

## 언어재활을 위한 한국어의 음향적 분석과 선율화\*

최진희\*\*, 박정미\*\*\*

본 연구의 목적은 한국어의 특성을 음향학적으로 분석하고, 해당 분석 결과를 음악적 요소로 변환하여 생성된 선율의 예시를 제시함으로써, 근거 기반 음악-언어재활 프로그램 개발을 위한 기초 자료를 마련하는 데 있다. 이를 위해 19-25세의 남성과 여성 각각 30명으로부터 3음절의 두 강세구로 이루어진 6음절 한국어의 음성자료를 수집하였으며, 평서문과 의문문을 포함하였다. 이를 Praat 프로그램으로 분석하여 음절별로 음향적 속성을 추출하고, 각 음향적 속성, 문장 유형, 성별, 조사의 유무에 대한 통계분석을 실시하였다. 분석 결과 강세구, 억양구에 따라 각 음절의 주파수와 지속시간에 유의미한 차이가 발견되었고( $p < .001$ ), 의문문이 평서문보다 주파수가 유의미하게 높았으며( $p < .001$ ), 평서문이 유의미하게 긴 경향을 보였다( $p < .001$ ). 여성 집단이 남성 집단보다 주파수가 유의미하게 높았으며( $p < .001$ ), 지속시간도 유의미하게 긴 경향을 보였다( $p < .001$ ). 또한 조사인 음절의 강도가 유의미하게 세게 나타났다( $p < .001$ ). 마지막으로 본 연구에서는 문장 유형, 성별, 조사의 유무에 따라 나타난 음향적 속성을 음악적 요소인 음고, 음가, 악센트로 변환한 선율들을 악보로 제시하였다. 본 연구에서는 6음절 한국어 문장을 대상으로 한 분석을 제시하였으며, 이 연구를 통해 얻은 통찰을 바탕으로 후속 연구에서는 대규모 한국어 음성 데이터의 선율화 시스템 개발 연구를 진행하려 하며, 이는 음악을 활용한 언어재활 분야의 기초 자료로서 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 기대한다.

핵심어: 한국어 억양, 음향적 분석, 선율화, 언어재활

\*본 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. RS-2023-00219429).

\*\*본 논문은 주저자의 석사학위논문(2020)을 수정·보완하여 작성한 것임.

\*\*주저자: 성신여자대학교 일반대학원 음악치료학과 석사 졸업

\*\*\*교신저자: 서울대학교 음악대학 음악학과 강사 (mensa04@snu.ac.kr)

## I. 서론

언어재활 분야에서 음악의 중요성은 점차 증가하고 있다(Leonardi et al., 2018). 음악과 언어는 음고와 리듬과 같은 운율적 속성을 가지며(Patel, 2010), 청각 및 발성기관을 공유하고(Thaut, 2009), 처리되는 뇌 영역도 상당 부분 중첩된다는 사실이 밝혀졌다(Patel, 2010). 이러한 공통점으로 인해 음악이 언어 산출을 자극할 수 있다는 연구 결과들이 있으며(Kershenbaum, Nicholas, Hunsaker, & Zipse, 2019; Whetstone, Kim, Reynolds, & Deeves, 2018), 이는 언어재활 분야에서 음악의 적용 가능성을 높이고 있다. 언어재활을 위한 음악치료 기법에서는 말소리의 음높이와 리듬을 모방한 선율(melody)을 활용하여 표현언어 능력을 향상시키는데 목적을 둔다. 이러한 개입은 영어뿐만 아니라 다양한 언어와 문화에 맞게 조정되어 활용되고 있다(Belin et al., 1996; Hough, 2010; Miller & Toca, 1979).

프랑스어 버전(therapie melodique at rythmee: TMR)은 프랑스어의 특성, 즉 대부분의 단어 끝이 자음이고, 문장의 시작 부분이 높은 음으로 구성된 것을 반영하여, 높은 음과 긴 음의 2가지 인위적인 강세를 가진 선율을 제작한다. 이탈리아어 버전은 음조 단위(tone group)로 구성된 것을 고려하여(Hart, Collier, & Cohen, 1990), 주로 3번째 간격에 강세의 음을 위치시켰으며, 일반적으로 문장의 끝에 낮은 음을 배치하는 형태를 가지고 있다(Cortese, Riganello, Arcuri, Pignataro, & Buglione, 2015). Seki와 Sugishita가 개발한 일본어 버전(MIT-J)은 일본어의 피치 악센트(pitch accent)를 고려하여 선율 라인이 높거나 낮은 2가지로 구성되어 있으며, 음절에 맞춰진 리듬의 형태를 가지고 있다(Seki & Sugishita, 1983; Tabei et al., 2016).

한국어는 음절 박자 언어(syllable timed language)이며(Jung & Shin, 2000; Shin & Lee, 2019), 음절수에 따라 발화 시간이 늘어나게 된다(Hong, 2010). 하나 이상의 음운 단어들 모여 하나의 강세구(accentual phrase)를 형성하고, 강세구가 하나 이상 모여 억양구(intonational phrase)를 형성한다(Jun, 1993). 강세구가 4음절인 경우에는 THLH(성조-고-저-고)로 실현되는데, 서울말에서는 강세구의 마지막 음절이 고조(H)로 실현되는 것이 일반적이다. 이에 반해 억양구의 마지막 강세구는 마지막 음절이 길어지고 그 뒤에 휴지(정지)가 오는 경계 성조(boundary tone)가 실현된다(Shin & Cha, 2003). 또한 평서문, 의문문과 같은 문장 유형에 따라 문장의 마지막 억양구가 전체적인 운율을 표현한다(Jung, Lee, & Park, 2010). 한국어 운율은 연결어미가 문장의 어떤 위치로 이동하느냐에 따라 의미가 달라지고, 단어의 의미가 동일하더라도 음절수가 다르면 그에 따른 억양도 달라지는 경우가 있다(Jang, 2015; Kwon, 2010; Lee, 2011; Park, 2009). 한국어 운율의 문법적 기능으로는 평서문과 의문문을 구분하는 기능을 수행하기도 하고, 발화 전체의 말소리 높이에 변화를 주어 발화의 의미를 바꾸는 화용론적 기능을 나타내기도 한다(Hwang, 2014; Jung & Choi, 2013; Oh, 2018).

이처럼 언어마다 억양이 다르며, 각 언어의 운율적 특성을 고려하여 선율을 제작하는 것은

언어재활에 있어서 중요한 부분임을 알 수 있다. 다시 말해서 언어재활을 위해 선율이 사용될 때, 그 선율이 말소리의 억양을 잘 모방한 선율이어야 한다는 것이다. 노래에서 선율, 리듬, 화성 등이 한국어 발화의 경계표지와 맞지 않는다면 의미 전달도 불명확해질 수 있으므로, 한국어의 억양 특징이 잘 반영되도록 선율을 제작하는 것은 매우 중요하다고 할 수 있다(Yu, 2014).

하지만 각 언어의 억양을 분석하고 이를 시각적으로 제시하는 것은 쉬운 일이 아니다. 대부분의 언어는 글로 표기되지만, 글은 발화의 억양적 특징을 담고 있지 못하다. 이에 대한 대안으로, 언어 연구에서도 ‘음악적 기보법’, 즉 악보로 표기하는 접근법이 있다(Chow & Brown, 2018). 언어의 운율 연구에서 ‘말소리의 선율(speech melody)’이라고 부르는 것은 흔한 일이라고 한다(Bolinger, 1989; Ladd, 2008; Nooteboom, 1997). 이러한 접근법은 Steele(1775)의 연구에서 시작되었다. 그는 발화의 각 말소리 음절의 상대적 음고와 상대적 지속시간을 나타내는 상대적 음고 시스템을 제시했다. 또한 Chow & Brown(2018)은 캐나다 영어를 모국어로 구사하는 화자들의 말소리 음고와 리듬을 문장 유형별로 정량화하는 작업을 하면서 말소리 억양을 악보로 표기하는 이점을 밝혔다. 이러한 말소리의 선율화 작업은 글 이면의 억양의 여러 음향적 속성(음고, 음가, 악센트)을 한눈에 볼 수 있도록 도울 수 있는 효율적인 접근법이 될 수 있다. 하지만 악보화할 경우 말의 억양에서 나타나는 한 음절 내의 곡선 형태의 음고 변화는 포함할 수 없게 된다. 목적이 억양을 그대로 기록하기 위한 것이라면 문제가 되겠지만, 언어재활에서 노래로 불리는 선율을 만드는 것이 목적이라면 그런 미묘한 음고의 변화는 고려되지 않아도 될 것이다. 이에 본 연구에서 분석될 음향적 요소는 선율에서 사용될 음고, 리듬, 강도의 측면만 추출하고 분석하게 될 것이다.

이에 본 논문에서는 3음절의 두 강세구로 이루어진 6음절의 문장(한 억양구)을 문장 유형(평서문, 의문문)별로 구성하여 표준 한국어를 사용하는 성인 남녀를 대상으로 음성자료를 수집하였고, 각 음절의 음향적 속성 중 선율의 요소로 변환되는 요소인 음절별 주파수, 지속시간, 강도를 통계적으로 분석하고, 이를 음악적 기보법으로 변환하여 선율화하는 작업을 통해 한국어의 근거 기반 음악-언어재활 프로그램 개발을 위한 기초 자료를 마련하고자 하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 참여자

본 연구에서는 성신여자대학교 IRB 승인(SSWUIRB-2018-043-001)을 받은 후 참여자를 모집하고 연구에 대한 설명과 동의서 작성 후 연구를 진행하였다. 연구 참여자는 서울 소재의

K 대학교와 S 대학교 게시판에 게시한 모집 광고문을 통해 자발적으로 연구에 참여한 참여자들로, 다음의 같은 사항을 충족하는 만 19-25세 남성 30명( $22.2 \pm 1.6$ 세)과 여성 30명( $21.6 \pm 1.5$ 세)이다. 참여자 선정 기준은 첫째, 출생지와 현재까지의 거주 지역이 서울이나 수도권인 참여자로 부모와 참여자 모두 표준어를 구사하는 자, 둘째, 연구자의 지시를 이해하고 과제 수행이 가능한 자, 셋째, 음성 녹음 자료 수집에 동의한 사람이다.

## 2. 연구 절차

### 1) 수집 문장 유형과 목록 구성 및 타당도 검증

본 연구에서 수집할 문장 유형과 목록을 구성하기 위해 기존 실어증 대상 음악 치료 연구에 근거하여 일상생활에서 가장 많이 사용하는 문장 유형인 평서문과 의문문으로 선정하였다 (Kwon, 2011). 한국어의 경우 문장을 맺는 어미가 한정적이기 때문에 그 중 많이 사용되는 어미인 존대어(‘-니다’, ‘-니까?’)로 한정하였다. 대화문에서 자주 쓰이는 해요체 중 하나인 ‘-요’는 평서문과 의문문에서 모두 사용할 수 있고(Jung et al., 2010), 조사의 유무에 따라 리듬과 음고의 변화가 생길 수 있어(Kim, Park, Kim, & Kwon, 1996) 조사의 유무 조건을 추가하였다. 하위 세부 문장은 한국어 운율 특성을 참고하여 음절 수의 변인을 줄이기 위해 6음절로 같도록 설정하였고, 연구 목적에 맞게 연구자가 임의로 제작하였다. 또한 오염 변인을 줄이기 위해 3음절의 두 강세구로 이루어진 하나의 억양구(6음절)가 되도록 구성하였다. 타당도 검증을 위해 언어치료 박사학위를 받고 임상경험 10년 이상인 언어치료사에게 수집할 문장 유형 목록 구성 타당도 검증 결과, 5점 척도에서 모두 4점 이상으로 평가되었다. 이러한 기준에 충족한 수집할 문장 유형 목록은 <Table 1>, <Appendix 1>과 같다.

<Table 1> List of Collected Sentences

Sentence type	Detailed sentences			
	-nida.		-yo.	
	Particle X	Particle O	Particle X	Particle O
Statement	Hong-gildong imnida. (I'm Hong-gildong.)	Cheongsoreul hamnida. (I clean.)	Haendeupon juseyo. (Give me the phone.)	Noraereul bulluyo. (I sing a song.)
	Suyoil imnida. (It's Wednesday.)	Woondongeul hamnida. (I exercise.)	Sudgarak juseyo. (Give me a spoon.)	Murireul gamayo. (I wash my hair.)
	Apateu imnida. (It's an apartment.)	Sesureul hamnida. (I wash my face.)	Hyujitong juseyo. (Give me the trash can.)	Yangmareul sinuyo. (I wear socks.)
	Boksoonga imnida. (It's a peach.)	Busreul tamnida. (I take the bus.)	Jipangyi juseyo. (Give me the cane.)	Changmuneul yeoruyo. (I open the window.)
	Hwajangsil imnida. (It's a restroom.)	Sopungeul gamnida. (I go on a picnic.)	Rimocon juseyo. (Give me the remote control.)	Jeonhwareul badayo. (I answer the phone.)
Question	-nikka?		-yo?	
	Particle X	Particle O	Particle X	Particle O
	Hong-gildong mnikka? (Are you Hong-gildong?)	Cheongsoreul hamnikka? (Do you clean?)	Haendeupon isseoyo? (Is there a phone?)	Noraereul bulluyo? (Do you sing a song?)
	Suyoil mnikka? (Is it Wednesday?)	Woondongeul hamnikka? (Do you exercise?)	Sudgarak isseoyo? (Is there a spoon?)	Murireul gamayo? (Do you wash your hair?)
	Apateu mnikka? (Is it an apartment?)	Sesureul hamnikka? (Do you wash your face?)	Hyujitong isseoyo? (Is there a trash can?)	Yangmareul sin-eoyo? (Do you wear socks?)
Boksoonga mnikka? (Is it a peach?)	Busreul tamnikka? (Do you take the bus?)	Jipangyi isseoyo? (Is there a cane?)	Changmuneul yeonayo? (Do you open the window?)	
Hwajangsil mnikka? (Is it a restroom?)	Sopungeul gamnikka? (Do you go on a picnic?)	Rimocon isseoyo? (Is there a remote control?)	Jeonhwareul badnayo? (Do you answer the phone?)	

## 2) 자료 수집

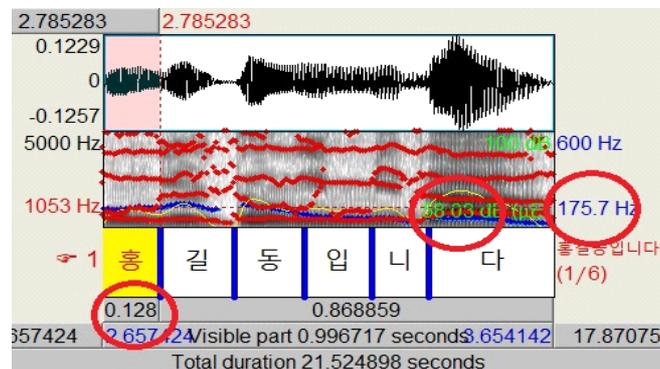
본 연구의 음성 자료 수집은 20 dB 이하의 소음이 없는 공간에서 수행되었다. 연구 참여자는 편안한 의자에 앉아 마이크에서 5 cm 가량 떨어져 연구에 사용될 문장들을 평소 말하듯 읽도

록 하였다. 음성 녹음은 iPhone/3.5mm 헤드폰 플러그 Earpods 마이크로 녹음하였고, 44,100 Hz, 16 bit로 샘플링하였으며, 모노 타입의 WAV 파일로 고유 식별 번호를 사용하여 저장하였다.

### 3. 자료 분석 및 처리

본 연구에서의 음성 자료 분석은 Yi, Oh, & Chong(2016)의 방법을 기반으로 수행되었다. 또한, 본 연구에서 음향적 요소를 음악적 요소로 변환하는 접근법은 억양을 악보로 전환하는 초기 단계의 예시를 제공한다. 이는 실제 프로그램 적용 시 참여자의 요구에 맞추어 보다 유연하게 선율적으로 변형 가능한 기본형을 제시한다. Praat 음성 분석 프로그램에서 TextGrid을 사용하여 수집한 음성 자료의 음절을 분절하고 레이블링한 후 억양 특성을 분석하기 위해 음향적 요소들을 추출하였다. 추출된 음향적 요소는 각 음절의 기본주파수(fundamental frequency,  $f_0$ )의 평균 주파수(Hz), 지속시간(정확히는 음절 간 간격을 의미함, ms), 강도(dB)이며, 이를 선율화 하기 위해 각각 음고(pitch), 음가(duration), 강세(accent)로 변환하였다. 음향적 요소를 선율로 변환하는 절차는 다음과 같다.

첫째, 음절당  $f_0$ 의 평균 주파수(Hz)는 12 평균율의 피아노 건반의 주파수 중 가장 근접한 건반의 음고로 변환하였다(Lindsay & Norman, 1972). 둘째, 음절당 지속시간(ms)은 음가(duration)로 변환하였는데, 이를 위해 문장의 총 발화 시간을 100으로 치환하여 음절당 시간을 비율로 환산한 후(Oh, 2014), 가장 짧은 시간을 8분음표로, 가장 긴 시간을 2분음표로 설정하여 리듬 패턴으로 변환하였다. 박자(meter)는 가장 흔히 사용되는 4분의 4박자로 설정하였고, 한 마디에 3음절로 된 하나의 강세구가 들어가도록 제작하였다. 셋째, 강도(dB)는 음의 세기로 변환하고 그 값이 가장 높은 음절의 위치에 악센트를 부여하였으며, 청각적으로 세기의 변화가 구별 가능한 가청 데시벨인 3 dB 이상의 차이가 나는 음절에만 강세를 부여하였다.



<Figure 1> Syllable segmentation and labeling of speech data using Praat, and information on frequency, duration, and intensity for each syllable

#### 4. 통계 분석

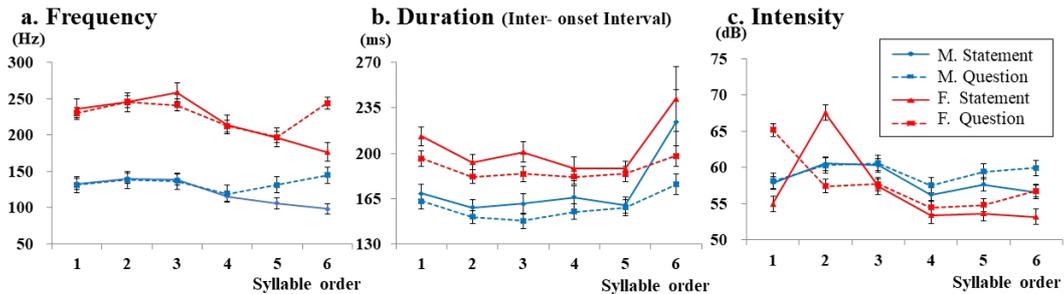
수집된 음성자료의 음향적 요소들의 통계분석을 위해 혼합 설계 반복 측정 분산분석(mixed-design repeated measures analysis of variance)을 실시하였고 음절별로 추출된 평균 주파수(Hz)와 지속시간(ms), 강도(dB)를 종속변인으로 하여 각각 통계분석을 실시하였다. 개체 내 요인으로는 문장 내의 음절의 순서(6개)와 문장 유형(평서문, 의문문)으로, 성별은 개체 간 요인으로 설정하였다. 3번째 음절에서의 조사의 유무에 따른 차이 검증은 대응표본  $t$  검정을 실시하였다. 통계프로그램은 SPSS(statistical package for the social science) 24.0을 사용하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 음향적 요소의 음절 순서, 문장 유형, 성별, 조사 유무에 따른 차이

주파수에 대한 혼합 설계 반복 측정 ANOVA 결과, 음절 순서( $F(5, 290) = 55.20, p < .001, \eta^2_p = .488$ ), 문장 유형( $F(1, 58) = 33.88, p < .001, \eta^2_p = .369$ ), 성별( $F(1, 58) = 479.92, p < .001, \eta^2_p = .892$ )에 관해 모두 유의미한 주효과가 나타났다. 상호작용 효과에 있어서는 성별  $\times$  음절 순서( $p < .001$ ), 문장 유형  $\times$  음절 순서( $p < .001$ ), 성별  $\times$  문장 유형  $\times$  음절 순서( $p = .001$ )에 있어서 유의미한 결과가 나타났으며, 성별  $\times$  문장 유형에 있어서는 유의미한 결과는 나타나지 않았다( $p = .174$ ). 6개의 음절 순서에 차이를 세부적으로 검정하기 위해 Bonferroni 보정을 통한 사후분석(post hoc)을 실시한 결과, 전체적으로 앞 세 음절의 주파수는 뒤 세 음절에 비해 유의미하게 높았음을 확인할 수 있었고, 가장 높은 음절은 3번째 음절, 가장 낮은 음절은 5번째 음절인 것으로 나타났다. 이는 <Figure 2a>에서 볼 수 있듯이 여성의 주파수가 남성보다 유의미하게 높았으며, 두 집단 모두에서 의문문의 마지막 음절이 유의미하게 높았음을 나타낸다.

지속시간에 대한 혼합 설계 반복 측정 ANOVA 결과, 음절 순서( $F(5, 290) = 11.14, p < .001, \eta^2_p = .161$ ), 문장 유형( $F(1, 58) = 20.37, p < .001, \eta^2_p = .260$ ), 성별( $F(1, 58) = 13.68, p < .001, \eta^2_p = .191$ )에 관해 모두 유의미한 주효과가 나타났다. 상호작용 효과에 있어서는 문장 유형  $\times$  음절 순서( $F(5, 290) = 4.85, p < .001, \eta^2_p = .077$ )에 있어서만 유의미한 결과가 나타났다. 6개의 음절 순서에 따른 지속시간의 차이를 세부적으로 검정하기 위해 Bonferroni 보정을 통한 사후 분석을 실시하였고, <Figure 2b>에서 볼 수 있듯이, 6번째 음절의 지속시간이 2-5번째 음절보다 유의미하게 긴 것으로 나타났다(all  $ps < .001$ ).



<Figure 2> Syllable order, sentence type (statement, question), and gender-specific averages and standard errors (error bars) of (a) frequency (Hz), (b) duration (ms), and (c) intensity (dB) for each syllable

강도에 대한 혼합 설계 반복 측정 ANOVA 결과, 음절 순서에서 작은 유의미한 차이가 나타났다( $F(5, 290) = 2.30, p = .045, \eta^2_p = .038$ ), 문장 유형( $p = .7$ ), 성별( $p = .429$ )에 관해 모두 유의미한 주효과는 나타나지 않았다. 상호작용 효과에 있어서도 유의미한 차이는 나타나지 않았다.

세 번째 음절의 조사 유무에 관한 대응표본  $t$ -검정 결과, 강도 측면에서 조사인 경우 아닌 경우보다 유의미하게 센 것으로 나타났다( $t(59) = -5.83, p < .001$ ). 하지만 주파수( $t(59) = -0.17, p = .869$ )와 지속시간( $t(59) = -1.41, p = .164$ )에서는 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

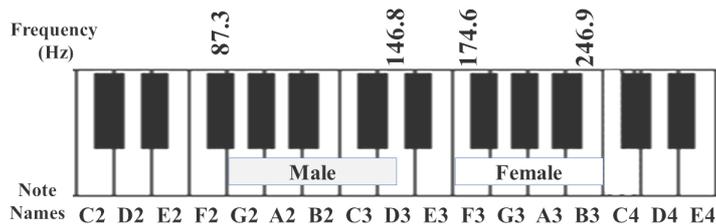
## 2. 한국어 억양의 음향적 속성의 선율화

남성 음성자료의 평균 주파수는  $127.9 \pm 14.0$  Hz, 최저 주파수는  $98.4 \pm 11.4$  Hz, 최고 주파수는  $138.9 \pm 15.0$  Hz였으며, 이를 음고로 변환하면 평균은 B2, 최저는 G2, 최고는 C#3로 나타났다(<Figure 3> 참조). 여성 집단의 평균 주파수는  $225.0 \pm 24.0$  Hz, 최저 주파수는  $176.8 \pm 15.4$  Hz, 최고 주파수는  $259.0 \pm 34.5$  Hz였으며, 이를 음고로 변환하면 평균은 A3, 최저는 F3, 최고는 B3로 나타났다(<Figure 3> 참조). 성별 간 말소리의 음높이 차이는 대략 10반음(semitone, 혹은 단7도)으로 나타났고, 최저 음고와 최고 음고의 간격은 남녀 집단 모두 약 6반음(혹은 증4도)으로 나타났다.

수집된 결과의 남성 집단 및 여성 집단별로 <Table 2>와 <Table 3>에 제시되었다. 성별과 문장 유형(평서문, 의문문), 조사 유무에 따른 음절당 평균 주파수와 변환된 음고 패턴은 다음과 같다. 남성의 조사가 있는 평서문의 음절당 평균 주파수는 130.7 - 135.7 - 141.1 - 118.7 - 106.1 - 98.6 Hz였고, 음고로 변환된 패턴은 B2 - C3 - C#3 - A#2 - G#2 - G2이었다. 남성의 조사가 없는 평서문의 음절당 평균 주파수는 140.4 - 144.1 - 137.1 - 113.9 - 105.8 - 94.8 Hz였고, 음고로 변환된 패턴은 C#3 - C#3 - C3 - A2 - G#2 - G2이었다.

남성의 조사가 있는 의문문 문장의 음절당 평균 주파수는 129.1 - 134.9 - 141.4 - 121.1 - 115.6 - 146.2 Hz였고, 음고로 변환된 패턴은 B2 - C3 - C#3 - A#2 - A2 - C#3이었다. 남성의 조사가 없는 의문문의 음절당 평균 주파수는 134.1 - 141.7 - 132.3 - 117.5 - 115.8 - 143.5 Hz였고, 음고로 변환된 패턴은 C3 - C#3 - C3 - A#2 - A2 - C#3이었다. 남성은 조사가 있는 평서문과 의문문에서 3번째 음절이 조사인 경우가 아닌 경우보다 통계적으로 유의미하지는 않지만 평균값은 반음 높게 나타났다.

여성의 조사가 있는 평서문의 음절당 평균 주파수는 230.6 - 242.0 - 253.2 - 219.1 - 199.8 - 176.1 Hz였고, 음고로 변환된 패턴은 A3 - A#3 - B3 - G#3 - G3 - F3이었다. 여성의 조사가 없는 평서문의 음절당 평균 주파수는 242.5 - 248.3 - 260.9 - 209.4 - 193.6 - 177.6 Hz였고, 음고로 변환된 패턴은 A#3 - B3 - B3 - G#3 - F#3 - F3이었다. 여성의 조사가 있는 의문문의 음절당 평균 주파수는 223.9 - 242.7 - 241.5 - 231.0 - 195.3 - 244.7 Hz였고, 음고로 변환된 패턴은 A3 - A#3 - A#3 - G#3 - F#3 - A#3이었다. 여성 집단의 조사가 없는 의문문의 음절당 평균 주파수는 236.5 - 249.8 - 241.2 - 211.8 - 199.6 - 243.5 Hz였고, 음고로 변환된 패턴은 A#3 - B3 - A#3 - G#3 - G3 - A#3이었다. 여성 집단에서는 조사 여부에 따른 음고의 차이는 평서문과 의문문 모두에서 나타나지 않았다.



<Figure 3> Piano key names and frequencies (Hz), as well as the vocal ranges for males and females

음절당 지속시간(ms)에 관해서는, 남성의 조사가 있는 평서문의 음절당 평균 지속시간은 170 - 153 - 164 - 164 - 161 - 197 ms이었고, 총 발화 시간(1009 ms)에 대한 비율은 4 : 1 : 3 : 2 : 2 : 4로 치환되었다. 남성의 조사가 없는 평서문의 음절당 평균 지속시간은 165 - 157 - 158 - 165 - 184 - 185 ms이었고, 총 발화 시간(1014 ms)에 대한 비율은 3 : 2 : 3 : 2 : 3 : 3으로 치환되었다. 남성의 조사가 있는 의문문의 음절당 평균 지속시간은 167 - 153 - 151 - 161 - 166 - 183 ms이었고, 총 발화 시간(981 ms)에 대한 비율은 4 : 3 : 1 : 1 : 3 : 4로 치환되었다. 남성의 조사가 없는 의문문의 음절당 평균 지속시간은 158 - 149 - 144 - 148 - 148 - 169 ms이었고, 총 발화 시간(916 ms)에 대한 비율은 4 : 2 : 2 : 2 : 2 : 4로 치환되었다.

&lt;Table 2&gt; Melodization of Korean Intonation in a Male Group

(n = 30)

Division	Average melodic characteristics			Melody	
	Pitch	Duration (ms)	Intensity (dB)		
	B2	165	58.8		
Statement	Particle O	A#2	168	58.7	<p>B2 C3 C#3 A#2 G#2 G2 Cheong so reul ham ni da.</p>
	Particle X	A#2	169	58.1	<p>C#3 C#3 C3 A2 G#2 G2 Hong gil dong im ni da.</p>
Question	Particle O	C3	163	59.3	<p>B2 C3 C#3 A#2 A2 C#3 Cheong so reul ham ni kka?</p>
	Particle X	C3	152	59.0	<p>C3 C#3 C3 A#2 A2 C#3 Hong gil dong im ni kka?</p>

여성의 조사가 있는 평서문의 음절당 평균 지속시간은 216 - 187 - 202 - 192 - 188 - 242 ms이었고, 총 발화 시간(1227 ms)에 대한 비율은 4 : 1 : 3 : 3 : 1 : 4로 치환되었다. 여성 집단의 조사가 없는 평서문의 음절당 평균 지속시간은 207 - 199 - 193 - 183 - 216 - 241 ms이었고, 총 발화 시간(1239 ms)에 대한 비율은 4 : 2 : 2 : 1 : 3 : 4로 치환되었다. 여성의 조사가 있는 의문문의 음절당 평균 지속시간은 195 - 179 - 184 - 185 - 181 - 196 ms이었고, 총 발화 시간(1120 ms)에 대한 비율은 4 : 2 : 2 : 1 : 3 : 4로 치환되었다. 여성의 조사가 없는 의문문의 음절당 평균 지속시간은 195 - 183 - 184 - 179 - 186 - 199 ms이었고, 총 발화 시간(1126 ms)에 대한 비율은 4 : 2 : 2 : 1 : 3 : 4로 치환되었다.

<Table 3> Melodization of Korean Intonation in a Female Group (n = 30)

Division	Average melodic characteristics			Melody	
	Pitch	Duration (ms)	Intensity (dB)		
	A3	196	57.2		
Statement	Particle O	A3	204	55.4	<p>A3 A#3 B3 G#3 G3 F3 Cheong so reul ham ni da.</p>
	Particle X	A3	206	54.7	<p>A#3 B3 B3 G#3 F#3 F3 Hong gil dong im ni da.</p>
Question	Particle O	A3	186	56.5	<p>A3 A#3 A#3 G#3 F#3 A#3 Cheong so reul ham ni kka?</p>
	Particle X	A3	187	55.7	<p>A#3 B3 A#3 G#3 G3 A#3 Hong gil dong im ni kka?</p>

음절당 강도에 관해서는, 남성의 조사가 있는 평서문의 음절당 평균 강도는 58.4 - 60.4 - 61.5 - 57.1 - 57.9 - 56.9 dB이었고, 최저는 56.9 dB, 최고는 61.4 dB이므로 악센트는 3번째 음절에 부여하였다. 남성의 조사가 없는 평서문의 음절당 평균 강도는 58.2 - 61.1 - 59.3 - 56.0 - 57.0 - 57.0 dB이었고, 최저는 56.0 dB, 최고는 61.1 dB이므로 악센트는 2번째 음절에 부여하였다. 남성의 조사가 있는 의문문의 음절당 평균 강도는 58.3 - 60.1 - 61.0 - 58.1 - 58.5 - 60.0 dB이었고, 최저는 58.1 dB, 최고는 61.0 dB이므로 최저, 최고 강도의 차이가 3 dB 이하이기 때문에 악센트를 부여하지 않았다. 남성의 조사가 없는 의문문의 음절당 평균 강도는 58.0 - 60.4 - 60.2 - 57.0 - 58.7 - 60.0 dB이었고, 최저는 57 dB, 최고는 60.43 dB이므로 악센트는 2번째 음절에 부여하였다.

여성의 조사가 있는 평서문의 음절당 평균 강도는 55.7 - 57.5 - 58.0 - 54.0 - 53.9 - 53.1 dB이었고, 최저는 53.1 dB, 최고는 58.0 dB이므로 악센트는 3번째 음절에 부여하였다. 여성의 조사가 없는 평서문의 음절당 평균 강도는 54.4 - 57.9 - 56.7 - 52.8 - 53.4 - 53.3 dB이었고, 최저 강도는 52.8 dB, 최고 강도는 57.9 dB이므로 악센트는 2번째 음절에 부여하였다. 여성의 조사가 있는 의문문의 음절당 평균 강도는 56.2 - 57.8 - 58.3 - 55.1 - 54.8 - 56.8 dB이었고, 최저는 54.8 dB, 최고는 58.3 dB이므로 악센트는 3번째 음절에 부여하였다. 여성의 조사가 없는 의문문의 음절당 평균 강도는 54.4 - 57.0 - 57.1 - 53.9 - 54.8 - 56.8 dB이었고, 최저 강도는 53.9 dB, 최고 강도는 57.1 dB이므로 악센트는 3번째 음절에 부여하였다.

#### IV. 논의 및 결론

본 연구는 선율로 변환 시 필요한 한국어의 음향학적 특징을 분석하고, 이러한 분석을 바탕으로 음악적 요소로 변환하여 생성된 선율의 예시를 제시함으로써, 근거 기반 음악-언어재활 프로그램 개발에 필요한 기초 자료를 제공하는 것을 목적으로 하였다. 이와 관련하여, 성별 및 문장 유형별 한국어 억양 특성을 반영한 선율 예시는 언어재활 현장에서 참여자 맞춤형 선율 제작의 근거 기반 기초 자료로 활용될 가능성을 탐색하였다. 이를 위해 표준어를 구사하는 만 19-25세의 남성 30명과 여성 30명의 6음절로 된 평서문과 의문문의 음성 녹음자료를 수집하여 음향적 속성(음절당 주파수, 지속시간, 강도)을 추출하여 통계분석을 실시하였고, 이를 음악적 속성(음고, 음가, 악센트)으로 변환하여 평균의 선율을 악보로 제시하였다. 본 연구의 핵심적 결과와 함의는 다음과 같다.

첫째, 강세구와 억양구에 따라 각 음절의 음향적 속성이 다르게 나타나며, 이는 선율의 마디 구분, 음고, 음가로 변환될 수 있다. 즉 두 강세구는 마디로 구분될 수 있고, 억양구를 이루는 마지막 강세구의 마지막 음절에 보통 나타나는 장음화 경향은 대부분의 선율의 마지막 음의 음가가 긴 것과 유사하다. <Figure 2>에서 나타나듯, 주파수 측면에서 6음절 중 앞 세 음절, 즉 앞 강세구의 주파수가 높고 마지막 강세구는 낮게 나타나는 경향이 있으며, 앞 강세구의 마지막 음절의 주파수가 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 이는 3음절 이하의 강세구인 경우 주로 LH의 궤적으로 나타난다는 기존 문헌과 일치한다(Jun, 1993). 또한 이는 음절당 지속시간에 있어서는 마지막 음절의 길이가 가장 길고, 그 다음으로는 첫 음절이 긴 것으로 나타났다. 특정 어미나 경계 성조(boundary tone)에서 음높이가 달라질 수 있다는 Yune(2020)의 연구 결과와 관련된다. 이를 통해 두 강세구로 된 문장의 선율을 구성할 경우, 강세구를 마디로 구분하고, 앞의 강세구의 마지막 음절의 음고는 상대적으로 높게 하고, 마지막 강세구의 음고는 상대적으로 낮게 하며 마지막 음은 길게 하는 것이 한국어 발화 억양이 잘 반영된 선율임을

시사한다. 단, <Table 2>와 <Table 3>에 제시된 악보는 음악적 선율이라기보다는 말소리 억양을 악보화한 것이므로, 실제 재현에 사용할 경우에는 선율 윤곽을 참고하여 보다 음악적으로 변형시켜 사용할 것을 추천한다.

둘째, 한국어 억양은 문장 유형(평서문, 의문문)에 따라 다르게 나타난다. 앞서 음절 순서에 따른 음향적 속성의 차이를 살펴보았지만, 이는 문장 유형에 따라 다르게 나타난다. 통계결과에 있어서도 음절 순서에 따른 음향적 속성은 음절당 주파수와 지속시간에 있어서 문장 유형과의 상호작용 효과가 나타났다(all  $ps < .001$ ). 즉 평서문의 경우는 마지막 세 음절이 하강하는 반면, 의문문의 경우에는 주파수가 상승했고(<Figure 2> 참조), 이러한 경향성은 남성 집단과 여성 집단 모두에게서 나타났다. 지속시간에 있어서는 마지막 음절이 평서문과 의문문 모두에서 긴 경향이 보이기는 했지만, 평서문에서 특히 길게 나타나는 경향이 있다는 것을 발견하였다. 선율적인 측면에서 본다면, 평서문의 음고는 뒷 어절을 하강하도록 하고, 의문문의 경우는 상승하도록 제작하며, 리듬적 측면에 있어서는 첫 음절과 마지막 음절을 긴 음가의 음표로 하되, 평서문의 경우에는 마지막 음절을 의문문보다 더욱 길게 구성하는 것이 합당하다는 것을 시사한다. 이러한 연구 결과는 문장의 마지막을 올리거나 내림으로써 평서문과 의문문 문장 유형을 구분할 수 있다는 Weber-Fox & Hampton(2008)의 연구 결과와 일치한다. 또한 음절당 지속시간에 있어서는 평서문이  $189 \pm 50$  ms, 의문문이  $173 \pm 40$  ms로, 이를 메트로놈 템포로 변환하면, 평서문은 약 317 bpm, 의문문은 약 347 bpm이 되어, 의문문이 평서문보다 약 9% 빠르게 발화됨을 확인할 수 있었다.

셋째, 한국어 억양은 성별에 따라 다르게 나타난다. 주파수로는 남성 평균은 127.9 Hz, 여성은 225.0 Hz로 약 97 Hz의 차이가 나타나고, 이를 음고로 변환하면 남성은 B2, 여성은 A3가 되며, 이는 여성이 대략 10반음(semitone) 정도 높은 것을 의미한다. 이는 여성이 남성보다 높은 주파수의 범위를 사용한다고 제시한 Hong & Kim(2016)의 연구와 일치한다. 하지만 음역은 두 집단 모두 유사하게 6반음(증4도)인 것으로 나타났다. 이뿐만 아니라, 문장 유형과 성별과 유의미한 상호작용 효과도 발견되었는데( $p < .001$ ), 남성 집단의 경우, 평서문 평균 주파수는  $122.1 \pm 17.8$  Hz, 의문문 평균 주파수는  $133.7 \pm 8.6$  Hz로, 이를 음고로 변환하면, 각각 A#2, C3로, 의문문의 경우가 평서문의 경우보다 평균 음역 정도 높은 것으로 나타나는 것이 확인되었다. 반면 여성 집단의 경우에는 평서문 평균 주파수는  $221.4 \pm 31.2$  Hz, 의문문 평균 주파수는  $228.6 \pm 19.7$  Hz로, 이를 음고로 변환하면, 모두 A3로, 문장 유형 간 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 즉 성별에 따라 문장 유형별 발화 특성이 달라질 수 있다는 것이다. 남성의 경우 특히 의문문의 음고가 높아지는 경향이 있다는 것이다. 하지만 이러한 결과는 6음절의 평균값이므로 음절에 따른 차이가 함께 고려되어야 한다. 음절당 지속시간은 남성 집단이  $165 \pm 19$  ms, 여성 집단이  $196 \pm 17$  ms로 이를 메트로놈 템포로 변환하면, 남성 집단은 약 364 bpm, 여성 집단은 약 306 bpm으로, 남성 집단이 약 16% 정도 빠르게 말하는 것으로 나타났다. 이는 남성보

다 여성이 발화 길이가 길다는 것을 보인 Lee & Kim(2001)의 연구 결과와 일치한다. 이러한 연구 결과는 언어재활에서 선율 제작 시 음역과 템포를 결정함에 있어 참여자의 성별이 고려되어야 함을 시사한다. 물론 개인차도 고려되어야 하겠지만, 대략 여성의 경우가 남성보다 단7도 가량 높게 설정을 하고, 자연스러운 목표 발화의 템포에 있어서도 남성이 여성보다 좀 더 빠르게 하는 것이 자연스러울 수 있다는 것을 시사한다.

넷째, 조사 여부에 따른 차이에 있어서는, 음절당 주파수와 지속시간에서 통계적으로 유의미한 차이가 나지 않은 반면(각각  $p = .869$ ,  $p = .164$ ), 강도에서만 조사가 있는 음절이 조사가 없는 음절보다 센 것으로 나타났다( $p < .001$ ). 이는 어절로 나뉘는 마지막 음절에서 조사가 있는 경우, 조사를 강조하기 위해 조금 더 세게 발음하는 경향이 있다는 것을 보여주는 결과라 할 수 있다. 이를 토대로, 문장에 조사가 있는 경우 음고나 리듬의 변화를 주지는 않고 악센트를 주는 방식으로 표현하는 것이 실제 발화와 유사할 수 있다는 것을 시사한다.

다섯째, 음향적 속성을 음악 표기법으로 변환하여 선율화된 예시를 제시한 것은 여러 이점이 있다. 언어의 시각적 자료인 ‘글’에서는 표기할 수 없는 음고, 음의 길이, 세기 정보를 한눈에 볼 수 있도록 해주는 매우 유용한 시각적 방식이 될 수 있다(Chow & Brown, 2018). 그래프로도 이 정보들을 보여줄 수 있지만, <Figure 2>처럼 각 요소를 따로 표현해야 하는 번거로움이 있다. 또한 선율화된 예시는 음향적 속성 값들보다 사람의 지각적 방식에 더 적합하다. 예를 들어 주파수로 남성 평균은 127.9 Hz, 여성은 225.0 Hz로 약 97 Hz의 차이가 나타났으나, 이 값은 선율화 작업에 별로 도움이 되지 못할 수 있다. 주파수로 표현된 차이인 97 Hz는 음역대에 따라 사람이 인식하는 차이가 매우 다르게 나타날 수 있기 때문이다. 예를 들어 피아노 건반의 최저 음역의 반음(A0 - A#0)은 약 1.6 Hz인 반면, 최고 음역의 반음(A7 - A#7)은 209.3 Hz로, 우리가 같게 느끼는 음정 간격이 주파수로 표현하면 음역에 따라 매우 다를 수 있기 때문이다. 이러한 일이 발생하는 이유는 우리가 느끼는 음의 높낮이 감각은 주파수의 간격에 산술적으로 비례하는 것이 아니라 주파수 간격의 비율에 비례하기 때문이다(Stainsby & Cross, 2009). 결과의 주파수 값을 음고로 변환하면 남성은 평균 B2, 여성은 A3가 되며, 이는 대략 10반음, 즉 단7도의 차이가 난다. 이는 직관적이며 사람의 지각적 특성이 반영된 값이라 할 수 있다. 이렇게 언어재활의 근거로 사용되는 선율을 음악적 기보를 사용하여 제시할 때 보다 효율적이고 편리하게 응용 가능하리라 본다.

마지막으로 본 연구에서 제시하는 선율은 다양한 가능성 중 하나의 예시에 불과하며, 유일한 해답으로 간주될 수 없다는 점을 강조한다. 본 연구의 기초적 선율화 작업은 한국어 억양의 음악적 변환에 있어 핵심적인 세 가지 요소인 음고, 리듬, 강세를 악보로 표현함으로써, 한국어 억양의 특성을 직관적으로 파악할 수 있게 한다는 중요한 의의를 가진다. 이러한 기본적인 선율 윤곽의 악보화는 다양한 대상자의 성별, 음역대, 음악적 취향을 고려한 맞춤형 선율 제작의 기반으로 활용될 수 있다. 억양이라는 것은 하나의 정답이 있는 것이 아니라 지역, 문화권,

개인 등에 따라 다를 수 있으므로, 그 부분도 고려되어야 할 것이다. 그러므로 본 논문에서 제시된 기본 선율은 음악치료사나 언어재활사에 의해 다양한 변주와 변형을 통해 개별화될 수 있는 것이다.

본 연구에서 사용된 문장의 수나 선택된 문장의 대표성 여부는 연구의 한계로 지적될 수 있다. 하지만 이는 후속 연구의 방향을 제시하는 중요한 출발점이 될 것을 기대한다. 특히, 본 연구는 대규모 한국어 음성 데이터를 활용하고, 인공지능 기술을 적용하여 보다 광범위하고 정밀한 분석을 수행할 후속 연구의 기초 토대를 마련한다. 인공지능의 사용은 데이터 분석의 정확도와 효율성을 대폭 향상시킬 것으로 기대되며, 이는 음악-언어재활 프로그램 개발에 필요한 근거 기반 자료를 보다 신속하고 정밀하게 제공하는 데 기여할 것이다. 본 연구의 주요 목적은 선율화 작업을 위한 기초 자료를 제공하는 것이므로, 음절 간격, 말의 속도, 휴지(정지) 구조 등 억양에 내재된 다양한 음향적 속성은 본 분석의 고려 대상에서 제외되었다. 그러나, 인공지능을 활용한 언어재활의 효과성을 평가하는 과정에서는 이러한 세밀한 음성의 음향적 속성들을 포괄적으로 활용할 수 있는 잠재력이 있을 것으로 기대된다.

## References

- Belin, P., Zibovicius, M., Remy, P., Francois, C., Guillaume, S., Chain, F., ... Samson, Y. (1996). Recovery from nonfluent aphasia after melodic intonation therapy: A PET study. *Neurology*, 47(6), 1504-1511.
- Bolinger, D. (1989). *Intonation and its uses: Melody in grammar and discourse*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Chow, I., & Brown, S. (2018). A musical approach to speech melody. *Frontiers in Psychology*, 9, 247.
- Cortese, M. D., Riganello, F., Arcuri, F., Pignataro, L. M., & Buglione, I. (2015). Rehabilitation of aphasia application of melodic-rhythmic therapy to Italian language. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 520.
- Hart, J. T., Collier, R., & Cohen, A. (1990). *A perceptual study of intonation: An experimental-phonetic approach to speech melody*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Hong, H., & Kim, S. J. (2016). Vocal range of older adults in comparison with young adults depending on the presence of pitch cues. *The Journal of the Korea Contents Association*, 16(4), 377-386.
- Hong, S. Y. (2010). A phonetic study on the prosodic realization of Korean English utterances. *The*

- Journal of Human Studies*, 26, 243-276.
- Hough, M. S. (2010). Melodic intonation therapy and aphasia: Another variation on a theme. *Aphasiology*, 24(6-8), 775-786.
- Hwang, S. Y. (2014). A study on the awareness of advanced Korean learners on speakers' attitudes apparent through nuclear tones. *Journal of Speech Communication*, 25, 251-272.
- Jang, H. (2015). On the education contents of intonation for Korean language education. *Korean Linguistics*, 67, 193-215.
- Jun, S. A. (1993). *The phonetics and phonology of Korean prosody* (Unpublished doctoral dissertation). Ohio State University, Columbus.
- Jung, J., Lee, H. J., & Park, J. C. (2010). Intonation generation for Korean speech synthesis with automated sentence type classification. *Proceedings of HCI Korea, 2010*(1), 159-161.
- Jung, M., & Choi, E. (2013). A study on aspects of functions and intonations in uttering '-잖아' of Korean native speakers and Korean learners. *Korean Linguistics*, 60, 143-165.
- Jung, M., & Shin, J. (2000). A study on Korean time-Unit. *Korean Linguistics*, 12, 261-278.
- Kershenbaum, A., Nicholas, M. L., Hunsaker, E., & Zipse, L. (2019). Speak along without the song: What promotes fluency in people with aphasia. *Aphasiology*, 33(4), 405-428.
- Kim, C., Park, D., Kim, B., & Kwon, C. H. (1996). The rule of Korean pitch variation for a natural synthetic female voice. *The Journal of the Acoustical Society of Korea*, 15(6), 26-32.
- Kwon, S. M. (2010). A study of interlanguage intonation manifested in non-final endings that behave like final endings. *Journal of Korean Language Education*, 21(4), 1-23.
- Kwon, S. M. (2011). A study on the features of interlanguage prosody of Chinese learners of Korean: Focused on intonation of APs and boundary tones. *Bilingual Research*, 45(0), 1-25.
- Ladd, D. R. (2008). *Intonational Phonology* (2nd ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lee, H. Y. (2011). A study on teaching advanced learners discrimination of the intonation of '-을걸' and the effectiveness of the teaching. *Journal of Korean Language Education*, 22(3), 257-283.
- Lee, Y. M., & Kim, H. H. (2001). An utterance analysis of conversations and picture description tasks of Korean adults. *Communication Sciences and Disorders*, 6(1), 40-52.
- Leonardi, S., Cacciola, A., De Luca, R., Aragona, B., Andronaco, V., Milardi, D., ... Calabrò, R. S. (2018). The role of music therapy in rehabilitation: Improving aphasia and beyond. *International Journal of Neuroscience*, 128(1), 90-99.
- Lindsay, P. H., & Norman, D. A. (1972). *Human information processing: An introduction of psychology*. NY: Academic press.
- Miller, S. B., & Toca, J. M. (1979). Adapted melodic intonation therapy: A case study of an experimental language program for an autistic child. *The Journal of Clinical Psychiatry*,

- 40(4), 201-203.
- Nooteboom, S. (1997). The prosody of speech: Melody and rhythm. *The Handbook of Phonetic Sciences*, 5, 640-673.
- Oh, J. H. (2014). A study of methods of standardization for Korean intonation curve. *Korean Linguistics*, 62, 395-420.
- Oh, J. H. (2018). Current situation and tasks of research for Korean intonation education. *Journal of Korean Culture*, 43, 69-102.
- Park, K. Y. (2009). The study of teaching Korean final endings' intonation: A focus on intonation difference of modal meanings. *The Studies of Korean Language and Literature*, (34), 373-397.
- Patel, A. D. (2010). *Music, language, and the brain*. New York: Oxford University Press.
- Seki, K., & Sugishita, M. (1983). Japanese-applied melodic intonation therapy for broca aphasia. *No To Shinkei: Brain and Nerve*, 35(10), 1031-1037.
- Shin, D., & Lee, G. (2019). Prosodic features of Korean disyllabic words produced by English speaking learners of Korean. *Studies in Phonetics, Phonology, and Morphology*, 25(1), 57-71.
- Shin, J., & Cha, J. (2003) *The system of Korean sounds: Foundations for the study of Korean phonology*. Seoul: Hanguk Munhwasa.
- Stainsby, T., & Cross, I. (2009). The perception of pitch. In S. Hallam, I. Cross, & M. Thaut (Eds.), *Oxford handbook of music psychology* (pp. 47-58). Oxford: Oxford University Press.
- Steele, J. (1775). *An essay towards establishing the melody and measure of speech to be expressed and perpetuated by certain symbols*. London: Bowyer and Nichols.
- Tabei, K. I., Satoh, M., Nakano, C., Ito, A., Shimoji, Y., Kida, H., & Tomimoto, H. (2016). Improved neural processing efficiency in a chronic aphasia patient following melodic intonation therapy: A neuropsychological and functional MRI study. *Frontiers in Neurology*, 7, 148.
- Thaut, M. H. (2009). *Rhythm, music, and the brain: Scientific foundations and clinical applications* (Y. A. Cha, Trans). Seoul: Hakjisa. (Original work published 2005)
- Weber-Fox, C., & Hampton, A. (2008). Stuttering and natural speech processing of semantic and syntactic constraints on verbs. *Journal of Speech, Language, Hearing Research*, 51(5), 1058-1071.
- Whetstone, T., Kim, S., Reynolds, C., & Deeves, E. (2018). Case study: Differential effects of melody and rhythm in melodic intonation therapy. *Clinical Archives of Communication Disorders*, 3(2), 127-136.
- Yi, S. Y., Oh, J., & Chong, H. J. (2016). Tonal characteristics based on intonation pattern of the Korean emotion words. *Journal of Music and Human Behavior*, 13(2), 67-83.

- Yu, M. R. (2014). A study on phonological features of lyrics for Korean popular song writing. *Lingua Humanitatis*, 16(3), 105-126.
- Yune, Y. (2020). Perceptive evaluation of Korean native speakers on the polysemic sentence final ending produced by Chinese Korean learners. *Phonetics and Speech Sciences*, 12(4), 27-36.

- 게재신청일: 2024. 03. 05.
- 수정투고일: 2024. 04. 12.
- 게재확정일: 2024. 04. 15.

## Acoustic Analysis and Melodization of Korean Intonation for Language Rehabilitation\*

Choi, Jin Hee\*\*, Park, Jeong Mi\*\*\*

This study aims to acoustically analyze Korean language characteristics and convert these findings into musical elements, providing foundational data for evidence-based music-language rehabilitation. We collected voice data from thirty men and thirty women aged 19-25, each providing six-syllable prosodic units composed of two accentual phrases, including both declarative and interrogative sentences. Analyzing this data with Praat, we extracted syllabic acoustic properties and conducted statistical analyses based on acoustic properties, sentence type, gender, and particle presence. Significant differences were found in syllable frequency and duration based on accentual phrases and prosodic units ( $p < .001$ ), with interrogative showing higher frequencies and declaratives longer durations ( $p < .001$ ). Female frequencies were significantly higher than males' ( $p < .001$ ), with longer durations observed ( $p < .001$ ). Particle syllables also showed significantly stronger intensities ( $p < .001$ ). Finally, we presented melodies converted from these acoustic properties into musical scores based on pitch, duration, and accent. The insights from this analysis of six-syllable Korean sentences will guide further research on developing a system for melodizing large-scale Korean speech data, expected to be crucial in music-based language rehabilitation.

*Keywords: Korean intonation, acoustic analysis, melodization, language rehabilitation*

---

\*This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT) (No. RS-2023-00219429).

\*\*This article was based on the first author's master's thesis(2020).

\*\*First author: Department of Music Therapy, Graduate School, Sungshin Women's University

\*\*\*Corresponding author: Lecturer, Department of Musicology, Seoul National University (mensa04@snu.ac.kr)

## &lt;Appendix 1&gt; 수집된 문장 목록

문장 유형	세부 문장			
	-니다		-요	
	조사X	조사O	조사X	조사O
평서문	홍길동 입니다	청소를 합니다	핸드폰 주세요	노래를 불러요
	수요일 입니다	운동을 합니다	손가락 주세요	머리를 감아요
	아파트 입니다	세수를 합니다	휴지통 주세요	양말을 신어요
	복숭아 입니다	버스를 탑니다	지팡이 주세요	창문을 열어요
	화장실 입니다	소풍을 갑니다	리모컨 주세요	전화를 받아요
	-니까?		-요?	
	조사X	조사O	조사X	조사O
의문문	홍길동 입니까?	청소를 합니까?	핸드폰 있어요?	노래를 불러요?
	수요일 입니까?	운동을 합니까?	손가락 있어요?	머리를 감아요?
	아파트 입니까?	세수를 합니까?	휴지통 있어요?	양말을 신어요?
	복숭아 입니까?	버스를 탑니까?	지팡이 있어요?	창문을 여나요?
	화장실 입니까?	소풍을 갑니까?	리모컨 있어요?	전화를 받나요?