

신생아 울음의 의사소통 의도와 관련된
음향학적 특성

연세대학교 대학원
언어병리학협동과정
장 효 령

신생아 울음의 의사소통 의도와 관련된
음향학적 특성

지도교수 박 은 숙

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2011년 12월 일

연세대학교 대학원

언어병리학협동과정

장 효 령

장효령의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2011년 12월 일

감사의 글

대학원 생활을 시작한지 벌써 2년의 시간이 흘렀습니다. 힘들었던 시간도 있었지만, 그때마다 많은 분들에게 헤아릴 수 없는 큰 도움을 받았기에 부족하지만 이렇게 결실을 맺을 수 있었다고 생각합니다.

먼저 지금의 제가 있을 수 있도록 열정적인 가르침을 주시고, 힘든 시기를 극복할 수 있도록 용기와 격려로 이끌어주신 김향희 교수님께 감사의 인사를 올립니다. 심사위원장으로서 세심한 지도와 조언을 아끼지 않으셨던 박은숙 교수님, 언제나 열정적으로 논문 지도에 힘써주신 고도홍 교수님께 깊이 감사드립니다.

대학원 기간 동안 늘 꼼꼼하게 신경써 주시고 관심으로 지켜봐 주셨던 박지은 선생님, 매주 토요일마다 웃음과 따뜻함을 선물해 주신 김효진 선생님께도 감사드립니다. 또 환자들을 진료하는 바쁘신 일정 와중에도 연구를 허락해주시고 시간과 장소를 배려해 주셨던 황세영 병원 소아과 원장 선생님께도 감사드립니다. 또한 연구를 진행하는 동안 어려움이 있을 때마다 세세한 도움을 주셨던 최예린 교수님, 강희모 교수님, 지민제 교수님께도 깊이 감사드립니다.

대학원 기간 동안 늘 부족한 저에게 항상 곁에 있어주고 힘이 되어준 수현 언니, 힘든 대학원 생활 동안 치료 실습의 파트너로 온화한 미소를 잃지 않았던 엄마 같은 다운 언니, 똑똑하고 호기심 많은 희정 언니, 어떤 것을 물어봐도 모르는 것이 없는 왕언니 민경 언니, 엉뚱함이 매력적인 율희 언니, 평화로운 제주도의 삶을 꿈꾸는 현수 언니, 언제나 웃으면서 따뜻하게 대해주었던 혜진 언니, 시원한 성격이 매력적인 보선 언니, 부족한 동기에게 항상 도움을 주고 맛동산으로 웃음을 주었던 쿨한 경애, 항상 세심한 도움을 주고 힘이 되어 주었던 우리 기수 막내 곰돌이 선하 너무 고맙고 사랑합니다. 멋진 16기 선배님들과 18기 후배님들, 그리고 언제나 신경써주시고 세심

한 도움을 주시는 이지연 선생님과 여러 조교선생님들께도 감사의 마음을 전합니다.
또한 대학원을 다니기 시작할 때부터 항상 옆에서 조언을 주시고 너무나 큰 힘이 되어주신 롤 모델 진 선생님과 힘들 때마다 투정을 부려도 한없이 받아주고 기도해주었던 좋은짱, 까네레 식구들, 취중 친구들 너무 감사드립니다.

끝으로 무엇과도 바꿀 수 없는 소중한 우리 가족, 한결같은 사랑을 주시고 든든한 힘이 되어 주신 존경하는 부모님, 비록 멀리 있지만 항상 조언을 주고 힘들 때마다 용기를 주었던 우리 멋진 오빠에게 무한한 감사와 사랑의 마음을 전하고 싶습니다.

저자 씀

차 례

그림 차례	ii
표 차례	iii
부록 차례	iv
국문 요약	v
제1장 서론	1
1.1. 이론적 배경	1
1.2. 연구 목적	6
1.3. 연구 문제	8
제2장 연구 대상 및 방법	9
2.1. 연구 대상	9
2.2. 연구 방법	11
2.2.1. 자료 수집 절차	11
2.2.2. 자료 분석	11
2.2.3. 통계 분석	12
제3장 결과	13
3.1. 신생아 울음에 따른 매개변수의 기술통계량	13
3.3. 신생아 울음에 따른 매개변수의 평균 차이 비교	14
제4장 고찰	17
제5장 결론	22
참고 문헌	23
부록	28
영문 요약	29

그림 차례

그림 1-A. 신생아 울음에 따른 유의한 매개변수	15
그림 1-B. 신생아 울음에 따른 유의하지 않은 매개변수	16

표 차례

표 1. 대상자 정보	10
표 2. 신생아 울음에 따른 매개변수의 기술통계	13

부록 차례

부록 1. 동의서	28
-----------------	----

국 문 요 약

신생아 울음의 의사소통 의도와 관련된 음향학적 특성

생후 아기는 엄마와 중요한 의사소통의 도구로 울음(crying)을 사용한다. 그만큼 울음은 아기에게 생존을 위한 중요한 의사소통 수단이다. 아기와 엄마의 소통은 매우 제한적임에도 불구하고 상당히 잘 이루어지고 있는데 이는 의사소통 의도가 담긴 아기의 울음특성을 엄마가 청지각적으로 정확히 인지하고 있기 때문이며 나아가 울음은 엄마와 아기와의 상호작용 발달에 중요한 역할을 한다고 할 수 있다. 기존 국외 선행 연구에서 부모의 청각적 지각력에 의한 울음 형태의 구별과 음향학적 분석 간에 일치하였는데 이는 부모가 아이의 울음을 청지각적으로 인식하는데 있어서 울음의 음향학적 특성이 어떠한 영향을 준다고 생각해 볼 수 있다. 이에 본 연구에서는 울음에 대한 음향학적 분석이 매우 중요한 의미를 지닌다고 판단하여 배고픔(hunger)과 통증(pain)에 따른 신생아 울음의 의사소통 의도에 대한 음향학적 특성을 기본주파수(fundamental frequency, F_0), 주파수 변동률(jitter), 진폭 변동률(shimmer), 소음대배음 비율(noise-to-harmonic ratio, NHR), 습관적 피치(habitual pitch)와 강도(intensity)를 통해 음향학적인 측면에서 어떠한 차이를 보이는지 살펴보고자 하였다.

연구 대상은 서울 지역에 거주하며 38-42주(full term) 기간을 거쳐 출생한 1주 이내의 건강한 정상 신생아 20명(남:여=11:9)이었다. 울음소리는 총 3분간 녹음하였다. 통증의 울음은 선천성 대사이상검사를 통하여 유도하였고 배고픔의 울음은 정해진 식사시간에 맞춰 기다렸다가 설근반사(rooting reflex)를 확인하였다. 녹음된 울음소리를 MDVP(Multi-Dimensional Voice Program)와 Real-Time Pitch를 사용하여 분석하였다.

본 연구의 결과와 논의점은 다음과 같다.

첫째, 기본주파수에서 통증의 울음이 배고픔의 울음보다 더 높게 나타나 평균의 차이가 크게 나타났다. 이는 통증을 느끼는 것과 같은 스트레스를 받는 상황에서는 곱

격근(skeletal muscle)이 긴장하고 호흡의 속도가 증가하면서 기본주파수가 증가한다는 선행 연구의 주장을 뒷받침 하는 결과이다. 둘째, 주파수 변동률과 진폭 변동률에서 통증과 배고픔 울음 간의 평균의 차이가 나타나지 않았으나 이 두 울음에서의 주파수 변동률과 진폭 변동률은 모두 정상역치(주파수 변동률 1.04%, 진폭 변동률 3.81%)에서 크게 벗어나는 것으로 나타났다. 셋째, 소음대배음 비율에서 통증의 울음이 배고픔의 울음 보다 더 높게 나타나 평균의 차이가 나타났다. 이는 통증의 울음이 배고픔의 울음보다 더욱 긴박하며 비주기적인 소리가 산출되고 음성의 질적인 측면에서도 거칠고 쥐어짜는 소리가 더 높게 나타나기 때문에 통증의 울음에서 소음대배음 비율이 더 높게 나타난 것으로 판단된다. 다섯째, 습관적 피치에서 통증의 울음이 배고픔의 울음 보다 더 높게 나타나 평균의 차이가 나타났다. 이는 성대 조직의 긴장과 경직성이 습관적 피치의 증가와 관련된다는 선행연구의 주장을 뒷받침 하는 결과이다. 여섯째, 강도에서 통증의 울음이 배고픔의 울음 보다 더 높게 나타나 평균의 차이가 나타났다. 이는 기본주파수의 결과에서처럼 통증을 느끼는 것과 같은 스트레스를 받는 상황에서는 골격근(skeletal muscle)이 긴장하고 호흡의 속도가 증가하면서 강도가 증가한다는 선행 연구의 주장을 뒷받침 하는 결과이다.

본 연구에서는 배고픔과 통증에 따른 신생아 울음의 의사소통 의도를 총 6가지 매개 변수를 통해 살펴봄으로써 음향학적으로 매우 다른 특성을 가지고 있다는 결과를 얻었다는 점에서 의의가 있다. 본 연구를 바탕으로 배고픔과 통증에 따른 울음소리를 부모가 들었을 때 청지각적으로 인식하는지 확인해보는 과정을 통해 실제로 구별되는 울음의 음향학적 특성이 부모가 아이의 의사소통 의도를 인식하는데 영향을 주는지와 관련된 후속연구들이 진행되길 기대해본다.

핵심되는 말 : 신생아, 울음, 의사소통 의도, 음향학적 특성

신생아 울음의 의사소통 의도와 관련된 음향학적 특성

<지도교수 박 은 숙>

연세대학교 대학원 언어병리학협동과정
장 효 령

제1장 서론

1.1. 이론적 배경

1.1.1 신생아 울음의 의미

인간은 태어나면서 울음으로 시작한다. 이들은 배가 고플 때, 어디가 불편하거나 아플 때, 혼자서 적적할 때, 피곤할 때 등 모든 것을 울음으로 표현한다. 울음이 없다면 말을 못하는 갓난아기는 바늘에 찔려도 이것을 알리는 아무런 방법이 없을 것이다.¹ 이렇게 신생아는 울음을 본인의 의사전달을 위한 중요한 수단으로 활용한다.² 또한 울음은 신생아의 상태, 욕구, 요구에 대한 표현으로 생각되기도 한다.^{3,4,5}

신생아의 울음은 호흡계와 중추 및 말초신경계 그리고 여러 근육과 조직의 상호작용을 포함하는 매우 복잡한 생리적인 현상이다.⁶ 따라서 신생아의 울음은 잠재적으로 호흡기나 심혈관계가 비정상인 환아를 인지하고 모니터링 하는데 유용하다.⁷ 또한 울음의 생성은 복잡한 신경 생물학적인 기전과 관련되기 때문에^{8,9,10} 울음은 직접적으로

신생아의 생물학적 기능을 반영한다.¹¹ 신생아의 울음은 몇몇의 중요한 기능을 지니는데 생리학적 측면에서 울음은 심폐계의 재건을 돕고 폐활량을 향상시키며 항상성을 유지하는 것을 돕는다.¹²

신생아의 울음은 후두 기능을 평가하는데도 중요한 역할을 한다.⁷ 건강한 신생아는 우는 동안 후두 성대 협응이 빨리 나타나는데¹³ 이러한 후두 조절은 언어적인 운율을 나타내기 위한 생리적인 현상이다. 후두 조절에 이상이 생기면 언어적인 운율을 생성하는데 손상을 일으키며 나아가 전체적인 언어의 손상을 일으키게 된다.¹⁴

또한 발성을 하는데 있어서 중요한 부위에는 후두, 인두, 경부 그리고 뇌신경 IX, X, XI, XII에 의해 조절되는 흉부 근육이 있는데 이들 중 어느 한 곳에 손상이 일어나면 음성학적으로 울음에 직접적인 영향을 미칠 것이다.¹⁵

1.1.2. 신생아 울음의 음향학적 특성 및 분석을 위한 매개변수의 성격

울음은 긴장된 성대를 통해 공명대로서의 인두와 구강으로 기류가 배출되며 기류배출의 강도와 성대의 긴장도 그리고 구강, 인두 등 공명강의 모양에 의해 울음소리의 특성이 정해진다.¹⁶ 음향학적 측면에서 울음은 신생아의 발성 중 가장 두드러진 요소이며 청지각적으로 다양한 신호를 지닌다. 또한 이러한 다양한 신호는 지각되는 정도에 따라 다양한 정보를 전달한다.¹⁷

이러한 울음의 음향학적인 특성을 분석하기 위한 매개변수로는 주로 기본주파수(fundamental frequency, F_0)가 사용되고 그 밖에 자주 사용되지는 않으나 중요한 매개변수인 주파수 변동률(jitter), 진폭 변동률(shimmer), 소음대배음 비율(noise-to-harmonic ratio, NHR), 습관적 피치(habitual pitch), 강도(intensity)등이 있다. 먼저 기본주파수는 분당 성대진동의 횟수를 나타내는 기본적인 음향 매개변수이며 발성의 피치를 나타내준다.¹⁸ 발성은 성대의 진동에서 시작되는데 이러한 발성으로부터 생성되는 기본주파수는 성문하압(subglottal pressure)과 경후두 압력(translaryngeal pressure)의 영향을 받는다. 성문하 압력을 동반한 기본주파수는 진동하는 진폭과 성대의 길이에 영향을 받는다.¹⁹ 성문하 압력은 성대 강도에 따라 영향을 받게 되는데²⁰, 이는 기본주파

수와 강도가 성대의 메커니즘에서 서로 독립적으로 조절되는 것이 아님을 보여준다. 이러한 기본주파수와 강도의 상호작용은 일반적으로 화자가 말할 때 소리의 크기가 커지면 피치도 올라가는 현상을 통해서도 알 수 있으며 이러한 상호작용은 몇 년 전부터 임상가들에 의해서 활발히 연구 되고 있다.¹⁹ 주파수 변동률과 진폭 변동률은 전반적인 음성의 분석 시 사용되는 측정치로, 주파수 변동률은 주파수의 변이를 나타내며 진폭 변동률은 진폭의 변이를 나타내준다.²¹ 이러한 측정치는 객관적인 음성평가지 구체적 음향 정보를 제공한다. 주파수 변동률과 진폭 변동률은 말 샘플 혹은 연장된 모음 발성(sustained phonation) 등을 컴퓨터로 분석하여 얻어지며 이는 음향학적 파동으로 규칙적 혹은 불규칙적으로 나타난다.²² 그러므로 후두 진동의 안정성을 보여주는 간접적 혹은 비침습적인 측정치라 할 수 있다. 음향학적인 파동에서 나타나는 작은 불규칙성은 생리학적인 신체의 기능과 음성의 산출과 관련하여 정상적인 변동으로 간주되지만²³ 후두에 병리학적인 문제가 있을 경우 상당히 불규칙적인 파동을 보이게 된다.²⁴ 따라서 음성 치료의 결과를 평가²⁵할 때 뿐만 아니라 진단 시에도 유용하게 사용된다.²⁶ 습관적 피치는 일명 발화기본주파수(speaking fundamental frequency, SFF)라고도 하는데 이는 울음의 전제 발화 동안의 평균 피치 값(mean pitch value)을 나타낸다.²⁷ 이러한 습관적 피치는 성대 구조 및 신체 구조의 변화에 영향을 받는다.²⁸ 또한 선행연구에 따르면 중추신경계(central nerve system, CNS)의 위축(atrophy), 혈압의 증가, 호흡체계 및 근육의 변화에도 영향을 받는다고 한다.²⁹ 또한 후두 구조의 유연성 감소와 성대 조직의 경직성은 습관적 피치의 증가와 관련된다.³⁰ 소음 대 배음 비율은 성대의 구조적인 손상이나 발성장애의 정도를 청지각적으로 평가하는데 매우 유용하게 사용된다.³¹ 따라서 성대에 구조적인 손상이 있거나 발성장애를 가지고 있을 경우 소음대배음 비율은 높게 나타난다. 선행연구 결과³² 소음 대 배음 비율은 음성 분석 시 불규칙적인 소음을 측정하는데 매우 유용하게 사용되며 GRBAS 척도에서 거친(roughness)음을 예측하는데 가장 중요한 예측인자로 활용된다고 나타났다.

이상의 매개변수들 중 다수의 연구들이 기본주파수를 통하여 분석을 하였는데 Ringle 등(1964)은 정상 신생아 울음소리를 기본주파수를 통하여 분석하였는데 결과는

413Hz 정도였다.³³ Zeskind 와 Lester(1978)는 합병증 정도에 따른 신생아 울음소리를 기본주파수, 강도, 길이를 통하여 분석하였는데 합병증이 심한 신생아는 합병증이 덜한 신생아보다 울음의 기본주파수와 강도는 높고 길이는 짧게 나타났다.³⁴ Zeskind와 Barr는(1997)은 산통(colic)을 겪는 신생아의 울음소리를 기본주파수를 통하여 음향학적으로 분석한 결과 산통을 겪지 않은 신생아보다 높은 기본주파수를 나타내었다.¹⁴ 송창윤(2005)²은 정상 신생아 울음소리의 음향학적 분석 지표로 평균 기본주파수, 공명주파수 F₁, F₂, F₃ 등을 통하여 살펴봄으로써 비정상적인 울음과 비교 평가하고자 하였는데 정상 신생아 울음소리의 평균 기본주파수는 411.1Hz였고 공명주파수 F₁, F₂, F₃는 각각 1882.4Hz, 3877.9Hz, 6053.6Hz로 높게 나타났다. 이때 성별에 따른 차이가 없이 비교적 일정한 음향학적 지표를 보였는데, 이는 신생아 시기에 성별에 따른 성대 공명구조의 차이가 나지 않음에 기인한다.⁴

이처럼 대부분의 연구에서 음향학적 분석의 지표로 기본주파수를 사용하였는데 이는 기본 주파수가 신생아의 상태를 음향학적으로 가장 잘 나타내줌으로써 청자의 인식을 돕기 때문이다.^{17,35} 또한 Gustafson 등(1984)은 울음의 음도가 청자로 하여금 신생아의 “생물학적 소리”로 인식되어 청자가 신생아의 울음을 쉽게 인식하도록 도와주는 중요한 요소 중 하나라고 하였다.³⁶

1.1.3. 신생아 울음의 음향학적 특성과 의사소통 의도와와의 관계

울음은 신생아의 유일한 의사소통 수단이다. 배가 고파도 울고 아파도 울고 모든 것을 우는 것으로 표현한다. 신생아가 우는 원인에는 흔히 배가 고플 때, 너무 덥거나 추울 때, 젖은 기저귀를 오래 채워 두었을 때, 혼자 내버려 두었을 때, 배에 가스가 찼을 때, 어딘가 아픈 데가 있을 때, 피곤할 때 등이 있다.

경험이 많은 어머니, 간호사 혹은 소아과 의사는 아기의 울음소리만 들어도 그것이 배가 고파서 그런지 아파서 그런지 등 아기의 의도를 알아차릴 수 있다고 한다.^{37,38,39} 이는 스칸디나비아 연구자들이 4가지 형태의 울음소리인 출생 울음(birth cry), 기쁨 울음(pleasure cry), 배고픔 울음(hunger cry), 통증 울음(pain cry)등을 음향분석기기

를 통해 구별한 것에서 근거를 찾을 수 있다. 그들은 아이와 부모가 서로 상호작용하면서 다양화된 부모의 청각적 지각력에 의한 울음 형태의 구별과 음향학적 분석간의 일치를 발견하였다.⁴⁰ 또한 Murry & Amundson(1976)의 연구에서 배고픔과 통증에 따른 영유아 울음을 기본주파수를 통하여 분석한 결과, 배고픔은 438.5Hz, 통증은 441.0Hz로 통증에 따른 울음의 기본주파수가 조금 더 높게 나타났다.⁴¹ Wolff(1969)의 연구에서는 고통에 따른 울음소리가 덜 위급한 상황에 따른 울음소리보다 높은 음도와 더욱 긴 울음시간을 보였다.⁵ Formby(1967)의 연구에서는 어떤 엄마들은 아주 짧은 며칠 동안 만에 그들 아이의 울음소리를 구별해낼 수 있다는 것을 보여주었다.⁴²

이러한 연구들은 신생아의 울음소리가 의사소통 의도와 관련하여 청지각적으로 식별 가능한 명백한 울음패턴이 있다고 주장한다. 또한 아이와 부모가 서로 상호작용함으로써 이러한 경험이 부모가 아이의 울음 형태를 청지각적으로 인식하는데 도움을 주고, 나아가 울음은 엄마와 아이와의 상호작용 발달에 중요한 역할을 한다고 주장한다.^{35,43} 몇몇 연구자들은 이러한 신생아의 울음은 언어발달의 초기단계이며 울음이 언어발달에 있어서 함축적인 의미를 가지고 있기 때문에 초기 울음이 향후 언어발달 과정에 많은 영향을 준다고 주장한다.^{44,45,46}

1.2. 연구 목적

앞서 언급한 바와 같이 생후 아기는 엄마와 중요한 의사소통의 도구로 울음(crying)을 사용한다. 울음 그 자체는 매우 초보적이며 원시적인 소통의 방법이지만 아기에게는 생존을 위한 중요한 의사소통 수단이다.³²아기와 엄마의 소통은 매우 제한적임에도 불구하고 상당히 잘 이루어지고 있다. 그것은 의사소통 의도가 담긴 아기의 울음 특성을 엄마가 청지각적으로 정확히 인지하고 있기 때문일 것이며 나아가 울음은 엄마와 아이와의 상호작용 발달에 중요한 역할을 한다고 할 수 있다. 또한 앞에서 말한바와 같이 울음은 언어 이전의 발생단계지만 언어발달에 있어서 함축적인 의미를 가지고 있고 나중의 언어발달 과정에도 많은 영향을 준다.

기존 국외 선행연구에서 부모의 청각적 지각력에 의한 울음 형태의 구별과 음향학적 분석 간의 일치를 발견하였다고 하였는데 이는 부모가 아이의 울음을 청지각적으로 인식하는데 있어서 울음의 음향학적 특성이 어떠한 영향을 준다고 생각해 볼 수 있다. 따라서 신생아에겐 생존을 위한 유일한 의사소통 수단이자 향후 언어발달에도 영향을 줄 수 있는 울음에 대한 음향학적 분석이 매우 중요한 의미를 지닌다고 생각된다. 하지만 국내에 의사소통 의도를 나타내는 신생아 울음의 음향학적 분석에 대한 연구는 매우 부족한 실정이다. 국외의 경우 국내보다 많은 선행연구들이 있었는데 그 중 다수의 연구들이 기본주파수와 같은 매개변수를 중심으로 신생아 울음의 음향학적 특성을 살펴보았다.

본 연구에서는 대상자인 신생아의 상황을 아주 일관성이 있게 통제하는 것이 매우 중요하다는 인식을 갖고 신생아의 4가지 울음소리 유형 중 배고픔과 통증에 따른 울음소리를 살펴보고자 한다. 매개변수로는 습관적 피치를 활용하여 기존 선행연구들에서 살펴보지 않았던 매개변수를 통해 신생아의 울음이 어떠한 음향학적 특성을 보이는지 살펴보고자 한다. 습관적 피치는 일명 발화기본주파수라고도 하는데 이는 울음의 특정구간의 단위시간 동안 전체 평균 피치 값을 나타낸다.^{48,49,50}보통 한 모음의 발화에서 1초 동안의 성대진동의 횟수를 측정하는 기본주파수와 다르게 습관적 피치는 발화의 전체구간을 모두 포함하기 때문에 울음의 특성을 추출하는데 매우 유용한 지

표가 될 수 있다. 또한 소리의 크기를 나타내는⁵¹ 강도를 통해서도 어떠한 음향학적 특성을 보이는지 알아보고자 한다. 더불어 음향학적 분석 시 가장 널리 사용되는 매개변수인 기본주파수, 주파수 변동률, 진폭 변동률, 소음대배음 비율을 통해서도 알아보고자 한다. 먼저, 기본주파수는 분당 상대진동의 횟수를 나타내는 기초적인 음향 매개변수이자 신생아의 상태를 가장 잘 나타내 줄 수 있고¹⁵ 신생아 울음의 특성을 잘 보여줄 수 있다.⁵² 주파수 변동률은 주파수 변동의 규칙성 및 불규칙성을 평가하는 매개변수이며 진폭 변동률은 음파의 진폭(amplitude)변동의 규칙성 및 불규칙성을 평가하는 매개변수이다.^{51,53,54} 소음대배음 비율은 비정상적인 배음(inharmonics)간 비율의 평균치를 보여주는데 이는 분석 대상이 된 음성의 전반적인 잡음 특성에 대해 설명해 준다.⁵¹

배고픔과 통증에 따른 신생아 울음의 의사소통 의도에 대한 음향학적 특성을 살펴보는 것은 생후 아기가 의사소통 의도를 나타내기 위해 사용하는 유일한 도구인 울음을 기존의 선행연구에서 살펴보지 않았던 매개변수와 그 외의 다양한 음향분석 측정치를 통해 음향학적인 측면에서 어떠한 차이를 보이는지 살펴봄으로 의의가 있을 것이라고 본다.

1.3. 연구 문제

본 연구는 신생아의 의사소통 의도를 나타내는 배고픔과 통증에 따른 울음소리의 음향학적인 특성이 서로 유의한 차이를 보이는지 아래의 총 6가지 매개변수를 통해 살펴보고자 한다.

배고픔과 통증에 따른 울음소리가

첫째, 기본주파수(fundamental frequency, F_0)에서 서로 차이를 보이는가

둘째, 주파수 변동률(jitter)에서 서로 차이를 보이는가

셋째, 진폭 변동률(shimmer)에서 서로 차이를 보이는가

넷째, 소음대배음 비율(noise-to-harmonic ratio, NHR)에서 서로 차이를 보이는가

다섯째, 습관적 피치(habitual pitch)에서 서로 차이를 보이는가

여섯째, 강도(intensity)에서 서로 차이를 보이는가

제2장 연구 대상 및 방법

2.1 연구대상

본 연구는 서울 지역에 거주하며 38~42주(full term) 기간을 거쳐 출생한 1주 이내의 건강한 신생아 20명을 대상으로 하였다. 연구 대상에 대한 정상 신생아 선별 기준은 Apgar Score에서 9-10점을 받고 유발이음향방사(evoked otoacoustic emission, EOAЕ)를 이용한 청력 선별검사상 정상청력을 지닌 신생아를 대상으로 하였다. 정상 신생아 선별검사에는 침습적인 방법과 비침습적인 방법이 있다. 침습적인 선별검사에는 혈액을 채취하여 대사성 장애 등을 검사하는 방법이 있으며, 비침습적인 방법에는 소변을 이용하거나, Apgar score 등 다양한 방법이 있다. 신생아의 경우 비침습적인 선별검사가 더 바람직하며 Apgar score 처럼 한 번의 검사로 신생아의 생리학적 기능을 살펴보고 더불어 신경학적인 측면을 예측할 수 있다면 유용한 검사라 할 수 있다.^{55,56,57} 또한 신생아 울음을 음향학적으로 분석함에 있어 그 대상을 선택할 때 청력 검사가 매우 중요한데, 이는 청력이 초기 신생아 울음과 같은 발성행동을 통해 언어 소통기술의 발달에 중요한 영향을 주기 때문이다.⁵⁸ 선행연구에 의하면 태생 초기에 청력검사를 받지 않은 신생아를 대상으로 추적하여 검사한 결과 0.6%~22.2%까지 어느 정도의 청력 손실을 가진다고 하였고,⁵⁹ 이러한 면에서 중등도의 청력손실이 있는 경우 울음소리에 영향을 미칠 수 있기 때문에 청력이라는 변수에 대해 선별하는 것이 중요하다. 또한 정상 신생아 울음은 성인과 달리 성별에 따른 차이가 없이 비교적 일정한 음향학적인 지표를 보인다.^{2,41,60}는 선행연구의 결과에 따라 본 연구에서는 신생아의 남, 녀 성별을 구분하지 않았다.

연구 대상에서 신생아의 평균 연령(주)는 41주이고 표준편차는 0.894이며, 신생아의 평균 몸무게(kg)는 3.29kg이고 표준편차는 0.404이다. Apgar Score(1min)의 평균은 9.50이고 표준편차는 0.513이며, Apgar Score(5min)의 평균은 9.45이고 표준편차는 0.510이다.

표 1. 대상자 정보

변인	Sex		Mean \pm SD
	Male	Female	Total
	(n = 11)	(n = 9)	(n = 20)
Age(week)	39.27 \pm 0.786	39.11 \pm 1.054	41.00 \pm 0.894
Weight(kg)	3.36 \pm 0.378	3.21 \pm 0.441	3.29 \pm 0.404
Apgar score(1min)	9.55 \pm 0.522	9.44 \pm 0.527	9.50 \pm 0.513
Apgar score(5min)	9.45 \pm 0.522	9.44 \pm 0.527	9.45 \pm 0.510

2.2. 연구 방법

2.2.1. 자료 수집 절차

음성 샘플링은 2주 동안 제 2차 의료기관에서 수행하였다. 통증의 울음을 유도하는 방법은 다음과 같다. 먼저, 태어난 신생아는 간호사에 의해 신생아실로 옮겨진다. 담당의사는 일주일 안에 선천성대사이상검사를 하게 된다. 이때 란셋으로 발바닥을 조금 찢어 피검사를 하는 과정에서 신생아가 울게 된다. 이 울음소리를 총 3분간 녹음하여 분석에 활용하였다. 선행연구에서는 검사자가 손바닥으로 대상자의 발바닥을 쳐서 통증의 울음을 유도하였는데⁴¹ 이와 같은 방법은 모든 대상자들에게 동일한 강도나 횟수로 자극을 주는데 제한이 있다고 판단된다. 따라서 본 연구자는 대상자들에게 동일한 자극을 주기 위해 위와 같은 절차로 자료를 수집하였다.

배고픔의 울음을 유도하는 방법은 신생아의 식사는 하루 동안 정해진 시간에 맞춰 대략 6-7회 이루어지므로 검사자는 그 시간에 맞춰 기다렸다가 설근반사(rooting reflex)를 확인 한 후 1분씩 3회에 걸쳐 총 3분간 샘플링을 녹음을 하였다.

녹음 방법은 디지털 녹음기(digital audio recorder tape, DAT)인 EDIROD by Roland에 연결된 SONY 스탠드형 마이크를 신생아의 입에서 15cm 정도 떨어진 후 90도의 각도로 마이크를 장착하여 대략 1-3분(180초)정도 녹음하였다. 이때 신생아실 내에 있는 조용한 방에서 담당 의사 및 간호사 입회 하에 녹음을 하도록 하였다. 녹음을 하기 전에 담당 의사와 부모의 동의를 구한 후에 진행하였다. <부록 1>

2.2.2 자료 분석

여러 변수들이 통제된 가운데 얻어진 음성샘플이 담긴 디지털 녹음기(DAT)를 MDVP(Multi-Dimensional Voice Program)에 연결시켜 녹음된 울음소리에서 기본주파수, 지터, 쉼머, 소음대배음 비율을 분석하였다. 또한 Real-Time Pitch를 이용하여 습관적 피치 및 강도를 분석하였다. 3분 정도 녹음된 음성샘플링을 1분씩 나누어 3개

의 샘플링으로 저장한 뒤 분석의 역치를 벗어난 부분을 제외하고 안정된 구간을 대상으로 분석하여 평균값을 구한 후 분석하였다.

2.2.3 통계 분석

통계 분석에 사용한 통계 프로그램은 PASW(predictive analytics software)version 18이다. 통계 방법은 대상자의 의사소통 의도를 나타내는 통증과 배고픔에 따른 울음 소리가 여러 매개변수들에서 유의한 차이가 있는지 알아보기 위해 Paired t-test를 실시하였다.

제3장 연구 결과

3.1 신생아 울음에 따른 매개변수의 기술통계량

신생아 울음에 따른 각 매개변수에 대한 기술 통계는 (표2)와 같다. 먼저, 기본주파수에서 배고픔 울음의 평균은 400.54Hz, 표준편차는 19.33이며 통증 울음의 평균은 441.04Hz, 표준편차는 26.08이다. 주파수 변동률에서 배고픔 울음의 평균은 3.10%, 표준편차는 0.92이며 통증 울음의 평균은 3.64%, 표준편차는 1.15이다. 진폭 변동률에서 배고픔 울음의 평균은 5.68%, 표준편차는 2.71이며 통증 울음의 평균은 6.11%, 표준편차는 1.48이다. 소음대배음 비율에서 배고픔 울음의 평균은 0.43, 표준편차가 0.23이며 통증 울음의 평균은 0.56, 표준편차는 0.14이다. 습관적 피치에서 배고픔 울음의 평균은 307.72Hz, 표준편차가 28.12이며 통증 울음의 평균은 328.87Hz, 표준편차가 16.52이다. 또한 강도에서 배고픔 울음의 평균은 78.21dB, 표준편차가 2.15이며 통증 울음의 평균은 86.08dB, 표준편차가 3.31이다.

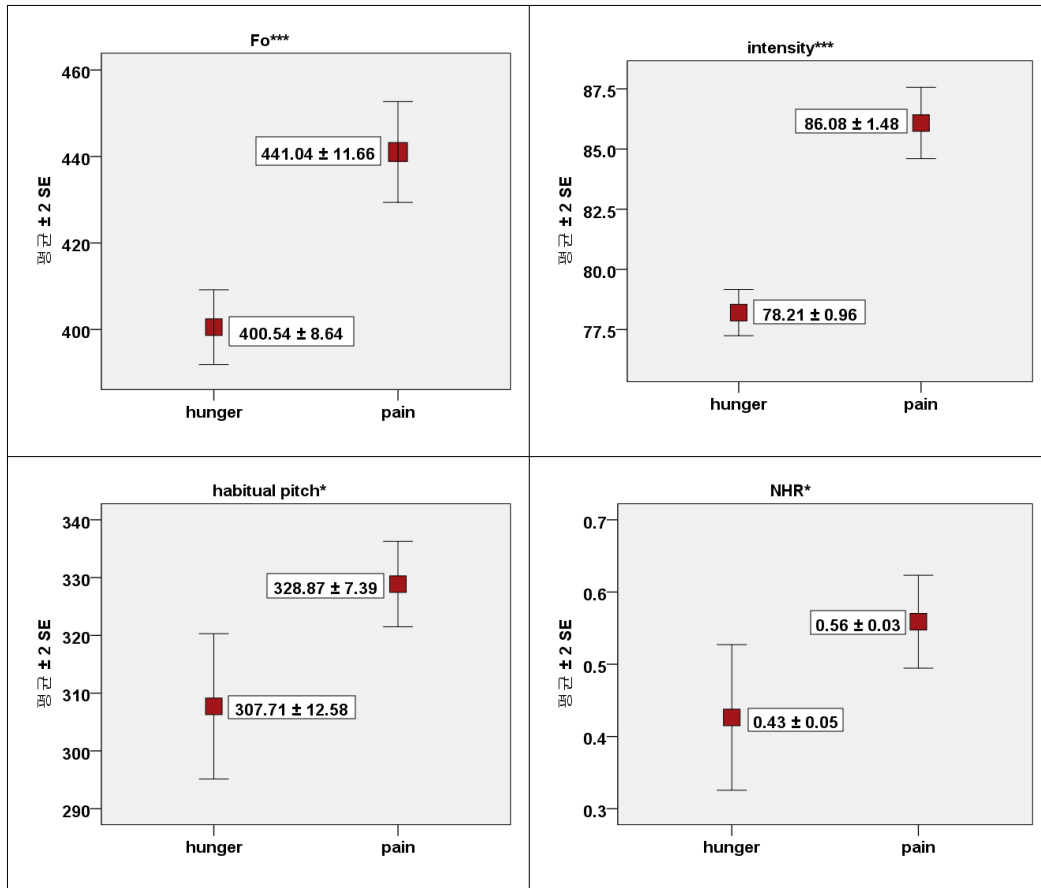
표 2. 신생아 울음에 따른 매개변수의 기술통계

매개변수	신생아 울음(평균 ± 표준편차)	
	hunger	pain
F ₀ (Hz)	400.54(±19.33)	441.04(±26.08)
jitter(%)	3.10(±0.92)	3.64(±1.15)
shimmer(%)	5.68(±2.71)	6.10(±1.48)
NHR	0.43(±0.23)	0.56(±0.14)
habitual pitch(Hz)	307.72(±28.12)	328.87(±16.52)
intensity(dB)	78.21(±2.15)	86.08(±3.31)

3.2 신생아 울음에 따른 매개변수의 평균 차이 비교

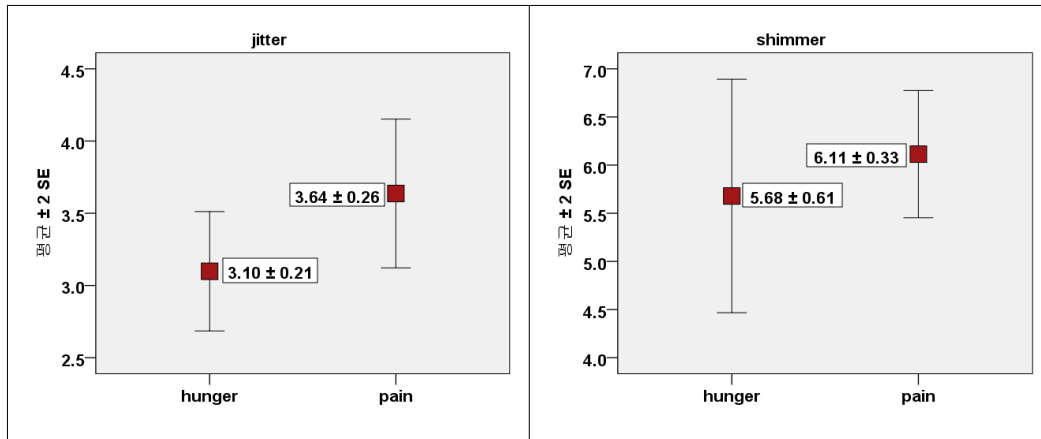
신생아의 울음에 따른 각 매개변수의 평균 차이를 살펴본 결과, 총 6개의 매개변수 중에 기본주파수와 강도에서 통증의 울음과 배고픔의 울음 간의 평균의 차이가 크게 나타났고($p < 0.001$), 소음대배음 비율과 습관적 피치는 통증의 울음과 배고픔의 울음 간의 평균의 차이가 비교적 크게 나타났다($p < 0.05$). 또한 주파수 변동률에서 통증의 울음과 배고픔의 울음 간의 평균의 차이가 거의 나타나지 않았으며($p = 0.053$) 나머지 진폭 변동률은 통증의 울음과 배고픔의 울음 간의 평균의 차이가 없다고 나타났다.

그림 1에는 신생아의 울음에 따른 매개변수의 평균 차이의 약 95% 신뢰구간 (confidence interval)의 그래프를 나타내었다. 그림 1-A는 통계적으로 평균의 차이가 유의하다고 판명된 기본주파수와 강도, 또한 통계적으로 평균의 차이가 유의하나 기본주파수와 강도보다 유의한 정도가 낮다고 판명된 소음대배음 비율과 습관적 피치를 나타내었다. 그림 1-B에는 평균의 차이가 거의 나타나지 않은 주파수 변동률과 평균의 차이가 없다고 나타난 진폭 변동률을 나타내었다.



* $p < .05$ *** $p < .001$

그림 1-A. 신생아 울음에 따라 유의한 매개변수



* $p < .05$ *** $p < .001$

그림 1-B. 신생아 울음에 따라 유의하지 않은 매개변수

제4장 고찰

본 연구에서는 배고픔과 통증을 나타내는 신생아 울음의 의사소통 의도에 대한 음향학적 특성을 기본주파수, 주파수 변동률, 진폭 변동률, 소음대배음 비율, 습관적 피치, 강도를 통해 음향학적인 측면에서 어떠한 차이를 보이는지 살펴보았다.

먼저, 기본주파수를 통해 살펴본 결과 배고픔의 울음은 400.54Hz, 표준편차는 19.33이었고 통증의 울음은 441.04Hz, 표준편차는 26.08로 두 울음간의 평균의 차이가 크게 나타났고 통계적으로 유의한 결과를 얻었다. Murry & Amundson(1976)의 연구⁴¹에서는 배고픔과 통증에 따른 신생아 울음을 기본주파수를 중심으로 살펴본 결과 배고픔의 울음은 438.5Hz, 표준편차는 42, 통증의 울음은 441.0Hz, 표준편차는 47.03으로 나타났다. 본 연구와 Murry & Amundson(1976) 연구의 차이점을 표준편차를 통해 살펴보면 다음과 같다. 본 연구가 Murry & Amundson(1976)의 연구보다 배고픔과 통증의 울음에서 표준편차가 더 작게 나타났는데 이에 대한 해석으로는 울음을 유도하는 방법적인 측면에서의 차이를 통해 살펴볼 수 있다. 특히, 두 연구 모두 통증 울음의 기본주파수가 441.0Hz로 동일한 수치를 얻었으나 본 연구는 자료 수집 시 대상자인 신생아의 상황을 아주 일관성이 있게 통제하는 것이 매우 중요하다는 인식을 갖고 모든 대상자에게 선천성 대사이상검사를 통해 동일한 자극을 줌으로써 울음을 유도하였다. 그러나 Murry & Amundson(1976) 연구에서는 대상자의 발바닥을 손바닥으로 치는 방법으로 울음을 유도하였다. 이는 모든 대상자들에게 동일한 강도나 횟수로 자극을 주는데 제한이 있다고 판단된다.

본 연구에서 통증의 울음이 배고픔의 울음보다 높게 나타났는데 이는 통증을 느끼는 것과 같은 스트레스를 받는 상황에서는 골격근(skeletal muscle)이 긴장하고 호흡의 속도가 증가하면서 기본주파수가 증가⁴¹한다는 선행 연구의 주장을 뒷받침하는 결과를 얻었다. 일반적으로 발성은 성대의 진동에서 시작이 되는데 성대진동을 위해서는 우선적으로 성문상압과 성문하압의 충분한 차이가 있어야 한다. 이러한 성대진동의 조건이 형성되었을 때 공기역학과 생리적인 원칙이 적용되어 성대는 진동하게 되

고 성대의 진동수는 성대의 질량, 길이 그리고 긴장과 관련된다.⁶⁰ 통증을 느끼는 것과 같은 스트레스를 받는 상황일 때 성대근육은 긴장하게 되고¹⁵ 성대는 더욱 접촉하게 되는데 이는 성문하압을 증가시키게 된다. 결과적으로 기본주파수가 증가하게 된다.⁶² 따라서 이상의 원리는 본 연구에서 통증을 나타내는 신생아 울음의 기본주파수가 배고픔을 나타내는 신생아 울음의 기본주파수보다 높게 나온 것과 관련된다.

다수의 선행연구^{15,17,36,52}에서 보이는 바와 같이 기본주파수는 신생아의 발달과정과 관련이 있고 신생아의 상태와 울음의 특성을 잘 나타내주기 때문에 울음 분석 시 많이 사용되는 매개변수이다. 그래서 국외에선 기본주파수를 통해 신생아의 건강상태와 병적인 위험인자를 예측하고 진단하기 위한 울음의 연구도 있었다. 산통(colic)을 가진 신생아,¹⁴편측성대마비(unilateral vocal fold paralysis)를 가진 신생아,⁶²다운증후군(Down's syndrome)인 신생아⁴⁰에 대한 울음분석 연구가 그것이다. 이러한 연구들이 특정한 진단을 가진 신생아에 대한 울음에 대한 분석이라면 본 연구는 주사를 맞아 느끼는 아픔, 즉 일반적인 아픔과 관련된 울음에 대한 분석으로 유의한 결과를 얻었기에 의의가 있다고 판단된다.

주파수 변동률과 진폭 변동률을 통해서 살펴본 결과 먼저, 주파수 변동률은 배고픔의 울음이 3.10%, 통증의 울음이 3.64%로 평균의 차이가 나타나지 않았으며 통계적으로도 유의하지 않았다. 진폭 변동률 또한 배고픔의 울음이 5.68%, 통증의 울음이 6.10%으로 평균의 차이가 통계적으로 유의한 평균의 차이가 나타나지 않았다. 본 연구에서 배고픔과 통증의 울음에 따른 평균 주파수 변동률과 진폭 변동률이 모두 통계적으로는 유의한 차이를 보이고 있지 않지만, 이 두 울음에서의 주파수 변동률과 진폭 변동률은 모두 정상역치(주파수 변동률 1.04%, 진폭 변동률 3.81%)에서 크게 벗어나 있음을 보여주고 있다. 이는 생후 3년 이내에 성대구조의 발달이 약 50% 진행된다는 사실⁶⁰에서 미루어 볼 때 생후 1주일 내의 신생아는 생리적으로 안정된 성대구조를 가지고 있지 않기 때문에 이러한 사실이 주파수와 진폭의 불규칙한 변동에 그대로 반영된 것이라 판단된다. 다만, 두 울음간의 주파수 변이와 진폭 변이의 폭이 유사하다는 점에서 주목된다. 이는 후두에 병리학적인 문제가 있는 환자의 경우 상당히 불규칙적인 음향학적 파동을 보이면서 주파수 변동률과 진폭 변

동률이 두드러지게 높게 나타난다.²⁴ 따라서 음성 치료의 결과를 평가²⁵할 때 뿐만 아니라 후두에 병리적인 문제가 있는 환자를 진단할 시에도 유용하게 사용된다. 하지만 정상 대상자의 경우 음향학적인 과동에서 불규칙성이 나타나긴 하지만 주파수 변동률과 진폭 변동률에서 두드러진 특징을 보이지는 않는다.⁶³ 본 연구는 후두 혹은 성대에 병리적인 문제가 있는 대상자가 아닌 정상 신생아의 배고픔과 통증을 나타내는 울음 간의 차이를 보았기에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않은 것으로 판단된다.

소음대배음 비율은 배고픔의 울음이 0.43, 통증의 울음이 0.56으로 평균의 차이가 나타났고 통계학적으로도 유의한 결과를 얻었다. 본 연구에서 통증의 울음이 배고픔의 울음보다 소음대배음 비율이 높게 나타난 결과에 대한 해석으로는 앞서 설명한 바와 같이 소음대배음 비율은 음성 분석 시 불규칙한 소음을 측정하는 데 매우 유용하게 사용되는 자료로써 정상역치는 0.19이다. 또한 GRBAS 척도에서 거친음성을 예측하는데 가장 중요한 예측인자로 활용된다.³² 통증의 울음이 배고픔의 울음보다 더욱 긴박하며 불규칙한 혹은 비주기적인 소리가 산출되고 음성의 질적인 측면에서도 통증의 울음이 배고픔의 울음보다 거칠고 쥐어짜는 소리가 높게 나타나기 때문에 통증의 울음에서 소음대배음 비율이 높게 나타난 것으로 판단된다.

본 연구는 기존 선행연구에서 살펴보지 않았던 매개변수인 습관적 피치와 강도를 통해서도 살펴보았다. 먼저, 습관적 피치에서 배고픔의 울음이 307.72Hz, 통증의 울음이 328.87Hz로 평균의 차이가 나타났고 통계학적으로 유의한 결과를 얻었다. 본 연구에서 습관적 피치가 배고픔의 울음보다 통증의 울음에서 높게 나타난 결과에 대한 해석으로는 통증을 느끼는 것과 같은 스트레스를 받는 상황일 때 성대의 근육은 긴장하게 되고⁶¹ 이에 따라 경직성 또한 나타난다. 기존 선행 연구에 따르면 습관적 피치는 혈압의 증가, 호흡체계 및 근육의 변화에 영향을 받을 뿐만 아니라⁶⁴ 성대 조직의 긴장과 경직성 또한 습관적 피치의 증가와 관련된다고 하였다.⁶⁵ 이처럼 본 연구에서도 습관적 피치가 배고픔의 울음보다 통증의 울음에서 높게 나타나 선행연구의 주장을 뒷받침 하는 결과를 얻었다. 다만, 이와 관련된 선행연구가 부족한 관계로 이와 관련된 후속 연구가 필요할 것으로 판단된다.

강도를 통해서 살펴본 결과, 배고픔의 울음은 78.21dB, 통증의 울음은 86.08dB로 통계적으로 유의한 평균의 차이가 나타났다. 이는 앞서 언급한 기본주파수의 결과처럼 강도 또한 통증을 느끼는 것과 같은 스트레스를 받는 상황일 때 골격근(skeletal muscle)이 긴장하고 호흡의 속도가 증가하여 결과적으로 강도가 증가⁶¹한다는 선행 연구의 주장을 뒷받침하는 결과가 나타났다.

또한 앞서 언급한 Murry와 Amundson(1976)의 연구⁴¹에서 후속연구를 위한 제언으로 울음의 유형을 분석하기 위해 강도를 매개변수로 사용할 것을 제시하였음에도 불구하고 기존 선행 연구 중 신생아의 울음 유형에 대한 분석 시 강도에 대해 살펴본 연구는 부재한 상황으로 미루어 볼 때 본 연구가 그만큼 의의를 지닌다고 판단된다.

지금까지 배고픔과 통증 상황에 따른 울음의 특성을 여러 가지 매개변수를 이용하여 살펴보았는데, 각 매개변수의 값에서 울음이 배고픔보다 높게 나타났음을 보여주고 있다. 이는 아마도 아기가 엄마에게 통증이 배고픔보다 더 절실하고 긴박하다는 사인(sign)을 보내는 것으로 해석할 수 있다고 판단된다. 물론 배고픔에도 정도에 따라 차이가 있겠지만, 본 연구에서는 배고픔의 초기단계에 있는 아기의 울음을 반영했기 때문일 수도 있다고 본다.

본 연구의 의의는 의사소통 의도를 나타내는 배고픔과 통증에 따른 신생아의 울음이 음향학적으로 매우 다른 특성을 가지고 있다는 결과를 얻었다는 점에서 의의가 있다. 더불어 초보 엄마들은 경험이 많은 엄마들에 비해 아이의 울음소리를 인식하는 능력이 부족하다는 점을 고려할 때 초보 엄마가 아이의 의사소통 의도를 인식하는데 있어 본 연구 결과의 음향학적 수치가 기준점으로써 도움이 될 것으로 보인다. 나아가 이러한 과정이 부모와 아이의 상호작용에도 매우 중요한 영향을 끼칠 것이라는 것을 고려해 볼 때 또 다른 의의를 갖는다.

본 연구의 제한점과 후속 연구를 위한 제언은 이와 같다. 먼저, 제한점은 배고픔의 울음을 유도할 때 기존 선행연구처럼 계획된 식사시간에 맞춰서 울음을 유도하였고 본 연구는 추가적으로 설근반사를 확인한 후 자료를 수집하였다. 하지만 더욱 통제된 상황에서 배고픔의 울음을 유도할 수 있는 방법에 대해 보완이 필요할 것으로 생각된다.

후속 연구를 위한 제언은 본 연구는 신생아의 배고픔과 통증을 나타내는 의사소통 의도에 따른 울음만을 분석하였는데 후속 연구로 신생아가 대, 소변으로 인해 느끼는 불편함(discomfort)을 나타내는 울음과 관련된 분석이 필요할 것으로 생각된다. 또한 본 연구를 통해 얻은 배고픔과 통증에 따른 울음소리를 부모가 들었을 때 청지각적으로 인식하는지 확인해보는 과정을 통해 실제로 구별되는 울음의 음향학적 특성이 아이의 의사소통 의도를 인식하는데 영향을 주는지 확인해 보았다면 좀 더 의미 있는 연구가 되었을 것이라고 생각된다. 따라서 이와 관련된 후속연구가 필요할 것으로 생각된다. 이는 초보 엄마들은 경험이 많은 엄마들에 비해 아이의 울음소리를 인식하는 능력이 부족하다는 점을 고려해 볼 때 이러한 후속 연구가 초보 엄마들에게 아이의 의사소통 의도를 판단할 수 있는 기준점과 정보를 제공해 주는 데에 도움을 줄 것이라 판단된다.

제5장 결론

본 연구는 배고픔과 통증에 따른 신생아 울음의 의사소통 의도에 대한 음향학적 특성을 기본주파수, 주파수 변동률, 진폭 변동률, 소음 대 배음 비율, 습관적 피치, 강도를 통해 음향학적인 측면에서 어떠한 차이를 보이는지 살펴보았다.

첫째, 배고픔과 통증을 나타내는 신생아 울음은 기본주파수에서 평균의 차이가 크게 나타남으로써 선행연구와 차이를 보였다. 둘째, 배고픔과 통증을 나타내는 신생아 울음은 주파수 변동률에서 평균의 차이가 나타나지 않았다. 셋째, 배고픔과 통증을 나타내는 신생아 울음은 진폭 변동률에서도 평균의 차이가 나타나지 않았다. 넷째, 배고픔과 통증을 나타내는 신생아 울음은 소음대배음 비율에서 평균의 차이가 나타났다. 다섯째, 배고픔과 통증을 나타내는 신생아 울음은 습관적 피치에서 평균의 차이가 나타났다. 여섯째, 배고픔과 통증을 나타내는 신생아 울음은 강도에서 평균의 차이가 나타났다.

본 연구는 배고픔과 통증에 따른 신생아 울음의 의사소통 의도를 총 6가지 매개변수를 통해 살펴보았으로써 음향학적으로 매우 다른 특성을 가지고 있다는 결과를 얻었다는 점에서 의의가 있다. 더불어 초보 엄마들은 경험이 많은 엄마들에 비해 아이의 울음소리를 인식하는 능력이 부족하다는 점을 고려할 때 초보 엄마가 아이의 의사소통 의도를 인식하는데 있어 본 연구 결과의 음향학적 수치가 기준점으로써 도움이 될 것으로 보인다. 나아가 이러한 과정이 부모와 아이의 상호작용에도 매우 중요한 영향을 끼칠 것이라는 것을 고려해 볼 때 또 다른 의의를 갖는다.

참고 문헌

- 1) 홍창의. 소아과 진료: 혼한 증상과 감별진단. 고려의학; 1999.
- 2) 송창윤. 체중, 성별, 분만 방식에 따른 신생아 울음의 음향학적 분석. 부산대학교 대학원 의학석사 학위논문; 2005.
- 3) Illingworth R. Crying in infants and children. Brit Med J 1955;1:75-78.
- 4) Ostward P. The sounds of infancy. Dev Med Child Neurol 1972;14:350-361.
- 5) Wolff P. The natural history of crying and other vocalizations in infancy. In: Foss BM(Ed), Determinants of infant behavior. London: Methuen; 1969;4:81-115.
- 6) Golub HL, Corwin MA. Physioacoustic model of the infant cry. New York: Plenum Press; 1985.
- 7) Martin B. Clinical analysis of the cry. Dev Med Child Neurol 1975;13:15-20.
- 8) Bosma J, Turby H, Lind J. Cry motions of the newborn infant. Acta Pediatr 1965;54:61-92.
- 9) Golub HL, Corwin MA. Infant cry: a clue to diagnosis. Pediatr 1982;69:197-201.
- 10) Gilbert HR, Robb MP. Vocal fundamental frequency characteristic of infant hunger cries: birth to 12 months. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 1996;34:237-243.
- 11) Pinyerd BJ. Infant cries: physiology and assessment. Neonatal Network 1994; 13:15-20.
- 12) Brazelton T. Crying in infancy. Pediatr 1962;29:579-588.
- 13) Fort A, Manfredi C. Acoustic analysis of newborn infant cry signals. Med Eng Phys 1998;20:432-442.
- 14) Zeskind PS, Barr G. Acoustic characteristics of naturally occurring cries of infants with "Colic". Child Dev 1997;68:394-403.
- 15) 이현숙. 정상청력을 지닌 미숙아와 만삭아 울음의 음향 및 생리학적 특성. 한림대학교 대학원 박사학위 논문; 2010.

- 16) Parmelee AH. Infant crying and neurologic diagnosis. *J Pediatr* 1962;61:801-2.
- 17) Zeskind PS, Marshall TR. The relation between variations in pitch and maternal perception of infant crying. *Child Dev* 1988;59:193-196.
- 18) Drinnan MJ, Carding PN. Voice loudness and gender effects on jitter and shimmer in healthy adults. *J Speech Hear Res* 2008;15:1152-1160.
- 19) Titze IR. On the relation between subglottal pressure and fundamental frequency in phonation. *J Acoustic Soc Am* 1989;85:901-906.
- 20) Titze IR. Regulation of vocal power and efficiency by subglottal pressure and glottal width. *Vocal Physiology*. New York: Raven; 1988.
- 21) Dejonckere PH, Crevier Buchmann L, Marie JP. A basic protocol for functional assessment of voice pathology, especially for investigating the efficacy of treatments and evaluating new assessment techniques. *Eur Arch Otorhinolarygol* 2001;258:77-82.
- 22) Brockmann M, Drinnan MJ, Stork C, Carding PN. Reliable jitter and shimmer measurements in voice clinics: the relevance of vowel, gender, vocal intensity, and fundamental frequency effects in a typical clinics task. *J Voice* 2009; 25:44-53.
- 23) Orlikoff RF, Baken RJ. The effect of the heartbeat on vocal fundamental frequency perturbation. *J Speech Hear Res* 1989;32:576-582.
- 24) Schoentgen J. Qualitative evaluation of the discriminating performance of acoustic features in detecting laryngeal pathology. *J Speech Hear Res* 1991;34:460-472.
- 25) Ma E, Yiu E. Multiparametric evaluation of dysphonic severity. *J Voice*. 2006;20:380-390.
- 26) Hodge F, Colton R, Kelley R. Vocal intensity characteristics in normal and elderly speakers. *J Voice* 2001;15:503-511.

- 27) Britto AI, Doyle PC. A comparison of habitual and derived optimal voice fundamental frequency values in normal young adult speaker. *J Speech Hear Res* 1990;55:476-484.
- 28) Hollien H, Shipp T. Speaking fundamental frequency and chronologic age in males. *J Speech Hear Res* 1972;15:155-159.
- 29) Mysak ED. Pitch and duration characteristics of older males. *J Speech Hear Res* 1959;2:46-54.
- 30) Ferreri G. Senescence of the larynx. *Ital Gen Rev Otorhinolaryngol* 1959; 1:640-709.
- 31) Jotz GP, Cervantes O, Abrahao M, FAP Settanni FAP. Noise to harmonics ratio an acoustic measure of voice disorders in boys. *J Voice* 2002;16:28-31.
- 32) Bhuta T, Patrick L, Garnett JD. Perceptual evaluation of voice quality and its correlation with acoustic measurements. *J Voice* 2003;18:299-304.
- 33) Ringel RL, Kluppel DD. Neonatal crying: a normative study. *Folia Phoniatr* 1964;16:1-9.
- 34) Zeskind PS, Lester BM. Acoustic features and auditory perceptions of the cries of newborns with prenatal and perinatal complications. *Child Dev* 1978;49:580-589.
- 35) Gustafson G, Green J, Jones L. Perception of cries by parents and nonparents: relation to cry acoustics. *Dev Psychol* 1987;23:370-382.
- 36) Gustafson G, Green J, Tomic T. Acoustic correlates of individuality in the cries of human infants. *Develop Psychobiol* 1984;17:311-324.
- 37) Michelsson K, Christensson K, Rothganger H, Winberg J. Crying in separated and non-separated newborns: sound spectrographic analysis. *Acta Paediatr* 1996;85:471-475.
- 38) Lummaa V, Vuorisalo T, Barr RG, Lehtonen L. Why cry? Adaptive significance of intensive crying in human infants. *Evol Hum Behav* 1998;19:193-202.
- 39) Barr RG, Green J, Hopkins B. Crying as a sign, a symptom, and a signal. London: Mac Keith Press; 2000.

- 40) Wasz-Hockett O, Lind J, Vuorenkoski V, Partanen T, Valanne E. The infant cry. *Clinics in development medicine* 1968;29.
- 41) Murry T, Amundson P. Acoustical characteristic of infant cries: fundamental frequency. *Child Lang* 1976;4:321-328.
- 42) Formby D. Maternal recognition of infant cry. *Dev Med Child Neurol* 1967;9:293-298.
- 43) Porter FL, Miller RH, Marshall RE. Neonatal pain cries: effect of circumcision on acoustic features and perceived urgency. *Child Dev* 1986;57:790-802.
- 44) Hsu HC, Fogel A, Rebecca B. Cooper. Infant vocal development during the first 6 Months: speech quality and melodic complexity. *Infant Child Dev* 2000;9:1-16.
- 45) Bateson MC. Mother - infant exchanges: the epigenesis of conversational interaction. *Ann Ny Acad* 1975;263:101-113.
- 46) Stark RE. Features of infant sounds: the emergence of cooing. *J Child Lan* 1978;5:379-390.
- 47) Michelsson K, Michelsson O. Phonation in the new born, infant cry. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1999;49:297-301.
- 48) Zraick RI, Skaggs SD, Montague JC. The effect of task on determination of habitual pitch. *J Voice* 2000;14:484-489.
- 49) Zraick RI, Birdwell KY. The effect of speaking sample duration on determination of habitual pitch. *J Voice* 2004;19:197-201.
- 50) Coleman RF, Markham IW. Normal variations in habitual pitch. *J Voice* 1991;5:173-177.
- 51) 고도홍, 정옥란 외. 음성 및 언어 분석기기 활용법. 한국문화사; 2001.
- 52) Gustafson GE, Green JA. On the importance of fundamental frequency and other acoustic features in cry perception and infant development. *Child Dev* 1989;60:772-780.

- 53) Smits I, Ceuppens P, De Bodt MS. A comparative study of acoustic voice measurements by means of Dr. Speech and Computerized Speech Lab. *J Voice* 2004;19:187-196.
- 54) Karnell MP, Hall KD, Landahl KL. Comparison of fundamental frequency and perturbation measurements among three analysis systems. *J Voice* 1995;9:383-393.
- 55) Karelitz S, Fisichelli VR, Davis J, Haber A. The role of crying activity in apgar scoring: intercomparisons among the signs of the apgar scale. *J Am Med Inf Assoc* 1966;198:318-320.
- 56) Casey BM, McIntire D, Leveno KJ. The Continuing value of the apgar score for the assessment of newborn infants. *N Engl J Med* 2001;344:467-471.
- 57) Nelson KB, Ellenberg JH. Apgar scores as predictors of chronic neurologic disability. *Pediatr* 1981;68:36-44.
- 58) Cacace AT, Robb MP, Saxman JH, Risemberg H, Koltai P. Acoustic features of normal-hearing pre-term infant cry. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1995;33:213-214.
- 59) Murray AD, Javel E, Watson CS. Prognostic validity of auditory brainstem evoked response screening in new born infants. *Am J Otolaryngol* 1985;6:120-131.
- 60) 김선해. 연령별, 성별에 따른 한국인의 기본주파수 연구. 한림대학교 대학원 박사 학위 논문; 2008.
- 61) Fuller BF, Horii Y. Differences in fundamental frequency, jitter, and shimmer among four types of infant vocalizations. *J Commun Disord.* 1986;19:441-447.
- 62) Gerber SE, Lynch CJ, William S, Gibson JR. The acoustic characteristics of the cry an infant with unilateral vocal fold paralysis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1987;13:1-9.
- 63) Horii Y. Voael shimmer in sustained phonation. *J Speech Hear Res* 1980;23:19-27.
- 64) Mysak ED. Pitch and duration characteristics of older maled. *J Speech Hear Res* 1959;2:46-54.
- 65) Ferreri G. Senescence of the larynx. *Ital Gen Rev Otorhinolaryngol* 1959;1:640-709.

동 의 서

1. 연구주제: 신생아의 의사소통 의도를 나타내는 배고픔과 통증에 따른 울음의 음향학적 특성
2. 연구방법: 배고픔과 통증에 따른 울음소리의 녹음을 총 3분에 걸쳐 진행함.
 - a. 배고픔에 따른 울음소리 유도 방법: 신생아의 식사는 하루 동안 정해진 시간에 맞춰 대략 6-7회 이루어지므로 연구자는 그 시간에 맞춰 기다렸다가 1분씩 총 3회에 걸쳐 울음소리 녹음을 진행함.
 - b. 통증에 따른 울음소리 유도방법: 선천성대사이상검사(피검사)를 담당 의사가 실시할 때 울음소리 녹음을 진행함.
3. 녹음장소: 담당 의사 및 간호사 선생님 입회 하에 신생아실 내 조용한 방에서 녹음을 진행함.
4. 녹음기간: 2011. 9. 15 - 2011. 9. 30
5. 녹음시간: 신생아 한 명당 약 10분.

*녹음 결과는 통계적으로 처리되며 녹음을 진행하는 동안 연구 윤리를 철저히 준수할 것과 녹음의 결과는 연구 목적에만 국한되어 쓰일 것임.

본 담당 의사는 위의 검사 절차가 대상자에게 윤리적 또는 신체적으로 피해를 주지 않으므로 검사 진행에 문제가 없다는 것을 확인합니다.

담당 의사 성명: (인)

위의 내용에 동의합니다.

보호자 성명: (인)

2011년 9월

연세대학교 대학원 언어병리학과 협동과정
담당 연구자: 장 효 령

ABSTRACT

Acoustic Characteristics of Crying Infants Related to Communicating Intent

Jang, Hyorung
The Graduate Program in
Speech and Language Pathology
Yonsei University

After birth, an infant employs crying as an important tool to communicate with the mother. Communication through crying is such an important means of survival for an infant. Even though the communication between an infant and mother is very limited, it is done considerably well, which may be because the mother accurately recognizes the characteristics of the infants' crying that contains the communication intent in terms of auditory perception. Moreover, crying is considered to play an important role in the development of the interaction between the mother and the infant. In previous research performed in other countries, acoustic analysis corresponded to parents' auditory perception which enabled parents to differentiate between crying types. This indicates that the acoustic characteristics of crying may have an effect on the auditory perception of crying infants by the parents. Therefore, in this study, we considered that acoustic analysis of crying has a great significance and thus investigated the acoustic characteristics of crying infants according to the communication intents such as hunger and pain in terms of acoustic differences in the fundamental frequency (F_0), jitter, shimmer, noise-to-harmonic ratio(NHR), habitual pitch, and intensity.

The subjects were 20 healthy, normal infants, within one week of age, from the city of Seoul and were born after 38 to 42 weeks(full term) of pregnancy. The sound of crying was recorded for three minutes. The crying due to pain was induced by means of the inborn metabolism error test, whereas the crying due to hunger was verified by means of the rooting reflex by waiting for the designated eating time. The recorded crying sound was analyzed with the Multi-Dimensional Voice Program(MDVP) and Real-Time Pitch.

The results and the points of discussion in this study are as follows:

First, the fundamental frequency of the infants' crying due to pain was higher than that by hunger, showing a significant difference between the mean values. This result supports the assertion of previous studies that the fundamental frequency increases as skeletal muscles are strained and the rate of respiration is increased in stressful situations such as pain. Second, the infants' crying due to hunger and that by pain did not have a significant difference in the mean jitter and shimmer values but both of them were largely outside of the normal threshold values(jitter by 1.04% and shimmer by 3.81%). Third, the mean NHR of the infants' crying due to pain was significantly higher than that due to hunger, which might be because the former included more urgent and aperiodic sounds as well as more rough and squeezing sounds, qualitatively, that have a higher pitch when compared with those of the latter. Fourth, the mean habitual pitch of the infants' crying due to pain was higher than that due to hunger. This result supports the assertion of previous studies that the tension and stiffness of the vocal cord tissues are related to the increased habitual pitch. Fifth, the mean intensity of the infants' crying due to pain was higher than that due to hunger.

This result supports the assertion of previous studies that the intensity increases as the skeletal muscles are strained and the rate of respiration increases in stressful situations such as pain, just as in the case of the fundamental frequency.

This study was significant in the sense that it showed the acoustic characteristics of infants' crying from hunger and pain were very different from each other according to the communication intents in terms of the six parameters. Studies may need to be done on the basis of our results to investigate whether the acoustic characteristics of crying that are actually differentiated by parents affect their perception of the infants' communication intents by verifying if the parents are actually able to differentiate the hunger cry from the pain cry by means of their auditory perception.

Key words : infant, crying, communication intent, acoustic characteristics