

蒙古语元音对相邻辅音的协同发音影响*

包桂兰(内蒙古大学)

BAO Guilan. 2014. The coarticulation effects of vowel on the adjacent consonants in Mongolian. *Altai Hakpo* 24. 103-113. The Altaic Society of Korea.

Based on previous study, by using modern devices and applying acoustic & physiological analysis approaches, this paper implements systematic quantitative and qualitative analysis of the coarticulation effects of vowel on the adjacent consonants in standard Mongolian. The experiments results demonstrate that Mongolian consonants are affected by adjacent vowels on the tongue position and the consonants' tongue vertical variation scope is bigger than tongue horizontal variation scope. Consonants are affected by adjacent high vowels and the tongue position becomes higher ; Instead, consonants are affected by adjacent low vowels and the tongue position becomes lower.

Keywords: Mongolian, acoustic & physiological analysis , coarticulation, vowel, consonant

1. 引言

协同发音是一种语音单位之间相互发生影响的现象。从生理上看，它产生于发音器官在连续发音时的相互牵制和协调作用。从声学上分析辅音、元音之间的协同发音一般是通过考察辅音与周边元音的共振峰过渡来进行。本文打算试探性地考察处于不同元音环境的辅音发音部位的生理上的变化表现，归纳相邻元音对辅音的舌位上的影响规律。

利用电子腭位仪（EPG），我们能够实时采集、显示语流中音段的动态腭位，能够捕捉辅音整个发音过程中的细微变化，以便研究辅音在不同元音环境中的

* 本文获教育部人文社会科学研究青年基金项目（批准号：12YJC740001）和内蒙古大学高层次人才引进科研启动项目“基于蒙古语语音动态腭位数据库的协同发音研究”的资助。

舌腭接触面积的变化规律。近年来，呼和、哈斯其木格、陈秀梅、敖敦其木格、包桂兰和胡红彦等人利用 EPG 对蒙古语标准音辅音的发音部位和发音方法以及协同发音问题进行了一些研究，取得了较好的研究成果，同时验证了 EPG 实验的可行性。

在自然语言处理研究中，揭示和处理由于协同发音引起的相邻音段之间相互影响问题尤为重要。本文在前人研究的基础上，用现代语音学的理论和方法，利用声学 and 生理分析仪器，对处于不同元音环境的蒙古语（标准音）[n, l, j, ɾ, s, ʃ, t, tʰ, ʧ, ʧʰ] 等腭位辅音¹⁾进行定量和定性研究。

2. 实验设备和实验方法

本次实验使用了美国 KAY 公司配有 96 个电极的电子假腭的 6300 型电子腭位仪、KAY Multi-speech3700 和南开“桌上语音工作室”等仪器设备。假腭从上到下，如 R1, R2……R12 分成 12 行；正中间的一列 C6 为对称，从两边往中间，如 C1, C2……C5 分成 11 列。图 1 是有关电子假腭 96 个电极的分布和腭位分区图。

实验中分别测量计算了能够表征音段之间协同发音的生理参数，如，RCA, RCap, CA, CAa, CC 等指数，描写不同元音环境下的辅音发音部位的变化规律。为了对动态腭位数据进行统计分析，李俭、郑玉玲等根据 Recasens、Fontdevila 他们的计算原理，设计了一套适用于 96 点阵的舌腭接触指数，即 CA 值和 CC 值²⁾。本项研究中，经过对该方法的考察和实践，对趋中指数做了改

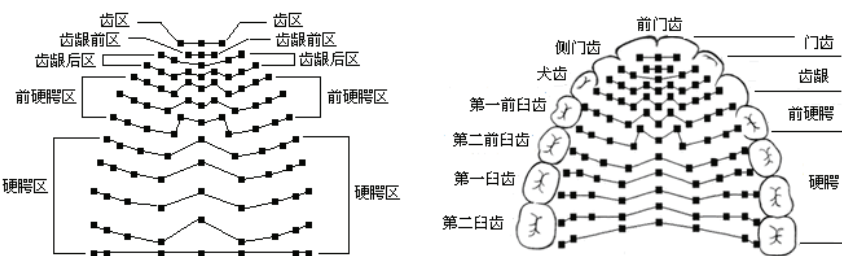


图 1. 电子假腭 96 个电极的分布与腭位分区图

- 1) 基于 KAY 公司设有 96 个电极的电子假腭，从腭位的视角，辅音可以分为腭位辅音和非腭位辅音。前者指用电子假腭能够完整记录到舌腭接触的辅音，而后者指不能够完整记录或不能够记录到舌腭接触的辅音。
- 2) CA 值反映舌腭收紧点的前后，数值越大，舌位越靠前；CC 值反映舌面的高低，数值越大说明舌面抬得越高。

进,以舌面接触上腭的数量(假腭电极的后5行)作为计算依据,使其体现舌面的高度。CA和CC公式如下:(R_n 和 C_n 分别为各行或各列接触到的电极数)

$$CA = \text{LOG}(1 \cdot R_{12}/7 + 10 \cdot R_{11}/9 + 100 \cdot R_{10}/9 + 1000 \cdot R_9/9 + 10000 \cdot R_8/9 + 122222 \cdot R_7/11 + 1466664 \cdot R_6/11 + 17599968 \cdot R_5/11 + 172799686 \cdot R_4/9 + 959998356 \cdot R_3/5 + 3455993722 \cdot R_2/3 + 13823974888 \cdot R_1/3 + 1) / \text{LOG}(18431966517 + 1)$$

$$CC = \text{LOG}(1 \cdot C_1/10 + 11 \cdot C_2/10 + 97 \cdot C_3/8 + 1091 \cdot C_4/10 + 12001 \cdot C_5/10 + 66006 \cdot C_6/5 + 1) / \text{LOG}(79208 + 1)$$

为了进一步观察辅音受前后元音语境影响产生的协同发音变化,本文还利用CAa和RCAp值对辅音的发音部位变化和舌面协同发音情况进行描写。通过对辅音发音时动态腭位变化情况的大量观察发现,利用EPG能完整记录的辅音在硬腭上的发音部位都在1-7行。因此,为了简化数据,将整个假腭分成前后两个部分:1-7行为前半部份,为齿、齿龈和硬腭前部;8-12行为后半部分,为硬腭的主要部分(参见图1)。分别计算了1-7行的靠前性指数(CAa)和8-12行的接触面积比例(RCAp)。公式如下:(R_n 为各行接触到的电极数)

$$CA = \text{LOG}(1 \cdot R_7/11 + 12 \cdot R_6/11 + 144 \cdot R_5/11 + 1414 \cdot R_4/9 + 7856 \cdot R_3/5 + 28282 \cdot R_2/3 + 113128 \cdot R_1/3 + 1) / \text{LOG}(150837 + 1)$$

$$RCAp = (R_8 + R_9 + R_{10} + R_{11} + R_{12})/43$$

CAa值能够显示辅音在假腭前7行上的前后位置,该值越大,说明发音部位越靠前;反之,该值越小,说明发音部位越靠后;RCAp值的变化,能够反映元音对辅音的假腭后5行上的协同发音的影响。舌面(假腭后5行)是[e, i, u]等三个元音的主要发音器官。当辅音与高元音[i]组合时,其RCAp值增大,说明其舌位在元音影响下抬高;而与低元音[e]组合时,其RCAp值减小,说明其舌位在元音影响下降低。通过比较同一个辅音在不同元音之前的CAa、和RCAp值的变化,可以确定其舌面协同发音变化的大小和变化方式。

3. 实验结果和讨论

3.1 后续元音对词首辅音的舌位影响

表1和表2分别是[n, l, j, s, ʃ, t, tʰ, tʃ, tʃʰ]等词首辅音目标点位置上CA, CC和CAa, RCAp的均值和标准差。从表1的指数可见,这些辅音的CA值标准差除了[ʃ]都小于0.04,表明舌前辅音受后接元音舌位前后的影响很小;而CC标准差除了[tʃ, tʃʰ, ʃ, j]都大于0.05,表明舌前辅音受后接元音舌面高低的影响远大于舌位前后的影响。各辅音在协同发音中舌位前后变化由大到小依次是:

辅音	CA均值	CA标准差	CC均值	CC标准差	个数
n	0.9979	0.0102	0.5685	0.0686	38
l	0.9945	0.0203	0.4122	0.1028	14
j	0.7622	0.0348	0.6286	0.000005	20
s	0.8106	0.0340	0.4975	0.0626	65
ʃ	0.7254	0.0536	0.6160	0.0192	40
t	0.9997	0.0003	0.5606	0.0692	43
tʰ	0.9997	0.0003	0.5642	0.0567	54
ʈʂ	0.8512	0.0280	0.6273	0.0045	60
ʈʂʰ	0.8454	0.0328	0.6251	0.0077	47

表 1. 词首辅音的 CA、CC 均值及其标准差

辅音	CAa均值	CAa标准差	RCAp均值	RCAp标准差	个数
n	0.9958	0.0202	3.7627	0.4126	38
l	0.9890	0.0403	2.2032	0.7093	14
j	0.5289	0.0686	4.2895	0.1054	20
s	0.6210	0.0682	3.2763	0.3006	65
ʃ	0.4565	0.1048	4.0674	0.2092	40
t	0.9993	0.0007	3.6566	0.3903	43
tʰ	0.9994	0.0006	3.6341	0.3135	54
ʈʂ	0.7050	0.0556	4.2266	0.1194	60
ʈʂʰ	0.6936	0.0651	4.2361	0.1392	47

表 2. 词首辅音的 CAa、RCAp 均值和标准差

[ʃ, j, s, ʈʂʰ, ʈʂ, l, n, t—tʰ]。这个顺序正好与蒙古语辅音的舌位前后顺序³⁾相反，这表明辅音的舌位越前越抗拒其它音段的协同发音影响；反之则相反。那么各辅音在协同发音中舌面高低的变化由大到小依次是：[l, t, n, s, tʰ, ʃ, ʈʂʰ, ʈʂ, j]。该排序与我们以往所提出的辅音舌位高低排序⁴⁾基本相同。辅音舌位越高（如，辅音[j]），其抗协同发音能力就越强，舌位更稳定；相反，舌位越靠低（如，辅音[l]），越容易受到其它音段的协同发音影响。通过比较表1和表2可以看到，上述辅音的CAa和RCAp的均值分布规律与表1中它们的CA和CC的均值分布完全一致。

为了比较辅音在不同元音之前的协同发音变化程度，我们计算了每个辅音在

3) 请参见以下文中的蒙古语辅音格局：包桂兰、哈斯其木格、呼和，“基于 EPG 的蒙古语辅音发音部位研究”，“民族语文”，2010 第 3 期。

4) 由高到低依次为：[j, ʈʂ, ʈʂʰ, ʃ, t, tʰ, n, s, l]。该顺序请参见脚注 3) 的文章。

[e, i, u] 等元音之前的，即不同辅 - 元组合中的 CAa 和 RCap 的均值（请见表 3），并根据表 3 中的数据画出了图 2—3。

		n	l	j	s	ʃ	t	tʰ	tʃ	tʃʰ
CAa	e	0.999	0.999	0.539	0.633	0.431	0.999	0.999	0.707	0.701
	i	0.999	0.999	0.544		0.519	0.999	0.999	0.699	0.688
	u	0.987	0.960	0.533	0.604	0.393	0.999	0.999	0.726	0.703
RCap	e	3.643	1.938	4.325	3.201	3.964	3.511	3.572	4.227	4.198
	i	4.211	3.619	4.314		4.178	4.269	4.095	4.293	4.317
	u	3.490	2.091	4.196	3.338	4.044	3.728	3.710	4.218	4.1958

表 3. 词首辅音在 [a,i,u] 之前的 CAa、RCap 均值

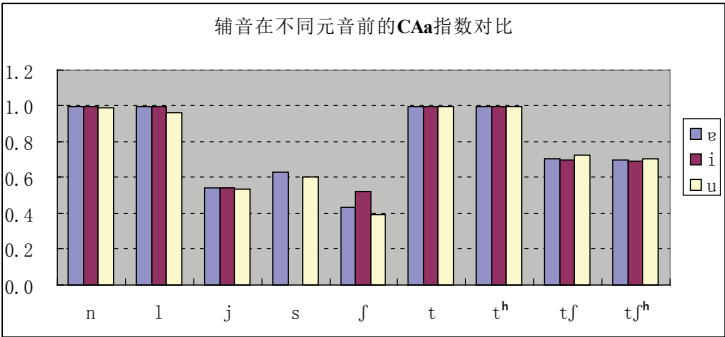


图 2. 词首辅音在不同元音前的 CAa 值对比

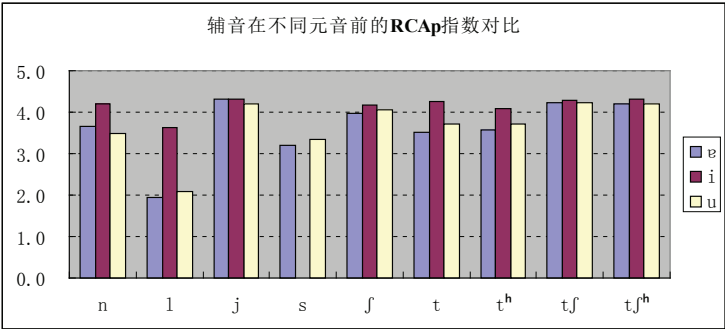


图 3. 词首辅音在不同元音前的 RCap 值对比

从表 3 和图 2 中, 可以看到, 除 [ɟ] 辅音外, 其它 8 个辅音的在 [e, i, u] 等三个元音之前的 CAa 值没有明显差异。这说明除个别辅音外, 词首辅音在假腭 1—7 行上基本不受后续元音舌位前后的影响。词首辅音的舌位在前后维上所表现的惰性, 引起了我们的极大兴趣。该现象迫使我们重温对元音舌位的认识。从腭位图上看, [e] 元音的舌位与硬腭没有接触; [i] 元音舌位与硬腭的接触面积较大; [u] 元音舌位与硬腭有部分接触。那么, 接触面积较大的 [i] 元音的舌位为什么不影响其前置辅音舌位的前后位置呢? 该问题有待进一步研究。从表 3 和图 3 中可以看到, [n, l, j, ʃ, t, tʰ, ʧ, ʧʰ] 等词首辅音在 [i] 元音之前的 RCap 均值明显比 [e, u] 之前的大。说明这些词首辅音在假腭 8—12 行上受后续 [i] 元音舌位的影响。显然, 这些词首辅音的舌位在 [i] 元音的影响下舌体后部普遍抬高。说明舌体后部高低维上的运动相对活跃。

3.2 前后元音对词中辅音的影响

3.2.1 后续元音对词中音节首辅音的影响问题

蒙古语词中辅音与其周围音段之间的协同发音问题比较复杂。为了比较后续不同元音对词中音节首辅音的影响程度, 我们从数据库中选取了 C1V1/C2V2, C1V1/C2V2C3 和 C1V1C2/C3V2C4 等结构的双音节词(下划线辅音为本次的考察对象, 下同)。为减少前位音段对被实验的词中音节首辅音的影响程度, 我们尽量选择了相同的前位音段; 后续元音只选择了高元音和低元音⁵⁾。表 4 是词中音节首辅音目标点的 CA、CC、CAa、RCap 值和这些辅音在高元音和低元音之前的 CA、CC、CAa、RCap 差值。

从表 4 中可以看到, 多数词中音节首辅音的 CA 和 CAa 差值都趋向于零或负值。显然, 这些辅音的舌位在前后维上几乎不受或很少受其后续元音舌位的影响; 但多数词中音节首辅音的 CC 和 RCap 差值都趋向于正值。显然, 这些辅音的舌位在高低维上受其后续元音的影响, 即因受后续高元音的影响, 它们的舌位被抬高; 相反, 因受后续低元音的影响, 它们的舌位被下降。表 4 中 [j, s, ʃ, ʧ] 等辅音的 CC 和 RCap 差值为负值。这表明这些辅音的舌位在高低维上的约束力较强, 抗协同发音能力较强。

3.2.2 前置元音对词中音节末辅音的影响问题

为了比较前置不同元音对词中音节末辅音的影响程度, 我们从数据库中选取了 C1V1C2/C3V2, C1V1C2/C3V2C4 和 V1C1/C2V2C3 等结构的双音节和三音节词。为减少后位音段对被实验的词中音节末辅音的影响程度, 我们尽量选

5) 这里所指的“高元音”和“低元音”并不指每个元音自身的舌位, 而是被进行比较的元音之间相对来说的, 如 [i:] 的舌位比 [o:] 相对高。

择了相同的后位音段；前置元音只选择了高元音和低元音。表 5 为词中音节末辅音目标点的 CA、CC、CAa、RCAp 值和这些辅音在高元音和低元音之后的 CA、CC、CAa、RCAp 差值。

辅音	实验词	CA	CA 差值	CC	CC 差值	CAa	CAa 差值	RCAp	RCAp 差值
n	хони:1 ⁶⁾	0.849	0.10	0.588	0.18	0.701	0.19	3.682	0.70
	xono:	0.947		0.405		0.895		2.984	
l	kɛlʊ:	0.999	0.00	0.334	0.00	0.999	0.00	1.698	0.25
	pɛlɛ:	0.999		0.337		0.999		1.952	
j	xɛjɛ:	0.640	0.08	0.620	0.01	0.290	0.16	4.158	0.11
	xɛjɛɣ	0.723		0.628		0.451		4.047	
r	ʧɛrɛ:	0.740	0.08	0.379	0.17	0.486	0.15	2.761	0.48
	xɛri:	0.818		0.554		0.640		3.238	
s	pɔsi:	0.825	0.00	0.405	0.01	0.653	0.01	2.841	0.03
	pɔsɔ:	0.828		0.393		0.659		2.873	
ʃ	xɛʃɪr	0.774	0.01	0.610	0.02	0.553	0.02	4.047	0.22
	tʰɛʃʊr	0.765		0.628		0.534		4.269	
t	tʰuɣti:	1.00	0.00	0.620	0.05	1.000	0.00	4.158	0.44
	ʧʰɛɣtɛ:	1.000		0.574		1.00		3.714	
tʰ	ʧɛtʰi:n	0.9995	0.00	0.620	0.20	0.999	0.00	3.936	0.95
	xɛtʰʊ:	0.9995		0.415		0.999		2.984	
ʧ	sɛʧi:	0.834	0.00	0.628	0.00	0.671	0.00	4.127	0.08
	xɛʧɛr	0.831		0.628		0.666		4.047	
ʧʰ	tʰɛmʧʰɛ:n	0.924	0.07	0.628	0.22	0.849	0.14	4.047	0.11
	tʰɛmʧʰil	0.853		0.848		0.709		4.158	

表 4. 词中音节首辅音在高元音和低元音之前的 CA、CC、CAa、RCAp 值比较

6) 下划线辅音为本次的考察对象。差值指同一个辅音在高元音和低元音之前的 CA、CC、CAa、RCAp 的差值。差值大小表示辅音受后续元音影响的程度。差值越大，所受的影响越大；反之，差值越小，所受影响越小；如果差值为零或负数，表明该辅音未受影响或影响不明显。

辅音	实验词	CA	CA 差值	CC	CC 差值	CAa	CAa 差值	RCAp	RCAp 差值
n	s <u>en</u> tɜl	1.000	0.00	0.574	0.04	1.000	0.00	3.714	0.22
	ʃ <u>en</u> tɜs	0.999		0.610		0.999		3.936	
l	k <u>el</u> βe:	0.999	0.15	0.388	0.08	0.998	0.30	2.254	0.22
	t <u>el</u> βe:	0.847		0.312		0.698		2.031	
r	tʃ <u>er</u> lɜʏə	0.722	0.01	0.405	0.15	0.450	0.02	2.984	0.51
	s <u>ur</u> lɜʏə	0.713		0.556		0.432		3.492	
s	k <u>i</u> ʃku:r	0.830	0.04	0.405	0.19	0.664	0.08	2.984	0.95
	t <u>es</u> k <u>e</u> :l	0.788		0.600		0.58		3.936	
ʃ	m <u>i</u> ʃp <u>əl</u> tʃ <u>i</u> x	0.775	0.01	0.628	0.02	0.554	0.02	4.269	0.33
	m <u>u</u> ʃp <u>əl</u> tʃ <u>i</u> x	0.763		0.610		0.530		3.936	
t	t <u>ur</u> lɜʏə	1.000	0.00	0.477	0.13	1.000	0.00	3.238	0.81
	x <u>et</u> lɜʏə	1.000		0.610		1.000		4.047	
t ^h	p <u>et</u> ^h kɜn	1.000	0.00	0.600	0.01	1.000	0.00	3.936	0.00
	ɪ <u>t</u> ^h kɜx	1.000		0.610		1.000		3.936	
tʃ ^h	ni:tʃ ^h p <u>ər</u> ə	0.853	0.00	0.628	0.00	0.709	0.00	4.047	0.03
	oʃ ^h p <u>əl</u> ə	0.8519		0.6285		0.7065		4.0159	

表 5. 词中音节末辅音在舌位高元音和低元音后的CA、CC、CAa、RCAp值比较⁷⁾

从表 5 中可以看到，多数词中音节末辅音的 CA 和 CAa 差值都趋向于零或等于零。显然，这些辅音的舌位在前后维上或多或少受其前置元音舌位的影响，但不明显；但多数词中音节末辅音的 CC 和 RCap 差值都趋向于正值。显然，这些辅音的舌位在高低维上受其前置元音的影响，即因受前置高元音的影响，它们的舌位抬高；相反，因前置低元音的影响，它们的舌位下降。

3.3 前置元音对词末辅音的影响

为了比较前置不同元音对词末辅音的影响程度，从数据库中选取了 C1V1C2

7) 下划线辅音为本次的考察对象。差值指同一个辅音在高元音和低元音之后的 CA、CC、CAa、RCAp 的差值。差值大小表示辅音受前置元音影响的程度。差值越大，所受的影响越大；反之，差值越小，所受影响越小；如果差值为零或负数，表明该辅音未受影响或影响不明显。

结构的单音节词。V1 选择了 [a, i, u] 三个元音。表 6 是词末辅音分别在 [a, i, u] 之后的 CAa 和 RCap 均值。图 4—5 是依据表 6 的数据画出的词末辅音在不同元音之后的 CAa 和 RCap 值对比图。

从表 6 和图 4 中可以知道, [i] 元音之后的 [n, l, r, s, ʃ, tʰ] 等辅音的 CAa 值普遍比 [a] 和 [u] 之后的相对大。显然, 这些辅音的舌位在前后维上受其前置元音的舌位影响。其中 [ʃ] 辅音的变化最明显。其它辅音的舌位在不同前置元音之后没有明显变化。从表 6 和图 5 中看到, 当词末辅音与前高元音 [i] 组合时, RCap 值普遍增大。表明辅音舌位在其前置元音的影响下抬高; 反之, 当辅音与央低元音 [a] 或后高元音 [u] 组合时, RCap 值减小, 表明舌位在其前置元音的影响下降低。其中 [n, l, r, s] 等辅音的变化最明显。从 RCap 值的变化还能看到, 与词末辅音跟 [a] 元音的组合相比, 词末辅音与 [u] 元音组合时, 在假腭 8—12 行上的舌腭接触面积相对高。这是因为假腭 8—12 行是 [a, i, u] 三个元音的主要发音器官, [a] 在假腭上没有舌腭接触, 而 [u] 在舌根部分有少数接触。

		n	l	r	s	ʃ	t	t ^h	tʃ	tʃ ^h
CAa	e	0.926	0.999	0.557	0.665	0.354	0.999	0.999	0.680	0.675
	i	0.979	0.999	0.654	0.695	0.548	0.999	1.000	0.690	0.729
	u	0.967	0.999	0.529	0.670	0.456	0.999	1.000	0.696	0.695
RCap	e	3.153	2.080	3.019	3.222	3.963	3.308	3.661	4.139	4.05
	i	4.037	3.341	3.707	3.857	4.269	4.031	4.158	4.269	4.18
	u	3.8730	2.6190	3.262	3.734	3.963	3.936	3.862	4.234	4.17

表 6. 词末辅音分别在 [a, i, u] 之后的 CAa、RCap 均值⁸⁾

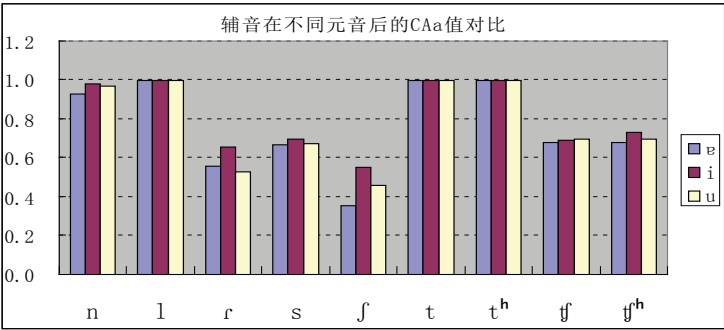


图 4. 词末辅音在不同元音之后的 CAa 值对比

8) 蒙古语词末辅音 [j] 不跟 [i] 元音结合成 [-ij] 组合, 故表内没有 [j] 辅音。

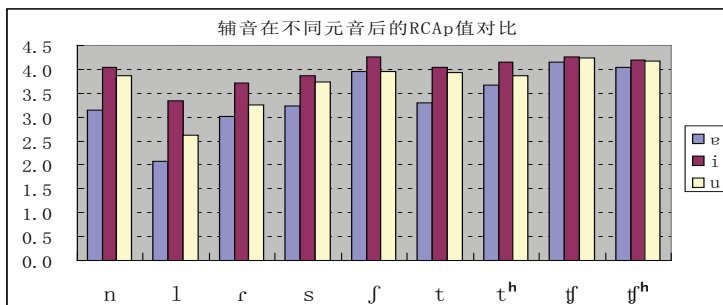


图 5. 词末辅音在不同元音之后的 RCAp 值对比

4. 结论与余论

4.1 蒙古语辅音受到相邻元音的影响而或多或少发生舌位的变化。与词中其它位置的辅音相比，词首辅音受到后续元音的影响较小，即舌位较稳定，活动空间小。

4.2 从词首辅音的舌位变化规律看，辅音的舌位越靠前越抗拒其它音段的协同发音影响；反之则相反。同样，辅音舌位越高其抗协同发音能力就越强，舌位更稳定；相反，舌位越靠低，越容易受到其它音段的协同发音影响。

4.3 总体上蒙古语辅音受到相邻元音的舌位影响，在高低维度上的变化幅度相对明显于其前后维度上的变化幅度。辅音因受到前后高元音的影响而其舌位抬高；相反，因受前后低元音的影响而其舌位下降。

4.4 从声学上观察辅音和元音之间的协同发音问题时，元音 F1 和 F2 的趋势，尤其是 F2 的走向更明显而成为研究的重要对象。那么本文 4.3 中得出的结论说明蒙古语舌体后部高低维上的运动相对活跃。上述结论与我们通常声学研究中中对舌尖运动的理解有些出入，该问题有待进一步的探讨。

参考文献

- 包桂兰, 哈斯其木格, 呼和. 2010. 基于EPG的蒙古语辅音发音部位研究. 民族语文 3. 57-66. 北京: 中国社会科学院民族学与人类学研究所.
- 曹剑芬. 2007. 现代语音研究与探索. 北京: 商务印书馆.
- 陈秀梅. 2004. 蒙古语察哈尔土语辅音组合‘4*6’的声学和生理分析. 呼和浩特: 内蒙古大学.

- 呼和. 2009. 蒙古语语音实验研究. 沈阳: 辽宁民族出版社.
- 胡红彦, 哈斯其木格, 呼和. 2010. 蒙古语边音/l/实验研究. 第九届中国语音学学术会议论文集. 天津: 中国语言学会语音学分会.
- 李俭, 郑玉玲. 2004. 汉语普通话动态腭位的数据缩减方法. 路继伦, 王嘉龄(编). 现代语言学与语音学研究. 26-31. 天津: 天津社会科学出版社.
- 李俭, 郑玉玲. 2006. 汉语普通话辅音的发音变化. 浙江工商大学学报 5. 35-40. 杭州: 浙江工商大学杂志社.
- 郑玉玲, 刘佳. 2005. 论普通话N1C2 (C#C) 协同发音的声学模式. 南京师范大学文学院学报 3. 150-157. 南京: 南京师范大学文学院.

BAO Guilan
School of Mongolian Studies, Inner Mongolia University
No.235, West University Road
Hohhot, 010021 P.R. CHINA
<axita@163.com>

Received 30 March 2014;
revision received 2 June 2014;
accepted 12 June 2014.

