสระต่ำ (Du & Zhang, 2020) ซึ่งในส่วนของผลการวิเคราะห์ความชันของค่าความเข้มพลังลมพบแนวโน้มดังกล่าวเช่นกัน โดยการที่ความชันของค่าความเข้มพลังลมไม่เป็นไปตามสมมติฐานในการศึกษาครั้งนี้อาจเป็นเพราะลมหายใจไม่ได้เป็นตัวชี้วัดของระดับพลังงานการพุ่งของลมหายใจ แต่เป็นปัจจัยด้านสรีระที่ส่งผลต่อระดับพลังงานการพุ่งของลมหายใจเนื่องจากสระสูงจะใช้พลังงานมากกว่าเพื่อให้มีความดังเชิงการรับรู้เทียบเท่าสระอื่น (Asadi et al., 2020) รวมถึงการที่แต่ละสระในแต่ละตำแหน่งฐานกรณ์อาจมีผลมาจากการกลมกลืนระหว่างสองเสียง (coarticulation) จึงสะดวกต่อการออกเสียงมากกว่าตามสระอื่น

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสัทบริบท พบว่า สัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระจะมีผลต่อระดับความก้องที่เพิ่มขึ้นในช่วงปิดฐานกรณ์มากกว่าสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระเนื่องจากความต่อเนื่องของความก้องที่เกิดจากสระแวดล้อม ขณะที่สัทบริบทตำแหน่งนำหน้าได้รับความไม่ก้องของพยัญชนะกักท้ายพยางค์จึงส่งผลให้ความก้องในช่วงปิดฐานกรณ์น้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่พยัญชนะกักก้องจะสูญความก้องเมื่ออยู่ในแวดล้อมที่ไม่ก้อง (Abdelli-Beruh, 2004) และเมื่ออยู่ในแวดล้อมเสียงก้องพยัญชนะกักไม่ก้องจะมีความก้องเพิ่มขึ้น (Jacewicz et al., 2009)

นอกจากนี้ จากการพิจารณาแผนภาพคลื่นเสียงพบว่าความก้องที่ปรากฏในช่วงปิดฐานกรณ์ได้รับอิทธิพลจากสระด้านหน้าทั้งในสัทบริบทตำแหน่งทั้งสอง เพื่อพิสูจน์ประเด็นดังกล่าวจึงได้มีการหาค่าความเข้มในช่วงปิดฐานกรณ์ ณ จุดทุกร้อยละ 10 ของค่าระยะเวลาแบบปรับค่า และนำไปตีสมการเส้นตรงแล้วนำผลบวกลบของค่าสัมประสิทธิ์ในการบอกทิศทางอิทธิพลของสระ ผลแสดงให้เห็นว่า สัทบริบทตำแหน่งทั้งสองมีผลของอิทธิพลทิศทางของสระเป็นลบ กล่าวคือ ความก้องของสระด้านหน้าส่งผลให้ระดับความก้องเพิ่มขึ้นมากกว่าสระด้านหลัง ยกเว้นในพยัญชนะกักก้องในสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระที่มีผลของอิทธิพลทิศทางของสระเป็นบวก เนื่องจากความก้องเป็นลักษณะของพยัญชนะกักก้องจึงส่งผลให้เกิดความต่อเนื่องกับสระด้านหลัง ดังปรากฏในตารางที่ 6.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประเภทของพยัญชนะกัก	สัทบริบท	
	ตำแหน่งระหว่างสระ	ตำแหน่งนำหน้าสระ
พยัญชนะกักก้อง	-	+
พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม	-	-
พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม	-	-

ตารางที่ 6.1: อิทธิพลทิศทางของสระในแต่ละประเภทของพยัญชนะกักที่ปรากฏในสัทบริบทตำแหน่งระหว่างสระและสัทบริบทตำแหน่งนำหน้าสระ

ด้านผลการวิเคราะห์ความชันของค่าความเข้มพลังลม พบว่า พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมและพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีความชันของค่าความเข้มพลังลมในระดับเดียวกันซึ่งต่างจากการศึกษาค่าช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องที่ชี้ให้เห็นถึงช่วงเวลาการพ่นลมที่แตกต่างระหว่างพยัญชนะกักสองประเภทในภาษาไทย ลักษณะดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อความชันของค่าความเข้มพลังลมไม่ใช่ช่วงเวลาการพ่นลมหรืออัตราการไหลของลม แต่เป็นระดับพลังงานที่เกิดขึ้นในขณะออกเสียงพยัญชนะกัก รวมถึงการแปรปรวนของพลังงานในการออกเสียงก็มีผลให้ความชันของค่าความเข้มพลังลมแตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์แนวโน้มของการแพร่ละอองลอยระหว่างระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลมในการศึกษาครั้งนี้ที่เป็นกลไกของการแพร่ละอองลอยตามการศึกษาในอดีต (Asadi et al., 2020; Morawska et al., 2009; Wei & Li, 2016) พบว่าไม่เป็นไปตามสมมติฐานของการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากเมื่อไล่ระดับแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยพบว่าพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมกับพยัญชนะกักก้องแตกต่างกัน กล่าวคือ พยัญชนะกักก้องมีการแพร่กระจายได้น้อยเนื่องจากมีการพุ่งของลมหายใจน้อยกว่าพยัญชนะกักอื่น ในขณะที่พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมีความชันของค่าความเข้มพลังลมในช่วงเดียวกันกับพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมแต่มีระดับความก้องน้อยที่สุดซึ่งสะท้อนถึงจำนวนละอองลอยที่น้อยเช่นกัน

นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบระดับความก้องระหว่างผู้บอกภาษาเพศชายและผู้บอกภาษาเพศหญิงเห็นได้ว่า ผู้บอกภาษาเพศชายมีค่าเฉลี่ยระดับความก้องมากกว่าผู้บอกภาษาเพศหญิงในแต่ละประเภทของพยัญชนะกักและสัทบริบท ซึ่งข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับการศึกษาในอดีตเนื่องจากเพศเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อคุณสมบัติความก้องได้เนื่องจากเพศชายมีช่องเหนือเส้นเสียงใหญ่กว่าเพศหญิงซึ่งช่วยในเรื่องความดันของในช่องเหนือเส้นเสียงและช่องใต้เส้นเสียง (supra- and subglottal) และการสั่นของเส้นเสียง (Oh, 2011)

จากการอภิปรายผลการวิเคราะห์ระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลมในการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า ค่าทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักภาษาไทยมีการแปรตามอิทธิพลแวดล้อมซึ่งส่งผลให้แตกต่างจากลักษณะเฉพาะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักภาษาไทย อีกทั้งตัวแปรทางเพศก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแปรค่าทางกลสัทศาสตร์ จึงเป็นไปได้ที่ปัจจัยอื่นก็สามารถส่งผลต่อการแปร เช่น อายุ สำเนียง อาชีพ นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ของระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลมเชื่อมโยงกับนัยยะของการแพร่ละอองลอย ผลการไล่ระดับแนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยในการศึกษาครั้งนี้ช่วยชี้ให้เห็นความน่าจะเป็นของการแพร่เชื้อโรคที่สามารถเกิดขึ้นเฉพาะในบริบทภาษาไทย

6.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาในครั้งนี้ที่ศึกษาการแปรสัทลักษณะของพยัญชนะกักก้องและไม่ก้องภาษาไทยที่มีฐานกรณ์และปรากฏในสัทบริบทที่แตกต่างกันเพื่อหาค่าความก้องและค่าความเข้มพลังลมและนำผลการศึกษาไปเชื่อมโยงประเด็นการแพร่ละอองลอยขณะพูด ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอดังต่อไปนี้

1. การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นการศึกษาการแปรสัทลักษณะของพยัญชนะกักก้องและไม่ก้องภาษาไทยโดยมีการควบคุมตัวแปรด้านอายุเพื่อศึกษาการแปรดังกล่าวในช่วงอายุหนึ่งเท่านั้น ซึ่งตัวแปรด้านอายุถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อค่าความก้องจึงควรมีการศึกษาการแปรสัทลักษณะของพยัญชนะกักก้องและไม่ก้องภาษาไทยในหลายช่วงอายุเพื่อดูว่าแต่ละช่วงอายุมีการแปรที่ต่างกันหรือไม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าการแปรของระดับความก้องที่แตกต่างระหว่างผู้บอกภาษาเพศชายและเพศหญิง เพื่อต่อยอดความเข้าใจในประเด็นดังกล่าวให้ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้นจึงควรมีการศึกษาการแปรของระดับความก้องระหว่างเพศ รวมถึงในกลุ่มคนที่มีความหลากหลายทางเพศ

3. จากการศึกษาครั้งนี้นำเสนอปฏิสัมพันธ์ของระดับความก้องและความชันของค่าความเข้มพลังลมเพื่อไล่แนวโน้มของอัตราการแพร่ละอองลอยที่อาจเกิดในบริบทภาษาไทยเท่านั้น ซึ่งแนวโน้มดังกล่าวชี้ให้เห็นการแพร่ละอองลอยที่แท้จริงในการออกเสียงพยัญชนะกักภาษาไทยอาจแตกต่างจากการศึกษาในอดีต ดังนั้น จึงควรศึกษาการแพร่ละอองในการออกเสียงพยัญชนะกักภาษาไทยเพื่อดูว่าแพร่ละอองลอยมีลักษณะเช่นใด และมีรูปแบบที่เกิดเฉพาะภาษาไทยหรือไม่ รวมถึงมีความสอดคล้องกับค่าทางกลศาสตร์ในระดับใด

บรรณานุกรม

Abdelli-Beruh, N. (2004). The Stop Voicing Contrast in French Sentences: Contextual Sensitivity of Vowel Duration, Closure Duration, Voice Onset Time, Stop Release and Closure Voicing. *Phonetica*, *61*, 201-219. https://doi.org/10.1159/000084158

Abkarian, M., Mendez, S., Xue, N., Yang, F., & Stone, H. A. (2020). Speech can produce jet-like transport relevant to asymptomatic spreading of virus. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *117*(41), 25237-25245. https://doi.org/doi:10.1073/pnas.2012156117

Abramson, A. S. (1972). Word-final stops in Thai. In *Tai phonetics and phonology* (*J.G. Harris & R.B. Noss, editors)*, pp 1-7. Bangkok: Central Institute of English Language.

Abramson, A. S., & Whalen, D. H. (2017). Voice Onset Time (VOT) at 50: Theoretical and practical issues in measuring voicing distinctions. *Journal of Phonetics*, *63*, 75-86. https://doi.org/10.1016/j.wocn.2017.05.002

Asadi, S., Wexler, A. S., Cappa, C. D., Barreda, S., Bouvier, N. M., & Ristenpart, W. D. (2019). Aerosol emission and superemission during human speech increase with voice loudness. *Scientific Reports*, *9*(1), 2348. https://doi.org/10.1038/s41598-019-38808-z

Asadi, S., Wexler, A. S., Cappa, C. D., Barreda, S., Bouvier, N. M., & Ristenpart, W. D. (2020). Effect of voicing and articulation manner on aerosol particle emission during human speech. *PLOS ONE*, *15*(1), e0227699. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227699

Ashby, P. (2011). *Understanding phonetics*. Hodder Education.

Ball, M. J., & Rahilly, J. (2014). *Phonetics: The science of speech*. Routledge.

Behrman, A. (2013). *Speech and voice science*. Plural publishing.

Broersma, M. (2010). Korean lenis, fortis, and aspirated stops: Effect of place of articulation on acoustic realization. In T. Kobayashi, K. Hirose, & S. Nakamura (Eds.), *Proceedings of the 11th Annual Conference of the International Speech Communication Association (Interspeech 2010) (pp. 941-944)*. Makuhari: International Speech Communication Association.

Cho, T., & Ladefoged, P. (1999). Variation and universals in VOT: evidence from 18 languages. *Journal of Phonetics*, *27*(2), 207-229. https://doi.org/https://doi.org/10.1006/jpho.1999.0094

Coretta, S. (2019). An exploratory study of voicing-related differences in vowel duration as compensatory temporal adjustment in Italian and Polish. *Glossa: A Journal of General Linguistics*, *4*: 1-25. https://doi.org/10.5334/gjgl.869

Deterding, D., & Nolan, F. (2007). ASPIRATION AND VOICING OF CHINESE AND ENGLISH PLOSIVES. In *Proceedings of the 16th International Congress of Phonetic Sciences* (pp. 385-388). Universität des Saarlandes Saarbrücken Germany.

Du, D., & Zhang, J. (2020). The Effect of Vowel Contexts on Voice Onset Time of Mandarin Word-Initial Stops. In *2020 International Conference on Asian Language Processing (IALP)* (pp. 121-124).

Emanuel, F. W., & Counihan, D. T. (1970). Some characteristics of oral and nasal air flow during plosive consonant production. *The Cleft Palate Journal*, *7*(1), 249-260.

Gabriel, C., Krause, M., & Dittmers, T. (2018). VOT production in multilingual learners of French as a foreign language: Cross-linguistic influence from the heritage languages Russian and Turkish. *Revue française de linguistique appliquée, (1), 59-72.*. doi:10.3917/rfla.231.0059

Gabriel, C., Kupisch, T., & Seoudy, J. (2016). VOT in French as a foreign language: A production and perception study with mono-and multilingual learners (German/Mandarin-Chinese). *SHS Web of Conferences*, 27.

Gandour, J., Ponglorpisit, S., & Dechongkit, S. (1990). Age-related effects on the production of voice onset time in Thai word-initial stops. *Brain and Language, 42, 337-345.*

Inouye, S. (2003). SARS transmission: language and droplet production. *The Lancet*, *362*(9378), 170.

Inouye, S., & Sugihara, Y. (2015). Measurement of puff strength during speaking: comparison of Japanese with English and Chinese languages. *Journal of the Phonetic Society of Japan*, *19*(3), 43-49.

Isshiki, N., & Ringel, R. (1964). Air flow during the production of selected consonants. *Journal of Speech and Hearing Research*, *7*(3), 233-244.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Jacewicz, E., Fox, R. A., & Lyle, S. (2009). Variation in stop consonant voicing in two regional varieties of American English. *Journal of the International Phonetic Association*, *39*(3), 313-334. https://doi.org/10.1017/S0025100309990156

Jin, W. (2007). Variation in voice onset time of stops: The Case of Chinese Korean. *Annual Meeting of the Berkeley Linguistics Society*, 245-256.

Kessinger, R. H., & Blumstein, S. E. (1997). Effects of speaking rate on voice-onset time in Thai, French, and English. *Journal of Phonetics*, *25*(2), 143-168. https://doi.org/10.1006/jpho.1996.0039

Li, F. (2013). The effect of speakers' sex on voice onset time in Mandarin stops. *The Journal of the Acoustical Society of America, 133*(2), 142-147. doi:10.1121/1.4778281

Li, Y. (2021). Basic routes of transmission of respiratory pathogens—A new proposal for transmission categorization based on respiratory spray, inhalation, and touch. *Indoor air*, *31*: 3-6.

Lisker, L., & Abramson, A. S. (1964). A Cross-Language Study of Voicing in Initial Stops: Acoustical Measurements. *20*(3), 384-422. https://doi.org/10.1080/00437956.1964.11659830

Ma, J., Chen, X., Wu, Y., & Zhang, L. (2018). Effects of age and sex on voice onset time: Evidence from Mandarin voiceless stops. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, *43*(2), 56-62.

Morawska, L., Johnson, G. R., Ristovski, Z. D., Hargreaves, M., Mengersen, K., Corbett, S., Chao, C. Y. H., Li, Y., & Katoshevski, D. (2009). Size distribution and sites of origin of droplets expelled from the human respiratory tract during expiratory activities. *Journal of Aerosol Science*, *40*(3), 256-269. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2008.11.002

Mürbe, D., Kriegel, M., Lange, J., Rotheudt, H., & Fleischer, M. (2021). Aerosol emission in professional singing of classical music. Scientific Reports, 11(1), 14861. https://doi.org/10.1038/s41598-021-93281-x

Natarina, A. (2019). VOICING AND ASPIRATION IN MARATHI STOPS. *International Journal of Linguistics and Discourse Analytics*, *1*(1), 8-21.

Nearey, T. M., & Rochet, B. L. (1994). Effects of place of articulation and vowel context on

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

VOT production and perception for French and English stops. *Journal of the International Phonetic Association*, *24*(1), 1-18.

Oh, E. (2011). Effects of speaker gender on voice onset time in Korean stops. *Journal of Phonetics*, *39*(1), 59-67.

Ohala, J. J., & Riordan, C. J. (1979). Passive vocal tract enlargement during voiced stops. *The Journal of the Acoustical Society of America, 65*(S1), 23. doi:10.1121/1.2017164

Pape, D., Mooshammer, C., Hoole, P., & Fuchs, S. (2006). Devoicing of word-initial stops: A consequence of the following vowel? In J. Harrington & M. Tabain (Eds.), *Speech production: Models, phonetic processes, an techniques* (pp, 211-226). New York: Psychology

Parker, F. (1974). The coarticulation of vowels and stop consonants. *Journal of Phonetics*, *2*(3), 211-221. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0095-4470(19)31271-9

Rochet, B. L., & Fei, Y. (1991). Effect of consonant and vowel context on Mandarin Chinese VOT: production and perception. *Canadian Acoustics*, *19*(4), 105-106.

Shimizu, K. (2011). A study on VOT of initial stops in English produced by Korean, Thai and Chinese speakers as L2 learners. *Proceedings of the 17th International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS 2011), 1818-1821*.

Shin, J., Sin, C.-y., Kiaer, J., & Cha, J. (2012). *The sounds of Korean*. Cambridge University Press.

Swartz, B. L. (1992). Gender difference in voice onset time. *Perceptual and Motor Skills*, *75*(3), 983-992.

Tellier, R. (2006). Review of aerosol transmission of influenza A virus. *Emerging Infectious Diseases*, *12*(11), 1657-1662. https://doi.org/10.3201/eid1211.060426

Torre, P., 3rd, & Barlow, J. A. (2009). Age-related changes in acoustic characteristics of adult speech. *Journal of Communication Disorders*, *42*(5), 324-333. https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2009.03.001

Wei, J., & Li, Y. (2016). Airborne spread of infectious agents in the indoor environment. *American Journal of Infection Control*, 44(9, Supplement), 102-108. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ajic.2016.06.003

Weismer, G. (1979). Sensitivity of voice-onset time (VOT) measures to certain segmental

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

features in speech production. *Journal of Phonetics*, *7*(2), 197-204. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0095-4470(19)31041-1

Wrembel, M. (2011). CROSS-LINGUISTIC INFLUENCE IN THIRD LANGUAGE ACQUISITION OF VOICE ONSET TIME. *Wai-Sum Lee and Eric Zee (eds.) Proceedings of the 17th International Congress of Phonetic Sciences. 17-21 August 2011. Hong Kong. CD-ROM. Hong Kong: City University of Hong Kong, 2157-2160*.

Wrembel, M. (2015). Cross-linguistic influence in second vs. third language acquisition of phonology. In U. Gut, R. Fuchs, & E.M Wunder (Eds.), *Universal or diverse paths to English phonology* (pp. 41-70). Berlin: Mouton de Gruyter.

ตามใจ อวิรุทธิโยธิน. (2554). ช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องของพยัญชนะกักในภาษาไทยมาตรฐานสำเนียงใต้และภาษาไทยมาตรฐาน. *วารสารภาษาและวัฒนธรรม*, *30*(1), 27-27.

ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ. (2554). เสียงภาษาไทย การศึกษาทางกลสัทศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นรินธร สมบัตินันท์. (2545) การจำแนกความต่างระหว่างพยัญชนะกักก้อง กักไม่ก้องไม่พ่นลม และกักไม่ก้องพ่นลมของภาษาไทย ในผู้พูดที่ใช้หลอดลม-หลอดอาหาร : การวิเคราะห์ทางกลสัทศาสตร์และการทดสอบการรับรู้ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พัทธนันท์ หาญชาญเวช. (2562). การแปรทางกลสัทศาสตร์ของช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องของพยัญชนะกักในภาษาไทยที่พูดโดยผู้หญิงข้ามเพศ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงมหากรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พัทธนันท์ หาญชาญเวช และศุจิณัฐ จิตวิริยนนท์. (2564). เสียงของผู้หญิงข้ามเพศ: การศึกษาความสัมพันธ์ของช่วงเวลาเริ่มเสียงก้องของพยัญชนะกักในภาษาไทยกับองค์ประกอบสร้างของตัวตนทางเพศ. *Manutsayasat Wichakan*, *28*(1), 39-62.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ข้อมูลของผู้บอกภาษาแต่ละคน

ในการศึกษาครั้งนี้มีผู้บอกภาษา 10 คน แบ่งเป็นเพศชาย 5 คน และเพศหญิง 5 คน ทุกคนเป็นคนกรุงเทพฯ โดยมีอายุตั้งแต่ 18 – 30 ปี ดังแสดงในตารางด้านล่างนี้

ผู้บอกภาษา	เพศ	อายุ
F1	หญิง	30
F2	หญิง	25
F3	หญิง	25
F4	หญิง	30
F5	หญิง	25
M1	ชาย	30
M2	ชาย	26
M3	ชาย	30
M4	ชาย	21
M5	ชาย	27

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายก้องเวหา อินทรนุช
วัน เดือน ปี เกิด	09 ตุลาคม 2539
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมปลายจากโรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ในปีการศึกษา 2557 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ในปีการศึกษา 2561 หลักสูตรอักษรศาสตรบัณฑิต ภาควิชาภาษาเยอรมัน คณะอักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรอักษรศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาภาษาศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2562
ที่อยู่ปัจจุบัน	2007/45 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนงเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10260

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University