



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

교육학석사 학위논문

고무풍선 중 니트로스아민류의
위해성 평가 및 효과적 소통 전략에
관한 연구

Study on Risk Assessment and Effective
Risk Communication Strategy of
N-Nitrosamines in Rubber Balloons

2020년 8월

서울대학교 대학원
협동과정 환경교육 전공
김 현 경

국문초록

화학물질에 일상적으로 노출되고 있는 지금, 화학물질에 대한 위해성 평가 및 적절한 관리, 소통의 필요성이 매우 크다. 어린이용품의 환경유해인자 관리를 위한 기반 구축 및 위해성 평가 연구는 지속적으로 수행되었으나 산출된 위해성 정보가 국민들에게 공유되는 데에는 한계가 있었다. 본 연구에서는 고무풍선에서 발견되는 발암물질인 니트로스아민류(N-nitrosamines)에 초점을 맞추어 어린이용품의 위해성 평가를 수행하고 위해성 소통 방안을 탐색하였다.

먼저 위해성 평가 연구의 경우, 국내 고무풍선 제품에 의한 어린이의 니트로스아민류(N-nitrosamines) 노출량을 평가하였다. 국내에서 유통 중인 고무풍선 48개 제품을 구입하여 이 중 68개의 풍선을 대상으로 니트로스아민류(N-nitrosamines) 및 니트로스아민류 생성가능물질(N-nitrosatable substances) 13종을 분석하였다. 제품 중 니트로스아민류 분석 결과를 바탕으로 네덜란드 RIVM 및 유럽 SCCP, 국립환경과학원의 선행 연구에서 노출계수 및 노출알고리즘을 확보하여 결정론적 노출평가를 수행하였다.

전체 분석대상 고무풍선 68개 중 니트로스아민류는 18개 제품(26.5%)에서 평균 60.77 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 수준으로 검출되었고 이 중 9개의 고무풍선은 유럽의 고무풍선 기준치 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 을 초과하였다. 니트로스아민류 생성가능물질은 44개 제품(64.7%)에서 평균 1353.33 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 수준으로 검출되었으며 23개의 고무풍선이 유럽의 고무풍선 기준치 1000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 을 초과하였다. 노출평가 결과 노출계수의 적용방식에 따라 노출량에 차이를 보였으며 노출량의 중간값(50분위수 적용)은 대체로 6~12세 연령군이, 고노출 집단의 노출량(95분위수 적용)은 대체로 13~18세 연령군이 높았다.

위해성 소통 연구에서는 고무풍선의 니트로스아민류에 의한 위해성 정보를 바탕으로 구성된 어린이용품 안전사용행동 메시지의 효과를 건강신념 및 건강행동 가능성 측정을 통해 평가하고자 하였다. 메시지는 어린이용품의 안전사용행동을 실천했을 때의 이점을 강조한 이익프레임과 어린이용품의 안전사용행동을 실천하지 않았을 때 초래되는 부정적인 결과를 강조한 손실프레임 두 가지 메시지로 구성하였다.

연구 결과 이익프레임 집단과 손실프레임 집단의 연령과 사전 인지도 및 관심도는 동일하게 나타났으며, 메시지 프레이밍 효과에 있어서는 이익 메시지가 손실 메시지보다 건강신념과 건강행동 가능성에 더 효과적인 결과를 보였다. 총 6개의 변인 중 지각된 심각성과 자기효능감, 건강행동 가능성 3개 변인에서는 메시지 효과의 차이가 통계적으로 유의하였다.

본 연구는 고무풍선의 니트로스아민류라는 동일한 소재를 이용하여 위해성 평가와 소통 연구를 함께 수행하였다. 국내에서 수행된 적 없는 어린이에 대한 고무풍선의 니트로스아민류 노출평가 연구였기에 위해성을 알리는 과학적 근거 자료로서 중요성을 가진다. 또한 앞선 위해성 평가결과를 바탕으로 위해성 소통에서의 메시지 효과를 연구함으로써 효과적인 환경보건교육의 방향성을 제시하였다는 점에서 의의가 있다.

주요어 : 고무풍선, 니트로스아민, 위해성평가, 노출평가, 메시지 프레이밍, 건강신념모델, 환경보건교육

학 번 : 2018-25430

Contents

제 1 장 서론	1
제 1 절 연구 배경 및 필요성	1
제 2 절 연구 목표	4
제 2 장 이론적 배경	5
제 1 절 고무풍선 중 니트로스아민류(N-Nitrosamines)	5
1. 니트로스아민류	5
2. 고무제품에서의 니트로스아민류	8
제 2 절 어린이용품의 위해성 평가	11
1. 위해성 평가	11
2. 어린이용품의 위해성 평가	13
제 3 절 건강 메시지와 건강신념	15
1. 건강 메시지 프레이밍(Health message framing)	15
2. 건강신념모델(Health belief model)	17
제 3 장 연구 방법	19
제 1 절 위해성 평가	19
1. 연구 대상 및 재료	19
2. 화학 분석(Chemical analysis)	20
3. 노출 평가(Exposure assessment)	22
4. 위해성 평가(Risk assessment)	24
제 2 절 위해성 소통	25
1. 연구 대상	25
2. 실험 도구	26
3. 자료 수집 및 분석	32

제 4 장 연구 결과	33
제 1 절 위해성 평가	33
1. 제품 중 니트로스아민류 농도	33
2. 노출 평가 결과	37
제 2 절 위해성 소통	45
1. 응답자의 속성	45
2. 측정도구의 신뢰도 검증	46
3. 메시지 프레이밍 효과	47
제 5 장 고찰	50
제 1 절 위해성 평가	50
제 2 절 위해성 소통	55
제 3 절 환경교육적 의의	58
제 6 장 결론	60
제 1 절 요약 및 결론	60
제 2 절 한계 및 제언	62
참 고 문 헌	65
Appendix	77
Appendix 1. 기기분석 조건 및 제품별 분석결과	78
Appendix 2. 연구참여자용 설명문	83
Appendix 3. 설문조사지	86
Abstract	93

List of Tables

Table 1. Carcinogen classification of N-nitrosamines	7
Table 2. Regulations of N-nitrosamines in children's products	10
Table 3. Input parameters for exposure calculation of N-nitrosamines by balloon	23
Table 4. Manipulation check results (Independent t-test)	27
Table 5. Health belief model scale	31
Table 6. Exposure frequency and time of rubber balloon in two children groups	37
Table 7. Body weight of children in Korea (NIER, 2016)	38
Table 8. Exposure to N-nitrosamines by balloon in two children groups (50th, 75th, 95th percentiles applied)	39
Table 9. Exposure to N-nitrosamines by balloon in two children groups	41
Table 10. Exposure to N-nitrosamines of balloons in each child ..	43
Table 11. Independent t-test results of homogeneity	45
Table 12. Reliability coefficients for survey measures	46
Table 14. Message framing effect results (Independent t-test)	49
Table A1. Liquid Chromatography mobile phase condition	78
Table A2. MRM (Multiple reaction monitoring) condition	79
Table A3. Characteristics and Weight fraction of N-nitrosamines in balloons	80

List of Figures

Figure 1. Research model	4
Figure 2. Chemical structure of N-nitrosamines	5
Figure 3. Components of the Health belief model	18
Figure 4. Weight fraction of N-nitrosamines in rubber balloons	34
Figure 5. Weight fraction of N-nitrosatable substances in rubber balloons	35
Figure 6. Exposure distributions of N-nitrosamines by balloon (Samples without N-nitrosamines excluded)	42

제 1 장 서론

제 1 절 연구 배경 및 필요성

우리 사회는 가습기살균제 사건, 살충제 계란 파동 등을 겪으며 화학물질로 인한 오염이 더 이상 미래세대가 감당해야 할 문제가 아니라 현재 우리가 직면한 문제임을 인식하게 되었다. 2018 국민환경의식조사 결과에 따르면 우리 국민의 환경 문제에 대한 관심도가 전년도에 비해 상당히 높아졌다. 특히 이 조사에서 응답자들은 환경문제에 대한 만족도를 묻는 질문에 대기(공기)질 다음으로 생활 속 화학물질에 의한 오염에 가장 높은 불만을 보였다.¹⁾ 이는 최근 몇 년간 여러 차례 생활 속 화학물질로 인한 위기상황을 겪으며 국민 불안감이 증가했기 때문이라 판단할 수 있다. 일상적인 화학물질의 노출로부터 안심할 수 없어진 지금, 불안감 해소를 위해서는 화학물질에 대한 위해성 평가와 함께 국민의 인식과 요구를 파악하고 적절한 위해성 관리 및 소통의 방향을 정립하는 것이 필요하다.

화학물질에 대한 위해성 평가는 위해성 관리와 위해성 소통의 선행 단계로서(양원호, 2007) 중요한 과학적 근거자료를 제공한다. 특히 어린이는 건강 취약집단 중 하나로 환경보건법에서는 환경부장관으로 하여금 어린이 용도 제품의 위해성 평가를 실시하고 어린이의 건강 피해를 끼칠 수 있는 환경유해인자의 위해성 정보를 국민에게 알려야할 의무가 있음을 명시하고 있다(환경보건법 제 24조). 이에 따라 환경부는 국내 시판 중인 어린

1) 환경문제에 대한 관심도 질문에 대해 '관심이 있다'고 대답한 국민이 74.2%로 이전 2017년 조사결과(54.4%)에 비해 상당히 높게 나타났으며, 우리나라 환경상태에 대한 만족도 질문에 대해서는 대기(공기)질과 생활 속 화학물질에 의한 오염의 불만족 비율이 각각 73.5%, 67.8%를 차지했다(안소은 외, 2018).

이용품에 관한 화학물질 노출실태를 조사하고, 어린이용품 환경유해인자의 관리를 위한 제도적 기반을 구축과 위해성 평가 및 관리를 위한 연구를 지속적으로 수행해 왔다. 연구를 통해 산출된 어린이용품의 위해성 정보는 시판 제품에 대한 위해성 관리를 위해 활용되어 왔으나, 국민에게 위해성 정보가 원활하게 공유되는 데까지는 한계가 있었다.

생활 속 환경보건 문제 발생에 따라 생활 속 환경유해인자에 대한 관심이 높아진 수용자들에 대한 위해성 소통 역시 중요성이 대두되면서 관련 교육 프로그램 및 교구, 교재가 많이 개발되었다. 그 일환으로 환경부에서 운영하는 온라인 소통 채널인 어린이 환경과 건강포털 케미스토리(<http://www.chemistory.go.kr>)와 국가환경교육센터에서 운영하는 환경교육포털(<http://www.keep.go.kr>)에서는 어린이 환경보건과 관련한 최신정보와 다양한 주제의 환경보건 교육자료를 제공한다. 또한, 환경성 질환으로 인한 건강피해의 규명·감시·예방 및 조사연구를 위해 지정된 13개 환경보건센터(2019년 5월 기준)에서는 환경성 질환 예방을 위한 환경보건교육을 실시하고 있다. 그러나 여전히 학교환경교육에서 환경보건교육이 차지하는 비중은 다소 적었으며 환경교육 연구에 있어 환경보건교육에 대한 논의 또한 부족하였다.

기존까지 위해성 소통은 주로 전문가 혹은 정부가 제공하는 정보 및 의견을 일방적으로 전달하는 데에 초점이 맞춰져 왔으나 이러한 방식은 궁극적인 목표인 사회적 갈등 해소에 걸림돌이 될 수 있다(사지연, 2016). 위해성 소통은 일반적으로 주체(Communicators), 메시지(Message), 경로(Channels), 청중(Audience), 효과(Effect)로 구성되는데 이 중에서도 메시지는 핵심적인 요소로 분류된다(환경부, 2008). 위해정보 전달의 매개물로서 메시지의 효과 예측은 위해성 소통 전략 선정에 있어 매우 중요성이 크다. 본 연구에서는 위해성 메시지의 효과에 주목하여, 위해성 메시지의 구성에

따른 효과를 예측하고자 하였다.

한편, 환경교육은 학교교육 뿐만 아니라 일상생활 속에서 겪는 의미 있는 경험에 의해 이루어지며(권영락, 2005) 부모는 자녀의 단순한 양육자뿐만 아니라 제2의 교육자로서 자녀의 환경교육에서도 중요한 역할을 한다(김범수와 이숙정, 2009). 그중에서도 여성 양육자는 자녀의 교육과 더불어 대부분 가정에서 살림과 소비를 담당하므로 중요성이 크다(김희경과 윤순진, 2011). 이에 따라 본 연구에서는 자녀의 환경보건 문제에 있어 관심이 높고 어린이용품의 사용과 구매에 참여도가 높다고 기대되는 여성 양육자를 연구의 대상으로 선정하였다.

어린이용품에서 발견되는 니트로스아민류(N-Nitrosamines)는 발암성을 가진 물질로 네덜란드, 덴마크, 독일, 중국, 심지어 국내에서도 고무풍선 중 니트로스아민의 존재가 확인된 바 있는 물질이다(Nils, 2007; SCCP, 2007; Li et al, 2014; 한국소비자원, 2017). 유럽에서는 이미 2007년 EU 소비자제품과학위원회(SCCP)에서 고무풍선에 대한 규제 의견을 채택한 이후 2009년부터 규제가 시행되었으나 우리나라에서는 아직 이와 관련한 규제가 미비한 실정이다. 이에 따라 국내에서 유통되고 있는 고무풍선 중 니트로스아민류 노출에 대한 현황 파악 및 위해성의 평가와 관련 정보의 소통 연구가 절실히 요구된다.

본 연구는 어린이용품 중 고무풍선에 함유된 니트로스아민류를 주제로 하여 위해성 평가(Risk assessment)와 위해성 소통(Risk communication) 두 영역으로 나누어 진행하였다. 국내에서 유통되고 있는 고무풍선에 의한 니트로스아민류 노출량을 산출하고, 산출된 위해성 정보가 메시지 프레임에 따라 여성 양육자의 어린이용품 안전사용행동에 어떠한 차이를 보이는지 살펴보고자 하였다.

제 2 절 연구 목표

본 연구는 다음 두 가지를 목표로 한다.

첫째, 국내 유통되고 있는 고무풍선 중 니트로스아민의 노출량을 산출함으로써 위해성을 평가한다.

둘째, 위해성 정보를 바탕으로 구성된 메시지의 프레이밍 양상에 따라 여성 양육자의 건강신념 및 건강 행동 가능성에 차이가 있는지 측정한다.

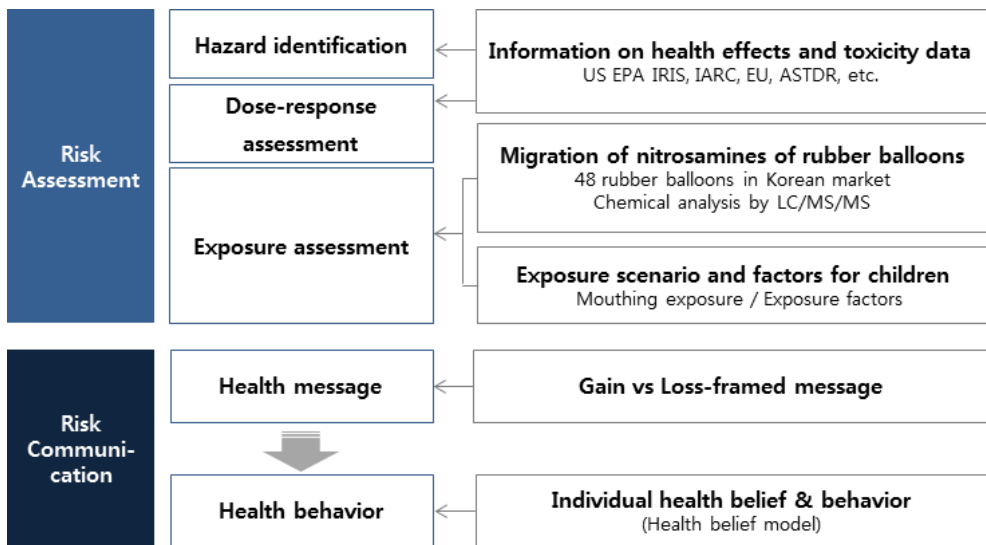


Figure 1. Research model

제 2 장 이론적 배경

제 1 절 고무풍선 중 니트로스아민류(N-Nitrosamines)

1. 니트로스아민류

니트로스아민류(N-Nitrosamines)는 Figure 2와 같이 R₁, R₂의 알킬기와 N-N=O 형태의 니트로스기로 구성된 화합물을 총칭하는 것으로 알킬기의 구조에 따라 여러 물질들로 나뉜다. 니트로스아민류와 그 전구물질들은 음식을 포함하여 담배, 세제, 방청제, 고무 첨가제, 용매, 의약품, 섬유, 화장품 등 다양한 제품들에서 발견되는 것으로 알려져 있다(NTP, 2016). 음식이나 생활제품에서 발견되는 니트로스아민류는 의도적으로 첨가되기 보다는 주로 생산 과정에서 제품 중에 존재하는 아민류(Amines)의 물질들이 질산염 혹은 아질산염과 반응하면서 생성된다.

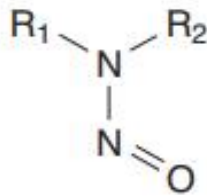


Figure 2. Chemical structure of N-nitrosamines

니트로스아민류 물질에는 대표적으로 NDMA(N-Nitrosodimethyl-amine), NDEA(N-Nitrosodiethyl-amine), NDELA(N-Nitrosodiethanol-amine), NDBA (N-Nitrosodi-n-butylamine), NDPA(N-Nitrosodi-n

-propylamine), NNN (N-Nitrosornicotine), NNK(N-4-(methylnitros-
-amino)-1-(3-pyridyl)-1-buta -none) 등이 있다.²⁾ 이들 니트로스아민류
는 화학적으로 안정하나 강한 암 유발의 특징을 보인다(Greenstock,
1984).

NDMA와 NDEA의 경우 여러 종류의 동물 실험에서 호흡, 경구, 피하
투여 등 여러 가지 경로로 노출되었을 때 간, 호흡기, 신장 등의 조직부위
에 암을 유발했으며, 인체 영향에 관한 역학 연구는 없었으나 여러 사례에
서 NDMA의 섭취량이 인두암, 위암, 식도암, 직장암 등의 암 유발에 통계
적으로 관계가 있음이 밝혀졌다(NTP, 2016). NDELA는 설치류 대상의 동
물실험에서 음용수를 통한 섭취, 피하 주사 등으로 노출되었을 때 간암과
비강암, 양성 신장종양 등을 일으켰으며, NDBA는 마우스, 랫트, 햄스터에
서 경구와 피하 주사의 노출 경로를 통해 방광암과 호흡기 종양, 간 종양
을 유발하였다(NTP, 2016). 니트로스아민류는 WHO 국제암연구소(IARC)
및 미국 환경청(EPA)에서 발암물질로 분류되어 있는데, 주요 니트로스아
민류의 발암물질 등급은 Table 1에 제시하였다.

2) NNN(N-Nitrosornicotine)과 NNK(4-(N-Nitrosomethylamino)-1-(3-pyrid-
-yl)-1-butanone)는 담배에서만 특이하게 발견되는 니트로스아민류로 본 연구
에서는 다루지 않는다.

Table 1. Carcinogen classification of N-nitrosamines

	NDMA	NDEA	NDBA	NDPA	NPIP	NMOR	NDELA
IARC ¹	2A	2A	2B	2B	2B	2B	2B
EPA ²	B2	B2	B2	B2	-	-	B2

¹ **IARC Carcinogen classification**

1: Carcinogenic to humans, **2A:** Probably carcinogenic to humans, **2B:** Possibly carcinogenic to humans

² **EPA Carcinogen classification**

A: Human Carcinogen, **B1:** Probable Human Carcinogen (There is limited evidence that it can cause cancer in humans, but at present it is not conclusive.) **B2:** Probable Human Carcinogen (There is inadequate evidence that it can cause cancer in humans but at present it is far from conclusive.)

2. 고무제품에서의 니트로스아민류

고무제품에서 발견되는 니트로스아민류는 고무제품의 가공 처리 시 사용되는 일부 촉진제가 아민류로 분해되어 침 혹은 공기 중의 아질산염과 반응하여 생성된다(SCCP, 2007). 고무 관련 산업의 종사자들의 니트로스아민류 노출은 여러 차례 확인된 바 있는데, 1979년 니트로스아민류의 직업적 노출이 처음 보고된 이후(Fajen et al., 1979) 프랑스와 스웨덴에서 고무 제조 공장의 공기 중과 작업자의 호흡기 높이에서 측정한 결과 높은 수준의 니트로스아민이 발견되었으며, 이는 고무 제조 공정의 가황방식과 생산 영역에서의 아질산염 존재 여부, 아민 전구체를 함유하는 고무 첨가제의 사용과 유의미한 관계를 보였다(Jönsson et al., 2009; Oury, B., 1997; Spiegelhalder & Preussmann, 1983). 또한 독일에서 고무 산업 노동자 8933명에 대하여 추적검사한 결과 고농도의 니트로스아민류 노출이 식도암, 구강암, 인두암의 사망률 증가에 영향을 미친다는 것이 확인되었다(Straif et al., 2000).

이 밖에도 고무 관련 제품에서의 니트로스아민류 검출 사례가 보고되어 왔다. 고무제 포장재로 포장된 돼지고기 가공제품(Fiddler et al., 1998; Sen et al., 1993), 치아 교정용 고무밴드 (Fiddler et al., 1992), 그리고 주방도구와 고무제 노리개젓꼭지 및 젓병 꼭지에서 니트로스아민류가 검출된 바 있다(Bouma et al., 2003; Park et al., 2018; Mutsuga et al., 2013; Österdahl, 1983).

고무풍선의 경우 덴마크 EPA의 풍선류 화학물질 분석 결과 12개 중 4개 제품에서 니트로스아민류와 니트로스아민류 생성가능물질이 검출되었고(Nils Nilsson, 2007) 네덜란드 RIVM에서 2002년과 2004년 고무풍선에 대

한 조사를 실시한 결과 모든 풍선에서 니트로스아민류와 니트로스아민류 생성가능물질이 검출되었다(VWA, 2005; SCCP, 2007). 최근 중국의 연구 결과에서도 고무풍선 중 니트로스아민류의 존재가 확인되었으며(Li et al, 2014) 국내에서도 한국소비자원의 보도자료를 통해 시판 중인 고무풍선 10개 제품에서 전부 니트로스아민류와 니트로스아민류 생성가능물질이 검출된 바 있다(한국소비자원, 2017).

니트로스아민류에 대한 규제 현황을 살펴보면, 니트로스아민류는 니트로스아민 생성에 전구물질로 작용하는 니트로스아민류 생성가능물질과 함께 규제되고 있다. 미국 소비자제품안전위원회(CPSC)에서는 어린이용품 중 인공 젓꼭지에 대해 완구 기준 ASTM F963을 따르도록 하는데 이 중 고무 젓꼭지의 경우 ASTM F1313에 따라 니트로스아민류(N-Nitrosamines) 및 니트로스아민류생성가능물질(N-Nitrosatable compounds)의 기준을 만족하여야 한다. 유럽연합에서는 어린이의 입에 닿을 가능성이 있는 고무제 완구 및 고무 젓꼭지에 대하여 니트로스아민류(N-Nitrosamines) 및 니트로스아민류생성가능물질(N-Nitrosatable compounds)을 규제하고 있으며(EN71-12, 2016; Directive 93/11/EEC, 1993), 풍선의 경우 니트로스아민류 0.05 mg/kg, 니트로스아민류 생성가능물질 1mg/kg으로 제한된다.

그러나 국내에서는 유아용 고무젓꼭지에 한하여 니트로스아민류 0.01 mg/kg 이하, 니트로스아민류생성가능물질 0.1 mg/kg 이하로 규제하고 있다(식품의약품안전처고시 제2019-2호). 완구 제품에 대해서는 환경표지 인증의 경우에만 고무재료에 대한 니트로스아민류 및 니트로스아민류 생성가능물질에 대한 기준이 제시되어 있어(환경표지 인증기준 EL235) 고무풍선에 대한 니트로스아민류의 규제는 다소 미비한 실정이다.

Table 2. Regulations of N-nitrosamines in children's products

Region	Standards	Products	N-Nitrosamines	N-Nitrosatable substances
U.S.	ASTM F963	Rubber Nipples on Pacifiers	0.01 mg/kg	0.02 mg/kg
Europe	EN 71 Safety of toys -Part 12 (toys made from elastomers)	Toys intended for use by children under 36 months and intended or likely to be placed into the mouth	0.01 mg/kg	0.1 mg/kg
		Toys intended for use by children under 36 months	0.05 mg/kg	1 mg/kg
		Toys intended for use by children of 36 months and over and intended to be placed into the mouth	0.05 mg/kg	1 mg/kg
		Balloons	0.05 mg/kg	1 mg/kg
		Finger paint	0.02 mg/kg	1 mg/kg
	Directive 93/11/EEC	Elastomer or rubber teats and soothers	0.01 mg/kg	0.1 mg/kg
Korea	Standards and Specifications concerning Apparatus, Containers and Packages	Elastomer or rubber teats and soothers	0.01 mg/kg	0.1 mg/kg
	Korea Eco-label Standards EL235	Toys (If rubber is used)	0.01 mg/kg	0.1 mg/kg

제 2 절 어린이용품의 위해성 평가³⁾

1. 위해성 평가

위해성 평가(Risk assessment)는 환경 속 위해요인 노출로 인해 야기될 수 있는 건강 영향을 계량적으로 평가하는 것을 말한다. 미국 NRC(National Research Council)에서 발표한 위해성 평가의 과정은 특정 요인이 위해성을 야기하는지, 그리고 위해성을 감소시키기 위해 어떤 행위를 해야 하는지 결정하는 것으로 나누어진다. 이에 따라 위해성 확인, 용량-반응 평가, 노출평가, 위해도 결정의 4단계에 의해 위해성 평가가 이루어진다.

위해성 확인(Hazard identification)이란 특정 요인에 대한 위해성을 확인하는 과정으로, 화학물질 혹은 위해요인에 노출되었을 때 인체에 발생할 수 있는 부작용을 확인하는 것을 말한다. 화학물질의 독성자료나 인체 및 동물을 대상으로 한 실험자료, 물리·화학적 특성에 관한 자료를 통해 확인할 수 있다. 다음으로 용량-반응 평가(Dose-response assessment)란 화학물질의 인체 노출량과 그에 따른 건강 반응의 정량적 관계를 평가함으로써 독성 및 잠재적 영향을 추정하는 것을 말한다. 일반적으로 동물 독성 실험 결과를 통해 산출되며, 발암성 물질의 경우 단위 위해도(unit risk)⁴⁾ 혹은

3) 일반적으로 위해성 평가는 인체 건강에 대한 위해성, 생태학적 위해성, 산업 현장의 위해성, 환경 위해성 등에 대한 평가를 모두 아우르는 개념이나, 본 연구에서는 인체 건강에 대한 위해성에 한정하여 다룬다. 본 절의 어린이 위해성 평가에 관한 내용은 미국 EPA와 네덜란드 RIVM의 위해성 평가 지침 및 어린이 노출평가 자료집을 인용하였다(EPA, 2006; EPA, 2016; Bremmer, & van Veen, 2002).

4) 단위 위해도는 특정 농도에서 평생 노출되어 증가하는 발암위해도 위해도치의 95% 상한값이다.

은 발암력(potency factor)⁵⁾으로 평가한다. 노출 평가(Exposure assessment)는 화학물질의 인체에 대한 노출량을 추정하는 것으로 화학물질의 환경 중 농도, 노출 빈도 및 기간을 통해 평가된다. 마지막으로 위해성 결정(Risk characterization)에서는 화학물질의 용량-반응 평가, 노출평가 결과를 종합하여 화학물질 노출로 인해 인체에 유해한 영향이 발생할 확률을 결정한다.

화학물질의 노출은 위해성 결정에 있어 큰 중요성이 있는데, 이는 환경 속에 존재하는 화학적 위해요소에 대한 접촉으로부터 기인한다. 노출량의 평가는 환경과 환경 속에서 위해요소의 거동, 수용체(인간)의 특성, 접촉 및 섭취의 과정 등을 고려하여야 한다. 환경 중 화학물질은 물이나 공기, 음식, 생활제품 등 여러 매체에서 발견된다. 환경 매체에서 발견되는 화학물질의 농도, 매체에서 수용체로 전달되는 경로, 수용체와 화학물질의 접촉 빈도 및 기간에 의해 노출의 정도가 결정된다. 이렇게 결정된 노출량은 수용체의 외부 노출 부위를 통해 이동하여 인체에 흡수되는 용량이 된다. 해당 용량은 체내의 표적 장기 혹은 조직에 유해한 영향을 일으키는 정도를 결정하며, 용량-반응 평가 자료와 종합함으로써 위해도를 결정한다.

5) 발암력은 평균 체중의 건강한 성인이 특정 화학물질에 기대수명 동안 노출될 경우 발생 가능한 초과발암확률 95% 상한값이다.

2. 어린이용품의 위해성 평가

환경보건법에서는 국민의 환경보건이 기본적으로 지켜야 할 원칙으로 사전주의 원칙⁶⁾과 어린이와 같은 취약·민감계층의 우선 보호 원칙⁷⁾을 명시하고 있으며, 어린이를 ‘13세 미만의 사람’으로 정의하고 있다. 어린이는 성인과 비교해 체중 당 마시는 공기와 물의 양이 많고, 음식 섭취 습관이나 손을 입에 넣는 행위, 바닥을 기어 다니는 행위 등으로 인해 성인보다 노출되는 화학물질의 양이 많다(Landrigan & Miodovnik, 2011). 또한, 어린이는 신진대사의 흐름이 아직 미숙한 데다 이 시기 동안 빠르고 정교한 발달과정을 거치므로 화학물질의 영향을 쉽게 받을 수 있다(Landrigan & Miodovnik, 2011).

이에 따라 어린이의 건강 보호를 위하여 어린이 활동공간과 어린이용품에 대한 화학물질 노출량 산출 및 위해성 평가는 반드시 수행되어야 한다. 환경부는 2007년부터 매년 연구 사업을 실시하여 시장에 유통 중인 어린이용품 중 유해물질 함유 실태를 파악하고 위해성을 평가하여(국립환경과학원, 2007; 국립환경과학원, 2008; 국립환경과학원, 2009a; 국립환경과학원, 2010; 국립환경과학원, 2011; 국립환경과학원, 2012; 국립환경과학원, 2013; 한국환경산업기술원, 2018; 환경부, 2015a; 환경부, 2015b; 환경부, 2016; 환경부, 2019b) 위해성 관리 조치를 위한 모니터링 자료로 활용해왔다. 또한, 놀이용 장난감, 물놀이용품, 악세서리 등의 완구류를 포함하여 어린이가 접촉할 수 있는 생활용품류, 문구 및 도서류, 놀이기구 등 제품들

6) 환경유해인자와 수용체의 피해 사이에 과학적 상관성이 명확히 증명되지 아니하는 경우에도 그 환경유해인자의 무해성이 최종적으로 증명될 때까지 경제적·기술적으로 가능한 범위에서 수용체에 미칠 영향을 예방하기 위한 적절한 조치와 시책을 마련하여야 한다(환경보건법 제4조의1).

7) 어린이 등 환경유해인자의 노출에 민감한 계층과 환경오염이 심한 지역의 국민을 우선적으로 보호하고 배려하여야 한다(환경보건법 제4조의2).

에 대한 노출계수를 확보하고 연령, 제품 및 공간 등에 따라 노출시나리오를 개발함으로써(국립환경과학원, 2008; 국립환경과학원, 2009a; 국립환경과학원, 2010; 환경부, 2019a) 어린이용품에 대한 위해성 평가 체계를 구축하였다.

국외 현황을 살펴보면 미국 EPA에서는 노출평가에서 어린이 특성을 반영할 수 있도록 매체별 어린이의 화학물질 노출 시나리오(EPA, 2014)와 제품이나 연령, 노출 경로에 따른 어린이 노출계수를 확보하였고(EPA, 2008; EPA, 2011), 이를 활용한 어린이 특유의 위해성평가 지침을 제공하고 있다(EPA, 2006). 네덜란드 RIVM에서는 소비자 제품에 의한 노출량을 계산하는 CONSEXPO 모델에 개발했는데, 이에 적용 가능한 어린이용품에 대한 Fact sheet를 함께 제공한다. 이를 통해 치발기, 플라스틱 장난감, 핑거페인트, 볼펜 등 제품 사용 특성에 따른 노출 경로와 노출계수, 함유 가능한 물질 정보 등을 확인할 수 있다(Bremmer & van Veen, 2002).

제 3 절 건강 메시지와 건강신념

위해성 소통⁸⁾의 목표는 노출 가능성이 있는 사람들에게 화학물질의 위해성 정보를 쉽고 정확하게 전달함으로써 위해성 관리에 참여하도록 하는 것이라고 할 수 있다(환경부, 2012). 위해성 판단과 안전행동 결정에 있어서 정보 전달 매개물인 메시지는 중요한 요인으로 작용한다(이지선 외, 2017). 본 연구에서는 위해성 정보가 수용자로 하여금 화학물질 노출 저감을 위한 위해성 관리 행동, 즉 개인의 건강 행동을 증진하는 데에 목적이 있다고 보았다. 이에 따라 건강 메시지의 형태로 전달되어야 한다고 판단하여 화학물질의 위해성 정보와 더불어 화학물질 노출 저감을 위한 건강 행동 증진의 내용을 포함하는 건강 메시지를 구성하였다.

1. 건강 메시지 프레이밍(Health message framing)

커뮤니케이션에서 메시지의 효과는 소구 방향이나 메시지의 프레이밍 방식 등에 따라 큰 차이를 보이며, 여러 분야에서 다양한 프레임에 관한 연구가 진행되어 왔다(김혜인과 김영옥, 2018; 사지연, 2016). 메시지 프레이밍은 청중의 인식 및 행동을 변화시키는 것을 목적으로 메시지의 내용을 효과적으로 구성하고 선택하는 과정을 말하는 것으로 Tversky와 Kahneman(1981)의 전망이론(Prospect theory)에 이론적 근거를 둔다. 전

8) 위해성 소통은 영어로 Risk Communication으로 국내에서는 위험 커뮤니케이션으로 번역되기도 하나 위험 커뮤니케이션에서 다루는 위험은 주제에 한정되지 않고 발생가능한 모든 잠재적인 위험성 혹은 위험요인을 포괄하는 다소 광범위한 개념이다(김영옥, 2014; 사지연, 2016). 따라서 본 연구에서는 앞서 위해성 평가에서 언급하였듯 인체 위해성만을 다루므로 인체 위해성에 관한 소통을 뜻하는 위해성 소통으로 번역하여 사용하였다.

망이론에 따르면 동일한 정보가 제공되었음에도 불구하고 메시지가 어떻게 구성되었는지에 따라 수용자는 가치평가를 다르게 하고 전혀 다른 의사결정을 하게 된다(Tversky & Kahneman, 1981).

건강 메시지는 특정 행동에 관여하는 이점(이익프레임)이나 혹은 특정 행동에 관여하지 않아 초래되는 결과(손실프레임)를 강조하는 방향으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 운동량 증가를 목표로 한 이익프레임은 “꾸준한 운동은 체중 감소에 도움을 줄 수 있습니다.”와 같이 표현되며 손실프레임은 “꾸준히 운동하지 않으면 체중이 증가할 수 있습니다.”로 표현된다. 관련 연구 결과에 따르면 건강 메시지의 간단한 변형에도 메시지가 건강행동 변화에 미치는 영향은 분명한 차이를 보인다(Gallagher & Updegraff, 2012).

선행 연구들을 통해 건강 메시지의 이익/손실 프레이밍은 메시지에 대한 개인의 관심과 이해도를 변화시킬 수 있음이 증명되었으며(Goodall & Appiah, 2008; Toll et al., 2008; Latimer et al., 2007; O’Keefe & Jensen 2007; White et al., 2011; Chang. et al., 2015) 금연, 질병 예방행동, 소비자의 재활용 의도 등의 상황 혹은 주제에 따라 프레이밍의 효과에 서로 다른 결과를 보였다. Gallagher와 Updegraff(2012)의 건강 메시지 프레이밍의 메타분석 결과에 따르면 대체로 건강 행동이 예방적 행동일 때에는 이익 메시지가 손실 메시지보다 효과적이었던 반면 검진 행동일 때에는 뚜렷한 효과의 차이를 확인할 수 없었다.

2. 건강신념모델(Health belief model)

건강행동 변화의 가능성은 개인의 건강신념(Health belief) 측정을 통해 추정될 수 있다. 사람들의 건강행동을 예측하기 위해 여러 이론이 사용되어 왔는데, 그중에서도 건강신념모델은 1950년대 미국에서 암 예방 프로그램에 참여하지 않는 사람들의 심리를 설명하고자 개발된 것으로, 건강행위를 결정하는 데 있어 사람들이 특정 행동에 대한 주관적인 신념에 따라 판단한다는 이론이다(Glanz et al., 2008; Rosenstock, 1966). 예방행동뿐만 아니라 질환행동, 환자역할행동 등 건강행동의 연구에 있어 가장 많이 사용된 틀 중 하나이며(Glanz et al., 2008) 교육 연구에 있어서도 건강행동 증진을 위한 보건교육 프로그램 개발과 효과 평가 등(윤인경 외, 2007; 이승희, 2018; Abood et al., 200; Sharifirad, 2007)에 활용되어왔다.

건강신념모델에서는 나이, 성별, 인종 등 개인의 일반적 특성이 수정요인(Modifying factor)으로 작용하여 개인적 신념(Individual beliefs)에 영향을 끼치며, 개인적 건강신념은 행동의 계기와 함께 개인의 건강 행동을 결정하는 요인이 된다(Glanz et al., 2008). 개인의 주관적인 건강신념의 구성요소는 다음과 같다. 먼저, 특정 건강상태를 갖게 될 가능성에 대한 지각된 민감성(Perceived susceptibility)과 특정 건강상태와 그 결과가 얼마나 심각한지에 관한 지각된 심각성(Perceived severity)이 있다. 이 두 가지의 신념이 결합하여 개인의 특정 건강상태에 대한 지각된 위협(Perceived threat)을 만든다. 또 제안된 행동의 효과 또는 이익과 관련한 지각된 혜택(Perceived benefits)과 제안된 행동에 대한 가시적, 심리적 비용에 대한 지각된 장벽(Perceived barriers) 그리고 행동을 취할 수 있는 본인의 능력에 대한 기대감인 자기효능감(Self efficiency)으로 개인적 신념(Individual

Beliefs)이 구성된다. 이러한 개인적 신념과 더불어 건강 행동과 관련한 교육, 경험, 정보 등이 행동의 계기(Cues to action)로 작용하여 개인의 건강 행동을 야기한다. 선행 연구들의 메타분석 결과에 따르면 건강신념모델의 구성개념들은 건강 관련 행동의 예측과 설명을 위한 효과적인 수단으로 작용한다(조희숙 외, 2004; Carpenter, 2010; Harrison et al., 1992).

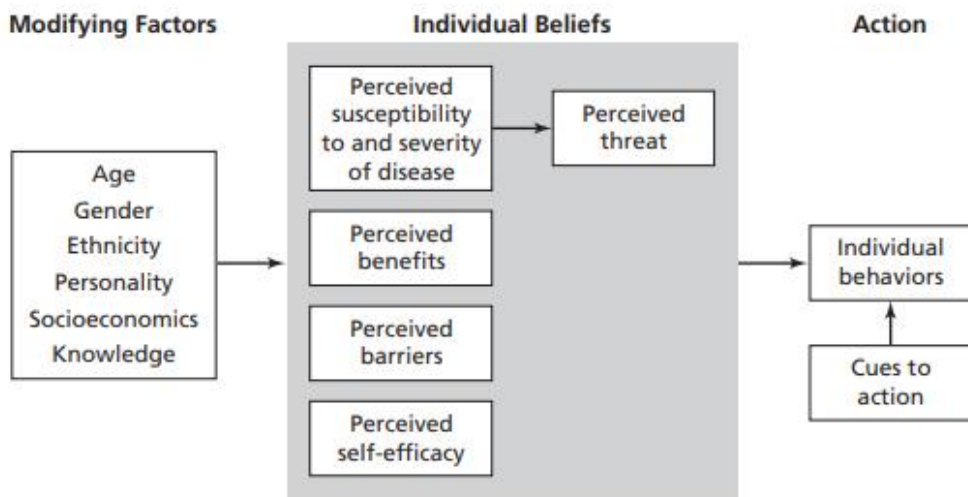


Figure 3. Components of the Health belief model (Glanz et al., 2008)

본 연구에서는 건강신념모델을 이론적 기틀로 삼아 어린이 환경보건을 주제로 한 건강 메시지의 효과를 분석하고자 하였다. 국내에서 유통되고 있는 어린이용품 중 고무풍선에 함유된 니트로스아민류의 위해성 정보를 중심으로 어린이용품의 안전사용을 촉구하는 메시지를 제공한 후 개인의 건강신념에 어떠한 영향을 미치는지 파악함으로써 메시지 프레임에 따른 메시지 효과를 측정할 수 있을 것이다.

제 3 장 연구 방법

제 1 절 위해성 평가

1. 연구 대상 및 재료

국내 유통 중인 고무풍선 48개 제품을 대형 마트, 도매시장, 일반 소매점 등 매장에서 구입하였다. 동일 제품에 여러 색상의 고무풍선이 있는 경우 별도로 채취하여 48개 제품에서 총 68개 부위를 선정하여 니트로스아민류(N-nitrosamines)와 입 안에서서 특정 조건에서 니트로스아민류를 생성하는 니트로스아민류 생성가능물질(N-nitrosatable substances)의 분석을 진행하였다.

분석 대상 물질의 경우 현재 유럽에서 완구 안전기준 (EU Toy Safety Directive 2009/48/EC)에 따라 고무 제품에 함유 가능성이 있다고 판단되는 니트로스아민류 13종 N-Nitrosodimethylamine (NDMA), N-nitrosodiethylamine (NDEA), N-nitrosodiethanolamine (NDELA), N-nitrosodipropylamine (NDPA), N-nitrosodiisopropylamine (NDiPA), N-nitrosodibutylamine (NDBA), N-nitrosodiisobutylamine (NDiBA), N-nitrosodiisononylamine (NDiNA), N-nitrosomorpholine (NMOR), N-nitrosopiperidine (NPIP), N-nitrosodibenzylamine (NDBzA), N-nitroso-N-methyl-N-phenylamine (NMPhA), N-nitroso-N-ethyl-N-phenylamine (NEPhA)과 그 생성가능물질에 대하여 분석하였다.

2. 화학 분석(Chemical analysis)

니트로스아민류의 분석방법은 EN 71-12 (Safety of toys - Part 12: N-Nitrosamines and N-nitrosatable substances)를 참고하여 니트로스아민류 물질과 니트로스아민류 생성가능물질 두 가지로 구분해 진행하였다.

먼저, 고무 풍선 시료 약 1~4 g을 달아 코니컬 플라스크에 넣고 (40 ± 2) $^{\circ}\text{C}$ 에서 예열된 인공침액(Artificial saliva test solution)⁹⁾을 시료 무게의 10배에 해당하는 부피만큼 가한다. 즉, 시료 1g 당 인공침액 10 mL 비율이 되도록 가한다. 시료가 용액에 충분히 잠기게 한 뒤 마개를 닫고 (40 ± 2) $^{\circ}\text{C}$ 에서 60분간 정치한다. 그 다음 추출된 용액을 LC 분석용 바이알에 1mL 취하고 내부표준물질 0.02 mL을 가하여 니트로스아민류 분석용으로 준비한다.

이어서 니트로스아민류 생성가능물질 분석을 위해 추출된 용액 5 mL를 취하여 20 mL 바이알로 옮긴다. 0.1 M 염산 용액을 0.5 mL 가한 뒤 마개를 닫아 잘 섞이도록 흔들고 (40 ± 2) $^{\circ}\text{C}$ 에서 30분간 정치한다. 다시 마개를 열어 1 M 수산화나트륨 용액 1 mL을 가하여 잘 섞는다. 시험용액을 LC 분석용 바이알에 1 mL 취한 뒤 내부표준물질 0.02 mL을 가하여 앞서 준비한 니트로스아민류 분석용 바이알과 함께 LC-MS/MS로 분석한다 (EN 71-12, 2016).

LC-MS/MS 분석의 경우 Agilent 6470 Triple Quad LC/MS 기기를 이용하여 C18 (RRHD 2.1 mm I.D. \times 100 mm, 1.8 μm) 컬럼으로 유속 0.3

9) 인공침액은 실제 사람의 침과 비슷한 조성으로 구성되도록 한다. 본 연구에서는 Sodium bicarbonate 4.2 g, Sodium chloride 0.5 g, Potassium carbonate 0.2 g, Sodium nitrite 0.03 g을 준비하여 증류수 950 mL에 녹인 후 0.1 mol/L NaOH 용액으로 pH 9로 맞추어 총 부피 1000 mL가 되도록 증류수를 추가하여 제조하였다.

ml/min, 컬럼 온도 30 °C에서 분석하였다. 이동상은 A: 0.1% Formic acid in diluted water, B: 0.1% Formic acid in Acetonitrile을 사용하여 A:B Gradient 조건(70:30 → 10:90 → 70:30) 하에서 MRM(Multiple reaction monitoring) 모드로 분석하였다. 자세한 분석조건은 <Appendix 1>에 제시하였다.

3. 노출 평가(Exposure assessment)

고무풍선 중의 니트로스아민류는 침과 반응하여 생성되므로 주로 입을 통해 노출된다. 이에 따라 앞서 화학 분석을 통해 얻은 인공침액으로 전이된 니트로스아민류와 니트로스아민류 생성가능물질의 농도를 활용하여 경구 노출량을 산출한다. 본 연구에서는 네덜란드 RIVM 및 유럽 SCCP에서 고무 풍선에 의한 니트로스아민류 노출량 산출에 이용했던 아래의 노출 알고리즘을 활용하였다(Schuur et al., 2008; SCCP, 2007).

$$E = \frac{EF \times ET \times [(LR_{NA} \times pos_{NA} + CF \times LR_{NC} \times pos_{NC}) \times W_N]}{BW} \quad (1)$$

여기서, E 는 하루 평균 노출량(ng/kg/day), EF 는 하루 중 풍선을 사용하는 횟수(event/day), ET 는 풍선을 입으로 접촉하는 시간(min/event)이다. LR 은 니트로스아민류/니트로스아민류 생성가능물질의 침출 속도 ($\mu\text{g/kg/hr}$), pos 는 니트로스아민류/니트로스아민류 생성가능물질 검출 제품의 비율, CF 는 니트로스아민류로 전환되는 니트로스아민류 생성가능물질의 비율, W_N 은 풍선 중 입물림 부위의 질량(mg), BW 는 어린이의 체중을 말한다(Table 3). 선행 연구 자료 수집을 통해 CF 와 W_N 에 각각 1%와 270 mg (SCCP, 2007), BW 에는 우리나라 어린이 노출계수 핸드북에서 제시한 6 ~ 12세와 13 ~ 18세로 연령 구간을 나누어 각각 32.7 kg , 58.6 kg 을 적용하였다(국립환경과학원, 2016).

Table 3. Input parameters for exposure calculation of N-nitrosamines by balloon

Parameter	Variable	Source
E	Average exposure (ng/kg/ day)	
EF	Exposure frequency (event/day)	NIER, 2009c
ET	Exposure time (min/event)	
pos_x	Proportion of balloons with detectable N-nitrosamines or N-nitrosatable compounds	
LR_{NA}	Average Leaching Rate for N-nitrosamines ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{hr}$)	Chemical analysis results in this study
LR_{NC}	Average Leaching Rate for N-nitrosatable compounds ($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{hr}$)	
CF	Correction factor; proportion of N-nitrosatable compounds which are converted to N-nitrosamines	Van Leeuwen <i>et al.</i> , 2003; as cited in SCCP, 2007
W_N	Weight of mouthpiece (mg)	SCCP, 2007
BW	Body weight (kg)	Korean exposure factors handbook for children (NIER, 2016)

4. 위해성 평가(Risk assessment)

위해성의 결정은 화학물질의 용량-반응평가와 노출평가 자료를 통해 이루어진다. 먼저 EU RAR, 미국 ATSDR, WHO IARC 등 DB를 통해 니트로스아민의 어린이 유해성을 확인하고 US EPA IRIS, WHO IARC 등 국제적으로 공인된 기관에서 제공하는 용량-반응 평가 정보를 확보한다(국립환경과학원, 2009b).

대개 위해성을 결정할 때에 물질 유해성의 특성에 따라 나누어지는데, 역치가 있는 물질의 경우 인체노출안전기준을 설정하고 산출된 노출량을 바탕으로 위해지수를 산출한다. 이때 위해지수가 1 이상일 때 위해하다고 판단한다. 그리고 일반적으로 유전독성 발암물질은 역치가 없다고 가정하여 노출안전역 혹은 초과발암위해도를 산출하여 결정한다. 초과발암위해도를 산출할 때에는 수명과 노출기간을 반영한 평생일일평균노출량(LADD, lifetime average daily doses)을 계산한 후 발암경사값(SF, cancer slope factor) 정보를 이용하여 발암위해도를 평가한다(국립환경과학원, 2009c; 김용순 외, 2015; Fan, 2018; Miao et al., 2017; SCCP, 2007).

본 연구에서는 기존에 유럽에서 수행된 연구에서 산출한 위해성을 바탕으로 설정된 고무풍선의 니트로스아민류의 기준치가 존재하기 때문에 위해도 산출이 필수적이지 않다고 판단하였다. 따라서 국내 고무풍선에 대한 니트로스아민류의 노출평가 결과가 위해성을 충분히 입증한다고 보아 위해도 결정은 수행하지 않았다.

제 2 절 위해성 소통

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 어린이용품의 구매와 관리 등 어린이용품 안전에 관여도가 높을 것이라 예상되는 자녀가 있는 여성이다. 그중에서도 환경보건법에서 어린이를 '만 13세 미만의 사람'이라고 정의함에 따라 어린이용품을 사용할 것이라 기대되는 만 13세 미만의 자녀를 가진 여성을 대상으로 선정하였다. 또한, 표본 집단이 일반적인 어린이 자녀가 있는 여성을 대표할 수 있도록 연구참여자 연령의 범위를 20 ~ 40대로 설정하였다.

표본의 크기를 결정하기 위하여 G*Power 3.1.9.4를 활용하였다(<http://gpower.hhu.de>). 독립표본 양측(two-tailed) t-test에 있어 유의수준(α)을 0.05, 통계적 검증력($1-\beta$)을 0.8, 효과 크기(Cohen's d)를 0.5로 설정해 계산하였을 때 필요한 표본크기는 64명이었다. 모집단으로부터 평균치의 표집의 분포가 어떠한 분포를 이루는지를 설명하는 중앙집중관계정리¹⁰⁾에 따르면 행동연구에서는 대개 $N > 30$ 인 경우 통계적으로 만족할 수 있는 결과를 얻을 수 있다고 본다(백순근, 2004). 따라서 본 연구에서는 메시지 프레이밍 집단별 표본 수 60 여명이 통계적 검증력을 확보할 수 있는 적절한 수준이라 판단하였다. 이에 어린이용품의 안전사용행동을 주제로 고무풍선의 니트로사민 위해도 정보를 담은 이익과 손실 두 가지의 메시지 프레임 적용하여 총 120 여명을 목표 연구참여자 수로 선정하였

10) 모집단이 일정한 평균(μ)과 변량(σ^2)을 가졌을 때 모집단에서 사례 수 N 을 가진 표본을 뽑는다면 사례 수 N 이 커짐에 따라 평균 표집 분포는 평균(μ)과 변량(σ^2/n)을 갖는 정규분포에 가까워진다. 따라서, 사례수 N 이 충분히 크면 평균의 표집분포는 정규분포로 간주할 수 있으며, 표집 오류를 최소화할 수 있다(백순근, 2004).

다.

본 연구는 인간을 대상으로 한 행동연구에 해당하므로 서울대학교 연구윤리위원회의 승인(SNU IRB No. 2002/001-014)을 받아 진행하였다.

2. 실험 도구

본 연구의 설문지는 본 조사 전 연구 대상자의 선정기준에서 벗어나는 자를 분류하기 위한 성별 및 연령 등에 대한 5개 질문과 위해성 정보를 포함한 읽기 자료(메시지), 읽기 자료의 내용과 관련된 2개 질문, 개인의 건강신념 및 건강행동 가능성 6개 변인을 측정하는 18개 질문으로 구성하였다. 연구에 사용된 설문지는 <Appendix 3>에 제시하였다.

1) 메시지 구성

본 연구는 이익/손실 메시지에 따른 효과를 분석하기 위해 설문지를 이용하여 온라인으로 실험을 진행하였다. 설문지에는 고무풍선 중 니트로스아민류의 위해성 정보와 함께 본 연구에서 제안된 건강 행동, 즉 어린이용품에 의한 화학성분 노출을 최소화하기 위한 안전사용 행동을 실천했을 때의 이점 혹은 실천하지 않았을 때 초래되는 결과를 강조한 이익과 손실 프레임 2종류의 메시지로 구성하였다. 동일한 내용에 대해 이익프레임에서는 어린이용품을 올바르게 사용할 경우 화학성분으로 인한 부작용을 예방할 수 있다는 점을, 손실프레임에서는 어린이용품을 올바르게 사용하지 않을 경우 화학성분으로 인해 질병에 노출될 수 있다는 점을 강조하였다.

본 실험에 앞서 메시지가 연구 목적에 맞게 처치되었는지 검증하기 위해 20-30대 여성 30명을 대상으로 실험도구에 대한 예비조사를 실시하였다. “아래 메시지가 이익과 손실 중 어디에 해당한다고 생각하십니까?”¹¹⁾라는 질문에 5점 척도(① 손실~⑤ 이익)로 답하도록 하여 메시지 프레이밍 유형을 제대로 인식했는지 평가하였다. 그 결과, 이익 메시지에 노출된 집단(M=3.27, SD=1.44)과 손실 메시지에 노출된 집단(M=2.07, SD=1.10) 사이의 유의미한 차이를 확인할 수 있었다. 따라서 이익 및 손실프레이밍 메시지가 목적에 맞게 조작되었음을 알 수 있었다.

Table 4. Manipulation check results (Independent t-test)

Frame	Mean	Standard Deviation	t	df	p (right-tailed)
Gain	3.267	1.438	2.568	28	.008
Loss	2.067	1.100			

11) 질문에 대한 이해를 돕기 위하여 이익은 제안된 행동을 수행했을 때 얻을 수 있는 이익의 측면을, 손실은 제안된 행동을 수행하지 않았을 때의 손실의 측면을 강조함을 부가적으로 설명하였다.

- 이익프레임 메시지

아이들 갖고 노는 어린이용품,
잘 알고 사용해야
우리 아이 건강을 챙길 수 있습니다.



시중에 판매되고 있는 고무풍선 제품에서 발암물질인 니트로스아민류가 유럽의 완구 기준치 이상으로 검출되었습니다.

니트로스아민류는 고무 제품의 생산에 사용된 첨가제의 분해물이 우리의 침 속 질산염과 반응하여 생성되는 물질로, 지속적으로 노출될 경우 발암 위험이 커집니다.

따라서 고무 풍선 사용 시 입으로 불지 않고 기구를 이용해 발암물질 노출을 막을 수 있습니다.

어린이용품의 올바른 사용 및 관리는 어린이용품에 함유된 화학성분으로부터 유발되는 눈과 코, 피부 자극, 알레르기, 천식, 아토피를 비롯하여 호르몬 교란, 발암 위험, 영유아 성장 부진과 같은 심각한 부작용을 예방할 수 있습니다.

어린이용품을 구매, 사용할 때에는 반드시 제품의 인증정보와 주의사항, 안전사용수칙을 확인해야 합니다.

- 손실프레임 메시지

아이들 갖고 노는 어린이용품,
모르고 사용하면
우리 아이 건강을 해칠 수 있습니다.



시중에 판매되고 있는 고무풍선 제품에서 발암물질인 니트로스아민류가 유럽의 완구 기준치 이상으로 검출되었습니다.

니트로스아민류는 고무 제품의 생산에 사용된 첨가제의 분해물이 우리의 침 속 질산염과 반응하여 생성되는 물질로, 지속적으로 노출될 경우 발암 위험이 커집니다.

따라서 고무 풍선 사용 시 기구를 사용하지 않고 입으로 불 경우 발암 물질에 노출될 수 있습니다.

어린이용품을 올바르게 사용·관리하지 않을 경우 어린이용품에 함유된 화학성분이 눈과 코, 피부 자극, 알레르기, 천식, 아토피를 유발할 수 있으며, 심한 경우 호르몬 교란, 발암 위험, 영유아 성장 부진과 같은 부작용을 일으킬 수 있습니다.

어린이용품을 구매, 사용할 때에는 반드시 제품의 인증정보와 주의사항, 안전사용수칙을 확인해야 합니다.

2) 건강신념 측정도구

영유아기 부모대상 세척제 안전사용 보건교육프로그램의 효과 측정을 위해 이승희(2018)가 사용한 건강신념척도 측정도구와, 건강신념모델의 개념을 확장하여 미세먼지 예방행동의도(정동훈, 2019; 김지혜와 조재희, 2019) 및 결핵예방 행동의도(조성은 외, 2012)의 결정요인 결정을 위해 사용되었던 선행연구의 측정도구를 활용하여 주제에 맞게 재구성하였다.

본 연구에서 지각된 민감성은 어린이용품으로 인해 화학성분에 노출되어 질병에 걸릴 가능성 정도, 지각된 심각성은 어린이용품의 화학성분 노출과 이로 인한 질병이 건강과 가족, 일상생활에 미치는 부정적인 결과의 심각성 정도로 조작화하였다. 지각된 혜택은 어린이용품의 안전사용행동이 가져올 긍정적인 결과에 대한 믿음의 정도, 지각된 장벽은 어린이용품을 올바르게 관리하고 사용하는 행동을 수행할 때 발생하는 시간, 노력, 비용의 부담 정도로 조작화하였다. 자기효능감은 제안된 어린이용품 안전사용행동을 스스로 실천·지속하고 자녀에게 지도할 수 있다는 믿음의 정도, 건강행동 가능성은 건강신념에 따라 제안된 어린이용품의 안전사용행동을 취할 가능성으로 조작화하고 각 6가지의 변인에 대한 질문 3개씩, 총 18개의 질문으로 측정도구를 구성하였다.

구성한 설문 문항은 내용 타당성 확보를 위해 환경교육 및 환경보건 전공자의 타당도 검토의견을 반영하였다. 환경교육 전공자 4인(석사과정 2인, 박사과정 2인) 및 환경보건 전공자 3인(석사 2인, 박사과정 1인)의 검증 거쳐 1차 수정한 뒤 환경교육전공 박사 1인과 교수 1인의 검토를 받아 최종적으로 수정·보완하여 완성하였다.

Table 5. Health belief model scale

Variable	Questions
Perceived susceptibility	1. 나의 자녀는 어린이용품 사용으로 인해 유해 화학성분에 노출될 가능성이 높다고 생각한다.
	2. 나의 자녀는 어린이용품의 유해 화학성분에 노출된 환경에 살고 있다.
	3. 어린이용품에 함유된 화학성분은 건강에 해로운 영향을 미칠 가능성이 높다.
Perceived severity	4. 어린이용품에 있는 화학성분에 노출되는 것은 치명적인 질병을 초래할 수 있다.
	5. 화학성분으로 인한 부작용은 자녀의 일상생활에 심각한 영향을 줄 것이라고 생각한다.
Perceived benefits	6. 화학성분으로 인해 질병에 걸리면 우리 가족에게 시간적, 경제적 손실이 클 것이라고 생각한다.
	7. 어린이용품의 올바른 사용습관은 화학성분에 대한 노출을 방지할 수 있다.
	8. 어린이용품의 올바른 사용습관은 자녀의 질병 예방에 도움이 된다.
Perceived barriers	9. 어린이용품의 올바른 사용습관은 가족의 건강한 생활 유지에 도움이 된다.
	10. 어린이용품의 안전사용수칙을 알아보고 자녀에게 가르치는 것은 시간적 부담이 크다.
	11. 어린이용품을 안전하게 사용하는 법을 알고 실천하는 것은 번거롭다.
Perceived self-efficacy	12. 안전한 어린이용품을 구매하기 위해 더 비싼 값을 주고 구입하는 것은 부담이 된다.
	13. 나는 자녀 건강을 위해 안전한 어린이용품 사용을 습관화할 자신이 있다.
	14. 나는 어린이용품 안전사용수칙 및 주의사항을 찾아 익히고 잘 실천할 자신이 있다.
Potential health behavior	15. 나는 어린이용품 안전사용수칙 및 주의사항을 자녀에게 잘 지도할 자신이 있다.
	16. 나는 자녀의 어린이용품 사용을 안전하게 관리할 것이다.
	17. 나는 자녀의 어린이용품 사용을 올바르게 지도할 것이다.
	18. 나는 어린이용품 구입 시 제품인증 및 주의사항을 살펴볼 것이다.

3. 자료 수집 및 분석

자료 수집은 2020년 4월 28일부터 5월 11일까지 13세 미만의 자녀를 가진 20-40대 여성 148명을 대상으로 이루어졌다. 온라인 커뮤니티를 중심으로 연구참여자를 모집하였으며 연구설명문을 활용하여 연구 참여 대상자들에게 이해하기 쉬운 용어 및 언어를 사용하여 연구의 전반적인 목적, 내용, 방법 등을 제시하고 자발적으로 동의 의사를 밝힌 경우 연구에 참여하도록 하였다. 연구참여자에 대한 동의는 <Appendix 2>의 연구참여사용 설명문 및 동의서를 통해 온라인 동의 체크로 진행하였다. 설문조사는 이익/손실 프레임의 두 가지 설문지를 온라인 설문구현방식(Google forms)을 활용하여 무선 할당하여 진행하였다.

전체 148부의 응답 중 연구참여자 기준에 맞지 않는다고 판단되는 응답 8부¹²⁾와 읽기 자료에 관한 질문에 오답으로 답한 불성실 응답 9부를 제외하고 131부를 최종적으로 분석에 활용하였다. 수집된 자료는 IBM SPSS Statistics 25 프로그램을 이용하여 분석하였다. 측정도구의 내적 신뢰도 확인을 위해 Cronbach's α 값을 산출하였으며, 이익프레임과 손실프레임 집단의 연구참여자에 대한 일반적인 특성과 사전 인지도, 관심도의 평균과 표준편차를 산출하고 동질성을 검정하였다. 그리고 메시지 프레임 효과에 따른 두 집단의 평균 비교를 위해 독립표본 t-test로 분석하였다.

12) 성별이 남성이라고 답한 경우 2부, 연령이 50대라고 답한 경우 1부, 어린이용품의 위해성에 대한 평소 인지도 및 관심도에 모두 7점으로 지나치게 높게 답한 경우 5부는 본 연구에서 대상으로 삼고자 하는 일반적인 여성 양육자와 거리가 있어 메시지 효과 측정에 부적합하다고 판단하여 제외하였다.

제 4 장 연구 결과

제 1 절 위해성 평가

1. 제품 중 니트로스아민류 농도

1) 니트로스아민류(N-nitrosamines) 검출 결과

LC-MS/MS를 이용한 고무풍선 중 니트로스아민류(N-nitrosamines)의 분석에서 방법검출한계(MDL, method detection limit)는 시료와 동일 조건 하에서 분석 가능한 표준용액의 최소농도 부근의 농도를 포함하도록 스파이크하여 구하였다. 총 7회 반복 측정하여 얻은 표준편차에 99% 신뢰도에서의 t-분포값을 곱해 산출하였고, 니트로스아민류 각 물질에 대한 검출한계는 NDELA, NMOR, NPIP, NMPH_A, NEPh_A, NDBA, NDiBA가 10 µg/kg, NDiPA, NDPA, NDBzA, NDiNA가 5 µg/kg, NDMA 40 µg/kg, NDEA 30 µg/kg였다.

분석대상 고무풍선 48개 제품의 총 68개 부위 중 니트로스아민류(N-nitrosamines) 검출 시료 수는 18개로, % positive(pos_{NA})는 26.5 %였다. 물질 별로 보면 총 13종의 니트로스아민류 중 NDEA가 1 개, NDBA가 12개, NDiBA가 4개, NMPH_A가 1개 시료에서 검출되었으며, 검출된 18개 시료 중 9개의 니트로스아민류(N-nitrosamines)의 합이 유럽의 고무풍선 기준치 50 µg/kg을 초과하였다.

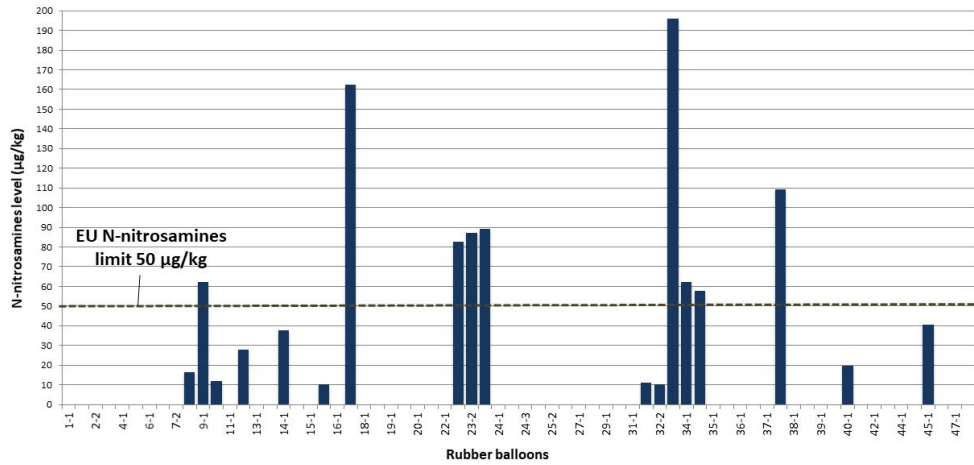


Figure 4. Weight fraction of N-nitrosamines in rubber balloons

그리고 전체 고무풍선 중 검출된 니트로스아민류의 합은 평균 16.09 µg/kg, 50분위수와 75분위수, 95분위수 값은 각 0 µg/kg, 10.25 µg/kg, 88.5 µg/kg이었다. 그리고 검출된 18개의 고무풍선에 대하여 계산한 결과 검출된 니트로스아민류의 합은 평균 60.77 µg/kg, 50분위수와 75분위수, 95분위수 값은 각 49.05 µg/kg, 86.08 µg/kg, 167.41 µg/kg이었다.

2) 니트로스아민 생성가능물질(N-nitrosatable substances) 분석 결과

분석 대상 고무풍선 48개 제품의 총 68개 부위 중 니트로스아민류(N-nitrosamines) 생성물질의 검출 시료 수는 44개로, % positive(pos_{NC})는 64.7 %였다. 총 13종의 니트로스아민류 중 NDEA가 23 개, NDBA가 32개, NDiBA가 6개, NMPPhA가 1개 시료에서 검출되었으며, 검출된44개 시료 중 23개 시료가 니트로스아민류 생성가능물질(N-nitrosatable substances)의 합이 유럽의 고무풍선 기준치 1000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 을 초과하였다.

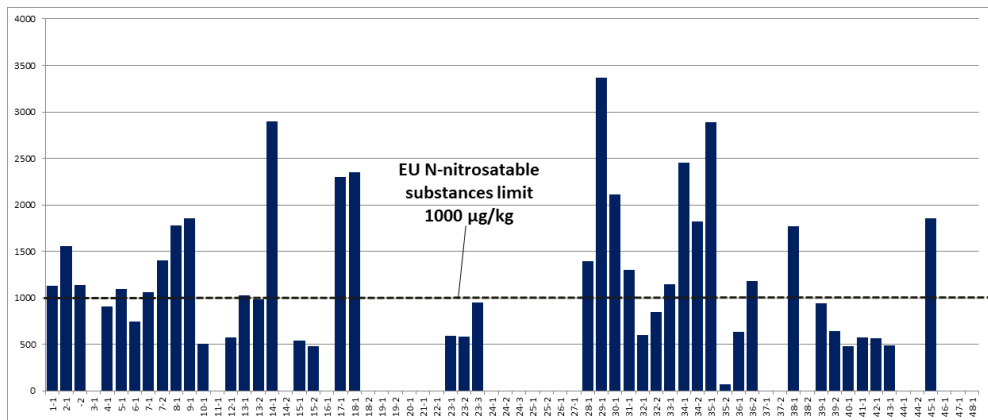


Figure 5. Weight fraction of N-nitrosatable substances in rubber balloons

전체 고무풍선 제품에서 검출된 니트로스아민류 생성가능물질의 합은 평균 875.69 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 50분위수와 75분위수, 95분위수 값은 각 586.30 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 1211.48 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 2733.66 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 이었으며 검출된 44개의 고무풍선에 대하여 계산한 결과 니트로스아민류 생성가능물질의 합은 평균 1353.33 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 50

분위수와 75분위수, 95분위수 값은 각 1077.95 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 1791.55 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 2894.39 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 이었다.

분석 대상 제품들 중 검출된 제품의 제조국을 살펴보면, 태국 제품이 10개 중 9개에서 검출(90%), 말레이시아 제품 총 11개 중 7개¹³⁾에서 검출(64%), 인도네시아 제품 총 3개 중 3개에서 검출(100%), 중국 제품 총 18개 중 13개에서 검출(72%), 한국 제품 총 1개 중 1개에서 검출(100%)되었고 미국 제품 3개, 콜롬비아 제품 2개, 이탈리아 제품 1개에서는 모두 검출되지 않았다. 검출된 풍선 중에서도 유럽의 기준치를 초과한 제품의 경우 태국 제품이 7개, 말레이시아 제품이 5개, 인도네시아 제품이 3개, 중국 제품이 6개, 한국 제품이 1개였다.

13) 35번 제품의 경우 고무풍선이 두 종류로 35-1번 빨강색 풍선의 제조국은 태국, 35-2번 흰색 풍선의 제조국은 말레이시아였다(<Appendix 1> 참조). 이에 따라 제품 별 분석 결과에서 태국 제품과 말레이시아 제품에 각각 1개씩 추가하여 계산하였다.

2. 노출 평가 결과

1) 노출계수

노출평가를 위하여 제품 중 니트로스아민류 및 니트로스아민류 생성가 능물질의 농도 값을 제외한 노출계수 값은 국립환경과학원의 선행 연구결과를 활용하였다.

- 노출빈도와 노출시간

노출빈도는 하루 중 풍선을 사용하는 횟수(event/day), 노출시간은 풍선을 입으로 접촉하는 시간(min/event)을 의미한다. 국립환경과학원(2009c)의 선행 연구에서 조사대상자 중 6~12세 732명, 13~18세 380명으로 총 1,112명의 설문 응답자를 조사하였으며 그 결과 각 노출계수에 대해 Table 6과 같은 50분위수, 75분위수, 95분위수를 확보하였다.

Table 6. Exposure frequency and time of rubber balloon in two children groups

Age	Frequency (event/day)			Time (min/event)		
	50 th	75 th	95 th	50 th	75 th	95 th
6~12 year-old	0.1	0.3	1.0	5.0	10.0	30.0
13~18 year-old	0.03	0.1	1.0	3.0	13.8	61.0

- 어린이 체중

어린이의 체중은 국립환경과학원(2016)의 어린이 노출계수 핸드북으로부터 확보하였다. Table 7에 제시된 결과에 따라 연령 별 조사대상자 수 (N)를 고려하여 6~12세 연령군에서 평균 35.1 kg, 13~18세 연령군에서 평균 58.6 kg의 체중 값을 확보하였다.

Table 7. Body weight of children in Korea (NIER, 2016)

Age	N	Mean (kg)
6 year-old	288	23.5
7 year-old	288	26.2
8 year-old	311	29.9
9 year-old	292	34.5
10 year-old	322	37.9
11 year-old	321	42.9
12 year-old	327	48.3
13 year-old	308	53.4
14 year-old	296	56.4
15 year-old	265	59.5
16 year-old	255	61.1
17 year-old	273	60.9
18 year-old	218	62.4

2) 노출량 산출

본 연구에서는 두 가지 방법으로 노출계수를 적용하였는데, 먼저 (1)의 노출량 산출식을 바탕으로 노출계수(노출 빈도 및 시간)와 니트로스아민류 검출농도를 50분위수와 75분위수, 95분위수를 각각 구하여 적용하였다. 그 결과 고무풍선 중 니트로스아민류에 대한 노출량은 Table 8과 같다. 50분위수 적용 결과에서는 6 ~ 12세 연령군이, 75분위수와 95분위수 적용 결과에서는 13 ~ 18 세 연령군이 높은 노출량을 보였다. 이는 13~18세 연령군의 체중이 더 높았음에도 불구하고 고노출 집단의 고무풍선의 입 접촉시간이 13~18세의 경우 6~12세에 비해 2배 이상 많았기 때문으로 보여진다.

Table 8. Exposure to N-nitrosamines by balloon in two children groups (50th, 75th, 95th percentiles applied)

Age, percentile		Exposure to N-nitrosamines (ng/kg/day)
6 ~ 12 year-old	50 th percentile	0.00024
	75 th percentile	0.00406
	95 th percentile	0.15808
13 ~ 18 year-old	50 th percentile	0.00003
	75 th percentile	0.00112
	95 th percentile	0.19243

다음으로 각 제품에 대해 사용시간과 사용빈도에 50분위수와 95분위수를 적용하여 노출량을 계산하였다. 제품별로 산출된 노출량은 Table 10과 같다. 6 ~ 12세 연령군에서 사용시간(min/event)과 사용빈도(event/day)에 50분위수를 적용할 경우 불검출 제품을 포함한 제품별 노출량의 50분위수, 75분위수, 95분위수는 각각 0.0004 ng/kg/day, 0.0007 ng/kg/day, 0.0019 ng/kg/day였으며, 사용시간(min/event)과 사용빈도(event/day)에 95분위수를 적용할 경우 불검출 제품을 포함한 제품별 노출량의 50분위수, 75분위수, 95분위수는 각각 0.0229 ng/kg/day, 0.0430 ng/kg/day, 0.1133 ng/kg/day였다. 13 ~ 18세 연령군에서는 사용시간(min/event)과 사용빈도(event/day)에 50분위수를 적용할 경우 불검출 제품을 포함한 제품별 노출량의 50분위수, 75분위수, 95분위수는 각각 0.00004 ng/kg/day, 0.00008 ng/kg/day, 0.0002 ng/kg/day였으며, 사용시간(min/event)과 사용빈도(event/day)에 95분위수를 적용할 경우 불검출 제품을 포함한 제품별 노출량의 50분위수, 75분위수, 95분위수는 각각 0.0279 ng/kg/day, 0.0523 ng/kg/day, 0.1379 ng/kg/day였다. 다만 불검출된 제품을 제외하고 제품별 노출량의 50분위수, 75분위수, 95분위수를 계산하면 더 높은 노출량을 구할 수 있었다. 각 경우의 계산 결과는 Table 9와 같다.

Table 9. Exposure to N-nitrosamines by balloon in two children groups

Exposure to N-nitrosamines (ng/kg/day)		6 ~ 12 year-old		13 ~ 18 year-old	
		50th	95th	50th	95th
Samples without N-nitrosamines included	50 th	0.0004	0.0229	0.00004	0.0279
	75 th	0.0007	0.0430	0.00008	0.0523
	95 th	0.0019	0.1133	0.0002	0.1379
Samples without N-nitrosamines excluded	50 th	0.0005	0.0320	0.0001	0.0389
	75 th	0.0014	0.0847	0.0002	0.1031
	95 th	0.0020	0.1228	0.0002	0.1495

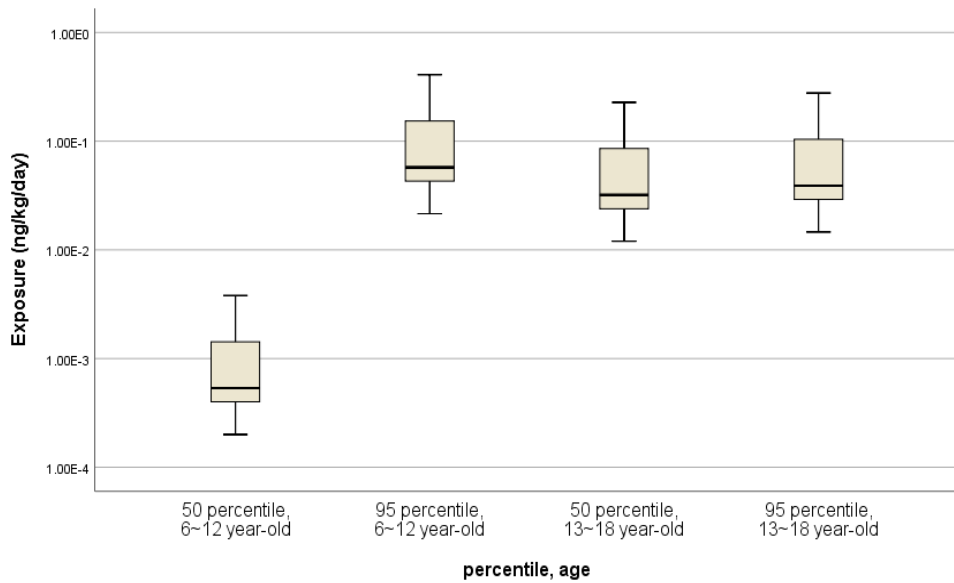


Figure 6. Exposure distributions of N-nitrosamines by balloon (Samples without N-nitrosamines excluded)

Table 10. Exposure to N-nitrosamines of balloons in each child

Sample	Exposure to N-nitrosamines (ng/kg/day)			
	6 ~ 12 year-old		13 ~ 18 year-old	
	50 percentile	95 percentile	50 percentile	95 percentile
1-1	0.00047	0.02817	0.05060	0.03429
2-1	0.00065	0.03871	0.06952	0.04712
2-2	0.00047	0.02841	0.05102	0.03458
3-1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
4-1	0.00037	0.02248	0.04038	0.02737
5-1	0.00045	0.02723	0.04891	0.03315
6-1	0.00031	0.01849	0.03320	0.02250
7-1	0.00044	0.02640	0.04742	0.03214
7-2	0.00058	0.03492	0.06273	0.04251
8-1	0.00102	0.06101	0.10958	0.07427
9-1	0.00182	0.10938	0.19645	0.13315
10-1	0.00041	0.02446	0.04393	0.02978
11-1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
12-1	0.00071	0.04259	0.07649	0.05185
13-1	0.00042	0.02546	0.04573	0.03099
13-2	0.00041	0.02459	0.04416	0.02993
14-1	0.00184	0.11042	0.19831	0.13441
14-2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
15-1	0.00022	0.01339	0.02405	0.01630
15-2	0.00020	0.01200	0.02155	0.01461
16-1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
17-1	0.00371	0.22246	0.39954	0.27080
18-1	0.00098	0.05856	0.10517	0.07128
18-2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
19-1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
19-2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
20-1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
21-1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
22-1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
23-1	0.00165	0.09892	0.17766	0.12041
23-2	0.00172	0.10317	0.18530	0.12559
23-3	0.00191	0.11439	0.20545	0.13925
24-1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
24-2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
24-3	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

Table 10. Exposure to N-nitrosamines of balloons in each child
(continued)

Sample	Exposure to N-nitrosamines (ng/kg/day)			
	6 ~ 12 year-old		13 ~ 18 year-old	
	50 percentile	95 percentile	50 percentile	95 percentile
25-1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
25-2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
26-1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
27-1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
28-1	0.00058	0.03459	0.06212	0.04210
29-1	0.00140	0.08385	0.15059	0.10207
30-1	0.00087	0.05249	0.09427	0.06389
31-1	0.00054	0.03229	0.05799	0.03930
32-1	0.00043	0.02605	0.04678	0.03171
32-2	0.00052	0.03140	0.05639	0.03822
33-1	0.00380	0.22778	0.40909	0.27727
34-1	0.00207	0.12428	0.22322	0.15129
34-2	0.00173	0.10405	0.18687	0.12666
35-1	0.00120	0.07179	0.12894	0.08740
35-2	0.00003	0.00182	0.00326	0.00221
36-1	0.00026	0.01578	0.02834	0.01921
36-2	0.00049	0.02942	0.05285	0.03582
37-1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
37-2	0.00185	0.11114	0.19961	0.13529
38-1	0.00073	0.04404	0.07910	0.05361
38-2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
39-1	0.00039	0.02335	0.04193	0.02842
39-2	0.00027	0.01591	0.02857	0.01937
40-1	0.00053	0.03171	0.05694	0.03860
41-1	0.00024	0.01434	0.02576	0.01746
42-1	0.00024	0.01415	0.02541	0.01722
43-1	0.00020	0.01223	0.02196	0.01488
44-1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
44-2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
45-1	0.00145	0.08720	0.15661	0.10615
46-1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
47-1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
48-1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

* N.D. = Not detected

제 2 절 위해성 소통

1. 응답자의 속성

이익프레임과 손실프레임 집단의 응답자는 각 67명과 64명이었다. 이익프레임 집단의 평균 연령은 35.45 ± 3.50 세, 손실프레임 집단의 평균 연령은 35.80 ± 3.60 세로 손실프레임 집단의 연령이 약간 더 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 또한, 실험 처치 전 어린이용품의 위해성에 대한 인지도 및 관심도에 있어서 이익프레임 집단의 평균은 각각 3.85 ± 1.44 점, 5.54 ± 1.39 점이었고, 손실프레임 집단의 평균은 3.81 ± 1.34 점, 5.51 ± 1.21 점으로 이익프레임 집단이 더 높았으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 이에 따라 연령과 사전 인지도, 관심도에서 이익프레임과 손실프레임 집단이 동질한 집단으로 나타났다.

Table 11. Independent t-test results of homogeneity

	Frame	N	Mean	Std. Deviation	Levene's Test for Equality of Variances	t	df	p (two-tailed)
Age	Gain	67	35.45	3.50	F=.041	-.563	129	.575
	Loss	64	35.80	3.60	p=.840			
Awareness	Gain	67	3.85	1.44	F=.289	.157	129	.875
	Loss	64	3.81	1.34	p=.592			
Interest	Gain	67	5.54	1.39	F=1.513	.095	129	.924
	Loss	64	5.52	1.21	p=.221			

2. 측정도구의 신뢰도 검증

각 변인에 대한 문항이 응답자로부터 정확하고 일관되게 측정되도록 구성되었는지 확인하기 위하여 내적 신뢰도를 검증하였다. 신뢰도 검증의 척도로 연구참여자 131명의 응답에 대해 Cronbach's α 값을 산출한 결과 6개 변인에서 모두 0.7 이상의 값을 나타내어 검사지의 신뢰도가 확보되었다. 신뢰도 분석 결과는 Table 12에 제시하였다.

Table 12. Reliability coefficients for survey measures

Measure	Cronbach's α	Number of questions
Perceived susceptibility	.721	3
Perceived severity	.830	3
Perceived benefits	.904	3
Perceived barriers	.773	3
Perceived self-efficacy	.878	3
Potential health behavior	.902	3

3. 메시지 프레이밍 효과

이익과 손실 두 가지의 메시지 유형에 따라 종속변인인 건강신념 및 건강행동 가능성에 미치는 영향을 확인하였다.

두 집단의 기술통계량을 단순 비교했을 때, 지각된 민감성과 지각된 심각성은 이익프레임 집단 평균 각 5.37과 6.10, 손실프레임 집단 평균 각 5.32와 5.74로 이익프레임 집단에서 더 높게 나타났으며, 지각된 혜택 역시 이익프레임 집단 평균 6.32, 손실프레임 집단 6.19로 이익프레임 집단이 더 높았다. 지각된 장벽의 경우 이익프레임과 손실프레임 집단 평균이 각 3.80, 3.94로 손실프레임 집단의 경우가 더 높았으며, 자기효능감과 건강행동 가능성은 이익프레임 집단의 평균 각 5.44와 6.02, 손실프레임 집단의 평균 각 5.04와 5.67로 이익프레임 집단에서 더 높게 나타났다. 전체 6개 변인 중 지각된 장벽에서만 손실프레임 집단의 평균이 더 높고 나머지 5개 변인에서는 모두 이익프레임 집단의 결과가 더 높게 나타났으나 지각된 장벽은 점수가 낮을수록 메시지의 효과가 큰 것을 의미하기 때문에 모든 변인에 있어서 손실 메시지보다 이익 메시지의 효과가 크다는 것을 알 수 있다.

기술 통계량으로 살펴본 두 집단 평균 차이를 통계적으로 검증하기 위해 독립표본 t-test(two-tailed)를 진행하였다. 그 결과 모든 변인에서 Levene의 등분산 조건을 만족하였으며, 6개 변인 중 지각된 심각성($t=2.287$, $df=129$, $p=.024$)과 자기효능감($t=2.123$, $df=129$, $p=.036$), 건강행동 가능성($t=2.094$, $df=129$, $p=.038$) 3개 변인에서 $p<0.05$ 수준에서 통계적 유의성을 확인할 수 있었다. 결과적으로 개인의 건강신념 및 건강행동 가능성에 있어 메시지 프레이밍은 유의한 영향을 미쳤고 그중에서도 이익 프레임 메

시지가 손실 프레임 메시지에 비해 더 긍정적인 효과를 보였다. 이에 따라 건강 메시지가 이익 프레임으로 제공될 때 어린이용품의 안전사용행동 증진에 효과적임을 확인할 수 있었다. 각 변인에 대한 기술통계량과 독립표본 t-test 결과는 각각 Table 13과 Table 14에 제시하였다.

Table 13. Descriptive Statistics

Variables	Frame	N	Mean	Standard Deviation
Perceived susceptibility	Gain	67	5.37	1.07
	Loss	64	5.32	1.08
Perceived severity	Gain	67	6.10	0.82
	Loss	64	5.74	1.00
Perceived benefits	Gain	67	6.32	0.83
	Loss	64	6.19	0.98
Perceived barriers	Gain	67	3.80	1.52
	Loss	64	3.94	1.64
Perceived self-efficacy	Gain	67	5.44	1.04
	Loss	64	5.04	1.12
Potential health behavior	Gain	67	6.02	0.98
	Loss	64	5.67	0.95

Table 14. Message framing effect results (Independent t-test)

	Levene's test for Equality of Variables	t	df	p	Mean difference
Perceived susceptibility	F= .103 p=.749	.241	129	.810	.04524
Perceived severity	F=3.382 p=.068	2.287	129	.024*	.36489
Perceived benefits	F=1.589 p=.210	.855	129	.394	.13588
Perceived barriers	F= .366 p=.546	-.493	129	.623	-.13650
Perceived self-efficacy	F= .009 p=.923	2.123	129	.036*	.40135
Potential health behavior	F= .001 p=.972	2.094	129	.038*	.35323

* p<0.05

제 5 장 고찰

제 1 절 위해성 평가

본 연구에서는 국내 시판 고무풍선 68개에 대해 니트로스아민류 및 니트로스아민류 생성가능물질의 용출량을 분석하여 경구노출에 의한 노출량을 산출함으로써 위해성을 확인하였다. 제품 분석 결과, 검출된 제품들에서 색상에 따른 경향성은 나타나지 않았고 예외의 경우(3개 제품)도 있었으나 대체로 동일 제품에 속한 서로 다른 색상을 가진 풍선의 경우 니트로스아민류의 검출 여부는 유사한 결과를 보였다. 이는 니트로스아민류가 주로 고무 제품의 가황과정에서의 첨가제 사용에 의해 생성 여부가 결정되기 때문으로 판단된다(Spiegelhalder, & Preussmann, 1983).

검출된 물질별로 살펴보면, NDBA의 검출 사례가 가장 많았으며 그 다음으로 NDEA, NDIBA, NMPHA 순으로 검출 사례가 많았고 NDMA를 포함한 다른 니트로스아민류는 검출되지 않았다. 유럽에서 행해진 선행 연구들을 살펴보면 주로 NDMA의 검출 사례가 가장 많고 다음으로 NDBA의 검출 사례가 많았는데(SCCP, 2007; VWA, 2005) 이에 비해 본 연구에서는 NDMA의 검출사례가 발견되지 않았다. 그 이유로 첫 번째는 지난 연구 이후 시간이 지남에 따라 전통적으로 고무제품 처리에 사용되었던 첨가제의 종류가 바뀌었을 가능성을 생각할 수 있다. 또 두 번째로는 본 연구에서 다른 니트로스아민류 물질에 비해 NDMA의 검출한계가 높았던 점을 원인으로 꼽을 수 있다.

고무풍선 중 니트로스아민류에 대한 기존의 연구 결과와 비교하면 본 연구의 평균 니트로스아민 농도와 제품 중 함유 비율은 비교적 낮은 편이었

다. 한국소비자원에서 2017년 국내 고무풍선 제품 10개를 조사한 결과, 전 제품에서 유럽 기준치를 초과하여 니트로스아민류가 검출되었으며 평균 농도는 니트로스아민류와 니트로스아민류 생성가능물질이 각 0.20 mg/kg, 2.44 mg/kg 이었다(한국소비자원, 2017). 본 연구에서는 48개 제품 중 검출된 제품이 69%, 기준치 초과 제품이 46%를 차지하였고 니트로스아민류는 평균 0.016 mg/kg, 니트로스아민류 생성가능물질은 평균 0.876 mg/kg 검출되었으므로 기존 결과에 비해 낮은 수치를 보였다. 한국소비자원의 제품 샘플링 시기(2017년)와 본 연구의 제품 샘플링 시기(2018년)가 유사하여 시기의 차이는 없었으나 한국소비자원의 조사는 단 10개의 아시아 국가에서 제조된 고무풍선만을 대상으로 하였지만 본 연구는 이탈리아, 콜롬비아 제품 등을 포함하여 48개 제품에서 68개 고무풍선을 선정하여 분석 대상이 다양하였기에 이 같은 결과의 차이가 발생하였다고 볼 수 있다.

본 연구의 결과는 해외의 선행 연구결과와 비교하였을 때 유사한 결과를 나타냈다. 유럽에서 고무풍선 중 니트로스아민류에 대한 규제가 시작되기 전인 2002년 네덜란드 RIVM에서 57개 제품을 조사한 결과 모든 제품에서 검출되고 86% 제품에서 현재 유럽의 기준치(N-nitrosamines 0.05 mg/kg, N-nitrosatable substances 1 mg/kg)을 초과하였다(SCCP, 2007). 이후 네덜란드 정부와 풍선 제조업체 및 수입업체 간에 협정¹⁴⁾을 체결하고 2년 후인 2004년 58개 제품에 대해 다시 조사하였을 때 기준치 초과제품은 50%로 줄었으나 여전히 전 제품에서 니트로스아민류 혹은 니트로스아민류 생성가능물질이 검출되었다(VWA, 2005). RIVM의 두 연구에서 평균

14) 2002년 네덜란드의 조사 이후 보건당국과 풍선 제조업 및 수입업체는 협정을 체결하여 풍선 제품에 “입으로 불지 말고 펌프를 사용하여 풍선을 불라”는 경고를 삽입하고 장기적으로는 니트로스아민류 및 니트로스아민류 생성가능물질을 당시 독일의 기준치(각 0.01mg/g, 5 µg/dm²) 이하로 줄일 것을 약속하였다.

검출 농도는 2002년 니트로스아민류와 니트로스아민류 생성가능물질이 각 0.63 mg/kg, 5.73 mg/kg, 2004년 0.07 mg/kg, 0.65 mg/kg 이었다. 이후 유럽에서는 2009년부터 규제가 시행되어 니트로스아민류 및 니트로스아민류 생성물질의 기준치 초과 고무풍선 제품에 대하여 모두 리콜 조치하고 있다는 점을 감안하면 본 연구의 결과는 유럽의 규제 시행 이전의 조사결과에 가깝다고 볼 수 있다. 이는 유럽의 규제 시행 이후 오랜 기간이 지났음에도 불구하고 현재 우리나라에서 고무풍선에 대한 니트로스아민류의 규제가 시행되지 않고 있기 때문이라 생각된다.

본 연구에서 니트로스아민류가 검출된 혹은 기준치 초과된 제품들의 제조국을 살펴봐도 규제에 따른 차이를 확인할 수 있다. 전체 대상 제품 중 높은 비율로 니트로스아민류가 검출 및 기준치 초과된 풍선 제품은 말레이시아와 태국, 중국 등 아시아 국가 제품들이었다. 이에 반해 이탈리아와 콜롬비아, 미국 제품에서 검출되지 않은 것으로 미루어 볼 때 주로 규제가 이루어지지 않고 있는 아시아 국가에서 제조한 고무풍선에서 니트로스아민류가 발견되는 것을 확인할 수 있었다. 고무풍선에서 발견되는 니트로스아민류의 경우 가교처리 과정의 변화만으로도 충분히 감소될 수 있기에 국내에서도 관련된 규제 마련이 요구된다.

본 연구에서는 고무풍선의 니트로스아민류 노출평가가 국내 고무풍선에 대하여 기존에 이루어진 바가 없었고 국내 시판 풍선 중 니트로스아민의 존재를 확인하고 위해성을 알리는 것에 주된 목표를 두어 결정론적 방법으로 노출량을 계산하였다. 일반적으로 노출평가에는 이처럼 노출계수별로 한 가지 값을 대입하여 결과를 계산하는 점 추정(point estimate) 방식의 결정론적 방법 외에 노출계수의 기저 확률분포를 추정하여 대입하고 결과를 확률구간으로 계산하는 확률론적 방법이 있다(EPA, 2016). 또한, 같은 결정론적 노출평가 방법이라도 노출계수 적용에 있어 최악의 케이

스를 가정하여 95분위수를 적용하기도 하고 보다 현실적인 노출량 산출을 위해 75분위수를 적용하기도 한다(Bremmer & van Veen, 2002; WHO, 2005). 기존에 유럽에서 수행되었던 고무풍선 중 니트로스아민류 노출평가에 관한 연구들과 노출평가 방식을 살펴보면, 네덜란드 RIVM의 경우 노출빈도 및 노출시간, 제품 중 니트로스아민류 농도 세 가지 계수에 모두 평균값을 적용하여 결정론적 방법으로 계산했고 독일 연방위해평가원(BfR)의 경우 최악의 시나리오를 가정하여 최대 니트로스아민류 농도를 활용하여 결정론적 방법으로 계산하였다(BGVV, 2002; SCCP, 2007).

본 연구는 노출평가에 있어 제품 분석결과를 바탕으로 국립환경과학원(2009; 2016)의 선행 연구에서 국내 어린이의 노출계수를 확보하여 두 가지 방식으로 노출계수를 적용하였다. 첫째, 제품 중 니트로스아민 농도와 노출빈도, 노출시간 세 가지의 노출계수의 각 50분위수, 75분위수, 95분위수 값을 노출량 계산식에 적용하는 방식과 둘째, 제품 별 니트로스아민 농도에 노출시간과 노출빈도 값 50분위수, 75분위수, 95분위수를 적용해 제품별 노출량을 계산하는 방식이다. 그 결과 50분위수 노출량은 두 번째 방식이 1.57배 이상 더 높았고, 95분위수 노출량은 첫 번째 방식이 1.28배 이상 더 높았다. 이는 노출량 결과를 산출하는 데 있어 노출빈도와 노출시간, 제품 중 니트로스아민 농도 세 가지의 변수가 곱하여 계산되므로 노출계수를 동시에 적용하여 계산하는 첫 번째 방식이 더 극단적으로 표현된 것으로 생각된다. 즉, 두 번째 방식은 노출빈도와 노출시간을 각 제품마다 적용하여 제품별 노출량을 산출하고 그 가운데에서 50분위수와 95분위수를 선택한 데 비해 첫 번째 방식은 노출빈도와 노출시간, 제품별 농도 세 가지 변수를 동시에 대입하므로 비교적 낮은 노출계수 값을 동시에 적용하는 50분위수는 더 낮은 결과를, 높은 노출계수 값을 동시에 적용하는 95분위수는 더 높은 결과를 보였다.

본 연구에서 산출한 고무풍선에 의한 니트로스아민류 노출량은 하루 평균 총 니트로스아민 노출량에 비하면 매우 적은 편이라고 할 수 있다. 미국에서 이루어진 선행 연구에 따르면 음식과 개인관리용품, 담배 제품 등을 통해 평균적으로 1인당 하루 총 21,800 ng/day 수준의 니트로스아민에 노출된다(Gushgari & Halden, 2018). 본 연구의 결과에서 어린이 체중을 고려하지 않고 노출량을 계산하였을 때 고무풍선에 의한 니트로스아민의 노출량은 고노출 집단이 11.29 ng/day 으로 하루 총 노출량에 비하면 매우 작은 수치였다. 그러나 어린이는 건강 취약집단으로 화학물질 노출로부터 보호받아야 할 필요가 있으며 특히 니트로스아민은 발암성을 가진 물질로 NDEA(N-nitrosodietylamine)의 경우 동물실험에서 어릴수록 발암효과가 훨씬 크게 나타난 바 있어(BGVV, 2002) 어린이용품에 대해서 더욱 주의가 필요하다.

제 2 절 위해성 소통

본 연구에서는 어린이용품의 위해성 정보가 어린이용품의 안전사용행동을 촉진하는 근거자료로서 활용되어야 한다고 보았다. 이에 따라 어린이용품의 위해성 및 안전사용에 비교적 관심도가 높다고 생각되는 만 13세 미만의 어린이를 자녀로 둔 20 ~ 40대 여성 총 148명(분석에 활용된 것은 131명 응답)에 대해 이익메시지와 손실메시지의 효과를 분석한 결과, 건강신념모델의 모든 변인에서 이익메시지 집단이 손실메시지 집단에 비해 건강신념 및 건강행동 가능성에 더 큰 효과를 나타내어 어린이용품의 위해성 정보를 포함한 건강 메시지가 이익프레임으로 표현될 때 어린이용품의 안전사용행동 증진에 긍정적인 효과를 보이는 것을 확인하였다.

즉, 위해성 정보를 바탕으로 한 건강 메시지가 건강행동 수행의 이점을 강조하여 구성되었을 때 건강신념 및 건강행동 가능성에 전반적으로 더 효과적이었음을 보여준다. 특히 6개 변인 중 지각된 심각성과 자기효능감, 건강행동가능성 3개 변인에서 통계적으로 유의한 차이를 나타낸 점을 미루어 볼 때 이익 메시지는 손실메시지에 비해 어린이용품의 위해성이 가족의 건강과 일상생활에 미칠 결과의 심각성을 더 크게 인식하게 했으며, 어린이용품 안전사용행동이 가져올 이익을 강조했을 때 어린이용품의 안전사용행동을 스스로 수행할 수 있다는 믿음을 갖는 데에 더욱 기여하였음을 알 수 있다. 결과적으로 어린이용품의 안전사용행동을 취할 가능성에 있어 이익메시지가 손실메시지에 비해 유의한 효과의 차이를 보였다.

이는 사람들이 동일한 대안에 대해서 메시지 구성에 따라 가치가 다르게 평가되어 서로 다른 결정을 하게 된다는 전망이론을 뒷받침하는 결과이다. 또한, Gallagher와 Updegraff(2012)의 건강 메시지 프레임링 효과 연구의

메타 분석결과에 따르면 금연, 피부암 예방, 신체활동, 다이어트 등의 예방적 건강행동에서는 손실 메시지보다 이익 메시지가 건강행동 증진에 효과적임이 밝혀진 바 있다. 이 연구에서 저자는 다른 무엇보다 자기효능감이 건강행동을 결정하는 가장 중요한 요소인데, 이익프레임 메시지는 손실프레임 메시지에 비해 자기효능감이나 사회적 규범, 결과에 대한 기대와 같이 행동에 직접적인 영향을 줄 수 있는 정보를 전달하기 때문에 더 효과적이었다고 설명한다. 본 연구에서도 어린이용품의 위해성 정보를 포함한 메시지가 향후 질병을 예방하기 위한 예방적 건강행동을 제안하고 있음을 미루어 볼 때 선행 연구들과 유사한 결과를 나타냈다고 보여진다.

본 연구의 메시지 프레이밍 효과 분석 결과는 위해성 소통의 전략 선택에 있어 중요성이 크다. 확장된 병행과정 모델(Extended Parallel Process Model)에 따르면 공포 유발 메시지에 노출된 사람들은 효능감에 비해 위협을 높게 지각할 때 오히려 방어동기가 유발되어 회피의 행동을 보인다(Witte, 1996). 환경교육에서도 정서는 설득효과에 중요한 역할을 하는데, 장민정(2014)은 두려움이나 공포와 같은 부정적인 정서의 지속은 환경문제 해결 의지를 떨어뜨릴 수 있으며 환경문제에 대한 긍정적인 정서가 지속적인 환경 책임행동에 도움이 된다고 밝혔다. 본 연구에서도 알 수 있듯 수용자들은 건강행동을 하지 않았을 때 초래될 부정적 결과를 강조하는 메시지보다 건강행동을 했을 때의 긍정적인 결과를 강조하는 메시지에 노출되었을 때 더 높은 자기효능감과 행동 가능성을 보인다. 따라서 위해성 소통, 나아가 환경보건교육에 있어 부정적 정서를 부추기기보다는 긍정적 정서로 접근할 필요가 있다.

그동안 국내에서 위해성 소통은 뉴스매체와 같은 언론이 주도적인 역할을 맡아왔다(노진철, 2004). 특히 미세먼지와 같은 환경오염이나 생활환경속 화학물질 오염 등 위협적인 환경 상황에 관한 보도는 주로 대중의 관심

과 공포를 유발하는 단편적인 사건 중심의 보도 혹은 취재원으로부터 받은 사실을 그대로 전달하는 보도가 다수를 이루어(김혜인과 이의경, 2014; 박광수와 박범순, 2015) 대중에게 정확한 정보를 전달하거나 위해성 소통의 경로로서 효과적인 역할을 했다고 보기 힘들었다. 위해성 소통에 있어 기존에는 자극적인 메시지를 다루는 언론에 의존해 왔다면, 본 연구는 과학적 근거에 기반한 정보를 전달하고 해결책을 제시하여 수용자의 행동 가능성을 높일 수 있는 소통과 교육의 필요성을 보여준다.

제 3 절 환경교육적 의의

국민환경의식조사에서 확인한 대기(공기)질과 생활 속 화학물질로 인한 오염에 대한 높은 불만족도는 국민들이 환경문제 중에서도 환경보건, 즉 건강에 영향을 미치는 환경문제에 가장 큰 관심을 갖고 있음을 보여준다(안소은 외, 2018). 이러한 건강에 대한 관심은 환경문제에 대한 관심, 나아가 환경행동과도 유의미한 상관관계를 갖는다(김희경과 윤순진, 2011; 안소은 외, 2018; 이찬희, 2019). 따라서 건강에 대한 관심은 환경행동을 촉진하는 매개가 될 수 있으며 환경보건교육의 필요성 또한 클 수밖에 없다.

그동안 위해성 평가 연구, 그중에서도 어린이를 대상으로 한 위해성 평가는 많이 수행되었고 발전해 왔으나 그 정보를 활용한 소통 연구는 다소 부족한 실정이었으며 국내 환경교육 연구에서도 환경보건교육에 관한 연구는 많이 다루어지지 않았다. 그러나 다음 세대의 문제라고 생각했던 환경문제가 우리 세대의 건강을 위협하는 환경보건 이슈로 다가온 만큼 교육에 있어서 환경과 보건을 분리하지 않고 환경보건교육에 더욱 주의를 기울일 필요가 있다.

본 연구에서는 고무풍선의 니트로스아민류라는 동일한 소재를 이용하여 위해성 평가와 소통 연구를 함께 수행함으로써 환경보건교육의 방향성을 제시했다는 데에 의의가 있다. 위해성 평가 연구에서 수행한 국내 어린이에 대한 고무풍선의 니트로스아민류 노출평가는 기존에 수행된 적이 없었기 때문에 그 위해성 정보를 제공하는 과학적 근거 자료로서 중요성이 크며, 이를 활용하여 메시지 효과를 연구함으로써 환경보건의슈를 다루는 방식에 있어 효과적인 전략을 탐색하고 환경보건교육에서 과학적 근거에 기반한 정확한 정보를 전달할 필요성을 강조한다. 어린이용품에 대한 관심도

가 높은 여성 양육자를 대상으로 연구하여 환경보건교육을 필요로 하는 수요자에 적합한 메시지 프레이밍을 연구할 수 있었다. 현재의 환경보건교육은 주로 영상이나 교재와 같이 텍스트 형태로 이루어지고 있기 때문에 이러한 환경보건교육 매체에서 메시지 구성에 있어 본 연구의 결과가 활용될 수 있을 것이다.

본 연구는 주제를 어린이용품으로 한정하여 수행하였으나 환경보건교육 연구의 발판을 마련해 주었다는 점에서 의의가 있다. 향후 어린이용품뿐만 아니라 다양한 생활제품으로 확장하여 생활 속 화학성분의 위해성에 대한 평가 및 소통 연구를 통해 환경보건교육 연구의 범위를 넓힐 필요가 있다.

제 6 장 결론

제 1 절 요약 및 결론

본 연구는 위해성 평가와 위해성 소통 연구가 서로 다른 분야에서 독립적으로 수행되고 있다는 점에 문제의식을 가지고 출발하였다. 이에 따라 고무풍선 중 니트로스아민류라는 동일한 주제를 활용하여 위해성 평가와 소통 두 가지 연구를 수행하였다. 어린이용품의 위해성을 증명하고 그 정보를 효과적으로 전달하는 것에 궁극적인 목표를 두고, 위해성 평가연구에서는 국내 시판 중인 고무풍선에 의한 니트로스아민류 노출량을 평가하였고, 이를 바탕으로 위해성 소통 연구에서는 앞선 연구의 과학적 근거를 활용하여 고무풍선의 니트로스아민류에 의한 위해성 메시지의 효과를 평가하였다. 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 국내 시판되는 고무풍선 48개 제품 중 32개 제품에서 니트로스아민류 혹은 니트로스아민류 생성가능물질이 검출되었으며 그 중 22개 제품은 유럽의 완구 기준치(니트로스아민류 0.05 mg/kg, 니트로스아민류 생성가능물질 1 mg/kg)를 초과하였다.

둘째, 국내에서 확보할 수 있는 어린이의 노출계수를 적용하여 노출평가한 결과 6~12세 연령군의 중간노출수준(50분위수 적용) 노출량은 0.0002~0.0005 ng/kg/day, 고노출수준(95분위수 적용)에서 노출량은 0.1133~0.1581 ng/kg/day 수준으로 나타났으며 노출계수 적용 방식에 따라 값의 차이를 보였다.

셋째, 고무풍선의 니트로스아민류에 의한 위해성 정보를 바탕으로 건강 메시지를 이익프레임과 손실프레임으로 구성하여 제공한 결과 이익 메시지

가 손실메시지에 비해 수용자의 건강신념 및 건강행동 가능성 증진에 효과적이었다.

넷째, 국내 시판되고 있는 고무풍선에 대한 추가적인 위해성 평가와 더불어 위해성 관리를 위한 규제 및 소통 전략에 관한 지속적인 연구가 필요하다.

제 2 절 한계 및 제언

본 연구는 고무풍선 중 니트로스아민류라는 주제로 위해성 평가 연구와 위해성 소통 연구를 수행하였는데, 연구의 한계 및 후속 연구에 대한 제언은 다음과 같다.

먼저 위해성 평가연구에서는 첫째, 13종의 니트로스아민류에 대한 화학 분석에 있어 NDMA(N-Nitrosodimethylamine)와 NDEA(N-Nitrosodiethylamine)의 검출한계가 다른 물질에 비해 다소 높았던 점이 있다. 고무풍선 제품에서 검출한계 이하로 함유하고 있을 가능성이 있으므로 보다 정확한 결과를 얻기 위해서는 검출한계를 더 낮추어 분석할 필요가 있다.

둘째, 노출평가 기법을 다양화할 필요가 있다. 노출계수의 기저 확률분포 추정을 통해 노출량을 계산하는 확률론적 방법은 결정론적 방법에 비해 보다 정제된 결과 표현이 가능하다. 또한, 결정론적 노출평가 내에서도 노출계수 적용에 있어 다양한 방법이 활용될 수 있으므로 여러 가지 방법을 적용한 추가적인 어린이용품의 노출평가 연구가 요구된다.

셋째, 노출계수에 있어 추가적인 조사의 필요성이 있다. 본 연구에서는 노출빈도와 노출시간의 경우 6~12세, 13~18세 연령군에 대한 국내 조사 결과는 확보하였으나 6세 미만 연령군의 고무풍선 사용실태와 관련해 확보할 수 있는 연구결과가 없어 6세 미만 어린이의 노출량은 산출하지 못했다. 어린이의 경우 연령에 따라 체중과 같은 신체적 변화 및 행동적 특성에 차이가 크고, 이에 따라 환경부에서도 어린이의 노출계수를 0~2세(영유아), 3~6세(어린이집 또는 유치원), 7~9세(초등학교 1~3학년), 10~12세(초등학교 4~6학년), 13~15세(중학교), 16~18세(고등학교)로 구분하여 제시하고 있다(국립환경과학원, 2016). 이에 따라 본 연구에서도 연령군을

더 세분화하여 노출량을 평가할 필요가 있었으나 충분한 노출계수가 확보되지 않아 제한점이 있었다. 더 정확한 노출평가를 위해서는 세분화된 연령군의 노출계수 확보가 필요하다.

넷째, 어린이에 대한 니트로스아민류 노출은 더 많은 매체와 경로를 통해 발생할 수 있으므로 이에 관한 추가적인 연구가 필요하다. 본 연구에서는 고무풍선을 직접 입으로 물고 사용할 때의 노출량만을 산출하였으나 어린이는 고무풍선을 만졌던 손가락을 입에 넣는 행동(hand-to-mouth)으로도 니트로스아민류에 노출될 수 있다. 따라서 고무풍선으로 인해 발생할 수 있는 총 노출량은 더 높을 것으로 생각된다. 더불어 니트로스아민류 노출은 고무풍선 외에도 식품이나 기타 고무 제품, 물이나 공기와 같은 환경 중에서도 발생하므로 이를 고려하여 어린이에 대한 노출량을 통합적으로 평가할 필요가 있다.

다음으로 위해성 소통 연구에서는 위해성 정보의 메시지 프레이밍 효과를 밝힐 수 있었으나 몇 가지 한계점을 가지고 있다.

첫 번째로 연구참여자의 설문 참여 태도를 직접 살피지 못한 점이 있다. 설문조사가 온라인으로 행해졌기 때문에 연구 참여자가 실험 자극물을 주의 깊게 읽고 설문에 응하는지 확인할 수 없었다. 이를 보완하기 위해 읽기자료에 대한 질문을 추가하였으나 대면 설문조사와 비교했을 때 연구참여자의 참여태도가 불성실하였을 가능성을 배제할 수 없다.

두 번째로 연구대상 선정 및 표집에 한계점이 있다. 본 연구에서는 대상을 13세 미만의 어린이를 자녀로 둔 20 ~ 40대 여성으로 하여 온라인 커뮤니티를 중심으로 148명을 편의표집 하였다. 두 메시지 집단에 대해 동질성을 검증한 후 수행하였으나 표본의 크기가 제한적이며 지역이나 교육정도, 건강상태 등 다양한 특성을 고려하여 대상을 선정하지 못하였으므로

전체 집단으로 일반화하는 데 한계가 있다.

셋째, 연구의 통제요인을 다양화하지 못하였다. 건강신념모델에 따르면 인구통계학적 특성뿐만 아니라 개인의 심리적 특성이나 성향이 건강신념과 건강행동 가능성에 영향을 미친다(이병관 외, 2008). 그러나 본 연구에서는 연령과 성별, 자녀의 나이 이외에 개인의 특성이나 성향을 통제하지 못하였다. 건강 메시지의 설득효과에 있어 개인의 조절초점 성향이나 해석 수준, 이슈 관여도, 정보원에 대한 인식 등이 매개변인으로 작용할 수 있으므로 이를 고려하여 메시지 유형의 조절효과를 규명하는 후속 연구가 필요하다.

마지막으로, 본 연구는 위협성 소통의 여러 구성 요소 중 메시지 효과에 주목하여 그 소통 전략을 찾고자 하였다는 데에 한계가 있다. 실제 위협성 소통은 단순히 메시지만으로 이루어지지 않으며 같은 메시지이더라도 매체나 접근 방법에 따라 다른 결과를 보일 수 있다. 본 연구에서는 소통의 경로나 수용자의 특성 등을 고려하지 않고 위협성 소통의 여러 구성요소 중 메시지의 프레이밍에 따른 효과만을 연구하였으므로 일반적인 위협성 소통의 전략 연구를 위해서는 추가적인 연구를 수행할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 강민정. (2014). 정서가 환경책임행동에 미치는 영향(박사학위). 서울대학교 대학원. 서울.
- 국립환경과학원(NIER). (2007). 어린이 용품의 유해물질 노출량 실태조사와 위해성 평가연구(I) - 경구노출 중심으로. http://www.prisim.go.kr/homepage/entire/retrieveEntireDetail.do;jsessionid=64818E32E2ECD7BB99EC3E46D9CBECC1.node02?cond_research_name=&cond_research_start_date=&cond_research_end_date=&research_id=1480000-200900200&pageIndex=1891&leftMenuLevel=160 [검색일 : 2020/06/09]
- 국립환경과학원. (2008). 어린이 용품의 유해물질 노출량 실태조사와 위해성 평가연구(II) - 경구노출 중심으로. <http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO20130008880> [검색일 : 2020/06/09]
- 국립환경과학원. (2009a). 어린이 용품의 유해물질 노출실태와 위해성평가 연구(III) - 경피 노출제품을 중심으로. <http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO201300007877> [검색일 : 2020/06/09]
- 국립환경과학원 (2009b). 어린이용품의 유해물질 관리를 위한 위해성평가 지침 마련. <http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO201300007904> [검색일 : 2020/06/09]
- 국립환경과학원 (2009c). 제품에 의한 소비자 노출평가 기반 구축(II) - 국내 적용 가능한 노출계수 확보 및 DB화 -. <http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO201300007843> [검색일 : 2020/06/09]

- 국립환경과학원. (2010). 어린이용품의 유해물질 노출실태와 위해성평가 연구(Ⅳ) - 흡입노출 제품을 중심으로. <http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO201300007479> [검색일 : 2020/06/09]
- 국립환경과학원. (2011). 어린이용품 함유 환경유해인자 노출 실태조사 (Ⅰ). <http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO201300007701> [검색일 : 2020/06/09]
- 국립환경과학원. (2012). 어린이용품 함유 환경유해인자 노출 실태조사 (Ⅲ). http://www.prism.go.kr/homepage/entire/retrieveEntireDetail.do;jsessionid=7A5444651F6D78FFB4C74291E5F5CC70.node02?cond_research_name=&cond_research_start_date=&cond_research_end_date=&research_id=1480000-201400156&pageIndex=98&leftMenuLevel=160 [검색일 : 2020/06/09]
- 국립환경과학원. (2013). 어린이용품 함유 환경유해인자 노출 실태조사 (Ⅳ). http://www.prism.go.kr/homepage/entire/retrieveEntireDetail.do?pageIndex=2&research_id=1480000-201400032&leftMenuLevel=160&cond_research_name=%EC%96%B4%EB%A6%B0%EC%9D%B4%EC%9A%A9%ED%92%88&cond_research_start_date=&pageUnit=10&cond_order=3 [검색일 : 2020/06/09]
- 국립환경과학원. (2016). 어린이 노출계수 핸드북. <http://webbook.me.go.kr/DLi-File/NIER/09/021/5609057.pdf> [검색일 : 2020/06/09]
- 권영락. (2005). 장소기반 환경교육에서 장소감의 발달과 환경의식의 변화 : '시화호 생명지킴이' 생태안내자 양성과정을 사례로(박사학위). 서울대학교 대학원. 서울.
- 김범수와 이숙정. (2009). 자녀의 환경교육에 대한 초등학교 학부모의 의식 연구. 환경교육, 22(4), 1-13.
- 김지혜와 조재희. (2019). 미세먼지에 대한 소셜 미디어 건강정보 사회적 시청이 질병예방행위의도에 미치는 영향: 건강신념모델의 매개모형 적용을 중심으로. 한국방송학보, 33(4), 37-65.

- 김혜인과 김영옥. (2018). 환경 커뮤니케이션에서 통제 언어 및 메시지 소구 방향의 영향력. *광고연구*, 116, 138-179.
- 김혜인과 이의경. (2014). 리스크 커뮤니케이션 관점에서의 한약 안전성 관련 언론 보도 분석. *보건의료기술평가*, 2(2), 99-104.
- 김희경과 윤순진. (2011). 에코맘의 삶과 의미에 관한 질적 사례 연구. *교육인류학연구*, 14(2), 91-127.
- 노진철. (2004). 환경뉴스에서의 위험커뮤니케이션. *한국사회학*, 38(1), 77-105.
- 박광수와 박범순. (2015). 환경 위험 커뮤니케이션의 사회적 구성. *환경사회학연구 ECO*, 19(1), 7-47.
- 박서연, 권종숙, 김초일, 이윤나, 김혜경. (2012). 건강신념 모델을 적용한 고혈압 영양교육 프로그램 개발: 포커스그룹 인터뷰에 기초하여. *대한지역사회영양학회지*, 17(5), 623-636.
- 백순근. (2004). (학위논문 작성을 위한) *교육연구 및 통계분석*. 서울: 교육과학사.
- 사지연. (2016). *소비자친화적 식품위험 커뮤니케이션 전략 : 접근방법과 소구를 중심으로(박사학위)*. 서울대학교 대학원. 서울.
- 안전보건공단 산업안전보건연구원. (2015). 발암성물질의 위험성평가 기법 연구. file:///C:/Users/user/Downloads/364059_2015_05_07_Report.pdf [검색일 : 2020/06/09]
- 양원호. (2007). 환경보건학적 위해성평가. *대한환경공학학회지*, 29(5), 489-495.
- 윤인경, 장명희, 김규태, 박동호, 서지영, 박선영, 김정현. (2007). 건강 신념 모델에 근거한 초·중·고등학교 우유 교육 프로그램 개발 및 적용. *한국가정과교육학회지*, 19(4), 17-36.
- 이병관, 오현정, 신경아, 고재영. (2008). 행위단서로서의 미디어 캠페인이 인플루엔자 예방행동에 미치는 영향: 건강신념모델의 확장을 중심으로. *한국광고홍보학보*, 10(4), 108-138.

- 이승희. (2018). 영유아기 부모대상 세척제 안전 사용을 위한 보건교육 프로그램 개발 및 효과평가(박사학위). 이화여자대학교 대학원. 서울.
- 이지선, 오의금, 이향규, 김상희. (2017). 대장암 검진 행동 촉진을 위한 메시지 전략. 한국콘텐츠학회논문지, 17(12), 357-367.
- 정동훈. (2019). 미세먼지 예방행동의도 결정요인: 건강신념모델 확장을 중심으로. 디지털융복합연구, 17(8), 471-479.
- 조성은, 신호창, 유선욱, 노형신. (2012). 결핵예방 행동의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구-자기효능감과 공포의 매개역할을 중심으로 한 건강신념모델의 확장. 홍보학 연구, 16(1), 148-177.
- 조희숙, 김춘배, 이희원, 정현재. (2004). 건강신념 모형을 적용한 한국인 건강관련행동 연구에 대한 메타분석. 한국심리학회지: 건강, 9(1), 69-84.
- 한국소비자원. (2017). 고무풍선 안전실태 조사. <https://www.kca.go.kr/home/sub.do?menukey=4062&mode=view&no=1002606614&page=11> [검색일 : 2020/06/09]
- 한국환경산업기술원. (2018). 2017년도 어린이용품 유해물질 실태조사사업 최종보고서. http://www.prism.go.kr/homepage/many/retrieveManyDetail.do;jsessionid=E1C067ABA5957096BF44120995CB4955.node02?research_id=1480000-201800300 [검색일 : 2020/06/09]
- 환경부. (2008). 위해도 의사소통 기법 연구. <http://webbook.me.go.kr/DLi-File/091/018/006/5557540.pdf> [검색일 : 2020/06/09]
- 환경부. (2012). 환경보건 분야 위해성 소통 활성화를 위한 전략 연구. http://www.prism.go.kr/homepage/entire/retrieveEntireDetail.do;jsessionid=4041197B81F57436EB59A9335C7C9FCE.node02?cond_research_name=&cond_research_start_date=&cond_research_end_date=&research_id=1480000-201200093&pageIndex=1319&leftMenuLevel=160 [검색일 : 2020/06/09]

- 환경부. (2015a). 어린이용품 환경유해인자 노출실태조사. [http:// webbook.me.go.kr/DLi-File/091/025/002/5622350.pdf](http://webbook.me.go.kr/DLi-File/091/025/002/5622350.pdf) [검색일 : 2020/06/09]
- 환경부. (2015b). '15년도 어린이용품 유해물질 실태조사 사업 최종보고서. http://www.prism.go.kr/homepage/entire/retrieveEntireDetail.do;jsessionid=6AD8573E63099FF534077D22DBB5618C.node02?cond_research_name=&cond_research_start_date=&cond_research_end_date=&research_id=1480000-201800055&pageIndex=718&leftMenuLevel=160 [검색일 : 2020/06/09]
- 환경부. (2016). '16년도 어린이용품 유해물질 실태조사 사업. http://www.prism.go.kr/homepage/origin/retrieveOriginDetail.do;jsessionid=822937B7DB5FE70F62B2FB9BCE978C98.node02?cond_research_name=&cond_research_start_date=&cond_research_end_date=&cond_organ_id=1480000&research_id=1480000-201800196&pageIndex=24&leftMenuLevel=120 [검색일 : 2020/06/09]
- 환경부. (2019a). 어린이용품 위해성평가 기반 구축을 위한 유해물질 독성정보 DB 구축 및 노출평가 기술개발. <http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO20190002702> [검색일 : 2020/06/09]
- 환경부. (2019b). 2018년도 어린이용품 환경유해인자 실태조사 사업. http://www.prism.go.kr/homepage/entire/retrieveEntireDetail.do?pageIndex=1&research_id=1480000-201900349&leftMenuLevel=160&cond_research_name=%EC%96%B4%EB%A6%B0%EC%9D%B4%EC%9A%A9%ED%92%88&cond_research_start_date=&pageUnit=10&cond_order=3 [검색일 : 2020/06/09]

- Abood, D. A., Black, D. R., & Feral, D. (2003). Nutrition education work-site intervention for university staff: application of the health belief model. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 35(5), 260-267.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) F1313-90. (2011). Standard Specification for Volatile N-Nitrosamine Levels in Rubber Nipples on Pacifiers (Withdrawn 2020).
- Bouma, K., Nab, F. M., & Schothorst, R. C. (2003). Migration of N-nitrosamines, N-nitrosatable substances and 2-mercaptobenzthiazol from baby bottle teats and soothers: a Dutch retail survey. *Food Additives and Contaminants*, 20(9), 853-858.
- Bremmer, H. J., & van Veen, M. P. (2002). Children's Toys Fact Sheet To Assess the Risks for the Consumer, RIVM Report 612810012. Available: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/612810012.pdf> [Accessed 9 Jun, 2020]
- Bundesinstitut für Gesundheitlichen Verbraucherschutz Und Veterinärmedizin (BGVV). (2002). Risk Assessment of N-nitrosamines in Balloons. Available: https://mobil.bfr.bund.de/cm/349/risk_assessment_of_n_nitrosamines_in_balloons.pdf [Accessed 9 Jun, 2020]
- Carpenter, C. J. (2010). A meta-analysis of the effectiveness of health belief model variables in predicting behavior. *Health Communication*, 25(8), 661-669.
- Chang, H., Zhang, L., & Xie, G. X. (2015). Message framing in green advertising: The effect of construal level and consumer environmental concern. *International Journal of Advertising*, 34(1), 158-176.

- Commission Directive 93/11/EEC. (1993). Concerning the Release of the N-Nitrosamines and N-Nitrosatable Substances from Elastomer or Rubber Teats and Soothers.
- Europäische Norm(EN) 71-12. (2016). Safety of Toys - Part 12: N-Nitrosamines and N-nitrosatable Substances.
- Environmental Protection Agency (EPA). (2006). A Framework for Assessing Health Risks of Environmental Exposures to Children. Available: <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=158363> [Accessed 9 Jun, 2020]
- EPA. (2008). Child-specific Exposure Factors Handbook (final report). Available: <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=199243> [Accessed 9 Jun, 2020]
- EPA. (2011). Exposure Factors Handbook: 2011 edition. Available: <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=236252> [Accessed 9 Jun, 2020]
- EPA. (2014). Child-Specific Exposure Scenarios Examples. Available: <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=262211> [Accessed 9 Jun, 2020]
- EPA. (2016). Guidelines for Human Exposure Assessment. Available: https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-02/documents/guidelines_for_human_exposure_assessment_peer_review_draftv2.pdf [Accessed 9 Jun, 2020]
- Fajen, J. M., Carson, G. A., Rounbehler, D. P., Fan, T. Y., Vita, R., Goff, U. E., Wolf, M. H., Edwards, G. S., Fine D. H., Reinhold, V., & Biemann, K. (1979). N-nitrosamines in the rubber and tire industry. *Science*, 205(4412), 1262-1264.

- Fan, C. C., & Lin, T. F. (2018). N-nitrosamines in drinking water and beer: Detection and risk assessment. *Chemosphere*, 200, 48–56.
- Fiddler, W., Pensabene, J., Gates, R. A., & Adam, R. (1998). Nitrosamine formation in processed hams as related to reformulated elastic rubber netting. *Journal of Food Science*, 63(2), 276–278.
- Fiddler, W., Pensabene, J., Sphon, J., & Andrzejewski, D. (1992). Nitrosamines in rubber bands used for orthodontic purposes. *Food and Chemical Toxicology*, 30(4), 325–326.
- Gallagher, K. M., & Updegraff, J. A. (2012). Health message framing effects on attitudes, intentions, and behavior: a meta-analytic review. *Annals of Behavioral Medicine*, 43(1), 101–116.
- Glanz, K., Rimer, B. K., & Viswanath, K. (Eds.). (2008). *Health Behavior and Health Education: Theory, Research, and Practice*. John Wiley & Sons.
- Goodall, C., & Appiah, O. (2008). Adolescents' perceptions of Canadian cigarette package warning labels: investigating the effects of message framing. *Health Communication*, 23(2), 117–127.
- Greenstock, C. L. (1984). Free-radical processes in radiation and chemical carcinogenesis. *Advances in Radiation Biology*, 11, 269–293.
- Gushgari, A. J., & Halden, R. U. (2018). Critical review of major sources of human exposure to N-nitrosamines. *Chemosphere*, 210, 1124–1136.

- Harrison, J. A., Mullen, P. D., & Green, L. W. (1992). A meta-analysis of studies of the health belief model with adults. *Health Education Research*, 7(1), 107-116.
- Jönsson, L. S., Lindh, C. H., Bergendorf, U., Axmon, A., Littorin, M., & Jönsson, B. A. (2009). N-nitrosamines in the southern Swedish rubber industries—exposure, health effects, and immunologic markers. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 35(3), 203-211.
- Landrigan, P. J., & Miodovnik, A. (2011). Children's health and the environment: an overview. *Mount Sinai Journal of Medicine: A Journal of Translational and Personalized Medicine*, 78(1), 1-10.
- Latimer, A. E., Salovey, P., & Rothman, A. J. (2007). The effectiveness of gain-framed messages for encouraging disease prevention behavior: Is all hope lost?. *Journal of Health Communication*, 12(7), 645-649.
- Li, P., Bai, H., Li, H., Chen, M., Lu, Q., & Zhang, Q. (2014). Determination of migration of 15 N-nitrosamines and N-nitrosatable substances from children's latex articles by gas chromatography-tandem mass spectrometry using solid phase extraction. *Chinese Journal of Chromatography*, 32(1), 81-88.
- Miao, Y., Wang, R., Lu, C., Zhao, J., & Deng, Q. (2017). Lifetime cancer risk assessment for inhalation exposure to di (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP). *Environmental Science and Pollution Research*, 24(1), 312-320.

- Mutsuga, M., Yamaguchi, M., & Kawamura, Y. (2013). Analysis of N-nitrosamine migration from rubber teats and soothers. *American Journal of Analytical Chemistry*, 4(6), 277-285.
- National Toxicology Program (NTP). (2016). Report on Carcinogens, Fourteenth Edition. Available: <https://ntp.niehs.nih.gov/what-westudy/assessments/cancer/roc/index.html> [Accessed 9 Jun, 2020]
- Nils Nilsson. (2007). Analysis of chemical substances in balloons. *Survey of Chemical Substances in Consumer Products*, 89.
- O'Keefe, D. J., & Jensen, J. D. (2007). The relative persuasiveness of gain-framed loss-framed messages for encouraging disease prevention behaviors: A meta-analytic review. *Journal of Health Communication*, 12(7), 623-644.
- Österdahl, B. G. (1983). N-nitrosamines and nitrosatable compounds in rubber nipples and pacifiers. *Food and Chemical Toxicology*, 21(6), 755-757.
- Oury, B., Limasset, J. C., & Protois, J. C. (1997). Assessment of exposure to carcinogenic N-nitrosamines in the rubber industry. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 70(4), 261-271.
- Park, S. J., Jeong, M. J., Park, S. R., Choi, J. C., Choi, H., & Kim, M. (2018). Release of N-nitrosamines and N-nitrosatable substances from baby bottle teats and rubber kitchen tools in Korea. *Food Science and Biotechnology*, 27(5), 1519 - 1524.
- Rosenstock, I. M. (1966). Why people use health services. *The Milbank Quarterly*, 44(3), 94-124.

- Scientific Committee on Consumer Products (SCCP). (2007). Opinion on the Presence and Release of Nitrosamines and Nitrosatable Compounds from Rubber Balloons. Available: https://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_sccp/docs/sccp_o_121.pdf [Accessed 9 Jun, 2020]
- Schuur, A. G., Preller, L., ter Burg, W., Kroese, D., van Engelen, J., Bausch-Goldbohm, S., van Kranen, H. J., & van Raaij, M. (2008). Health Impact Assessment of Policy Measures for Chemicals in Non-food Consumer Products. RIVM Report 320015001. Available: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/320015001.pdf> [Accessed 9 Jun, 2020]
- Sen, N. P., Baddoo, P. A., & Seaman, S. W. (1993). Nitrosamines in cured pork products packaged in elastic rubber nettings: An update. *Food Chemistry*, 47(4), 387–390.
- Sharifirad, G., Hazavei, M. M., Hasan-zadeh, A., & Danesh-amouz, A. (2007). The effect of health education based on health belief model on preventive actions of smoking in grade one, middle school students. *Journal of Arak University of Medical Sciences*, 10(1), 79–86.
- Spiegelhalder, B., & Preussmann, R. (1983). Occupational nitrosamine exposure. 1. Rubber and tyre industry. *Carcinogenesis*, 4(9), 1147–1152.
- Straif, K., Weiland, S. K., Bungers, M., Holthenrich, D., Taeger, D., Yi, S., & Keil, U. (2000). Exposure to high concentrations of nitrosamines and cancer mortality among a cohort of rubber workers. *Occupational and Environmental Medicine*, 57, 180–187.

- Toll, B. A., Salovey, P., O'Malley, S. S., Mazure, C. M., Latimer, A., & McKee, S. A. (2008). Message framing for smoking cessation: The interaction of risk perceptions and gender. *Nicotine and Tobacco Research*, 10(1), 195-200.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1981). The framing of decisions and the psychology of choice. *Science*, 211(4481), 453-458.
- Voedsel en Waren Autoriteit (VWA). (2005). Migration Of N-Nitrosamines and N-Nitrosatable Substances from Latex Balloons. Report ND04o063/02. Available: <https://www.scribd.com/document/214696952/20050610-ND04o063-02-Nitrosamines-in-Ballonnen> [Accessed 9 Jun, 2020]
- White, K., MacDonnell, R., & Dahl, D. W. (2011). It's the mind-set that matters: The role of construal level and message framing in influencing consumer efficacy and conservation behaviors. *Journal of Marketing Research*, 48(3), 472-485.
- Witte, K. (1996). Fear as motivator, fear as inhibitor: Using the extended parallel process model to explain fear appeal successes and failures. *Handbook of Communication and Emotion*, 423-450.

Appendix

Appendix 1. 기기분석 조건 및 제품별 분석결과

Appendix 2. 연구참여자용 설명문

Appendix 3. 설문조사지

Appendix 1. 기기분석 조건 및 제품별 분석결과

Table A1. Liquid Chromatography mobile phase condition

Time (min)	A (%)	B (%)
0	70	30
6	10	90
12	10	90
13	70	30
17	70	30

Mobile phase

A : 0.1 % Formic acid in Diluted water (degassed)

B : 0.1 % Formic acid in Acetonitrile (degassed)

Table A2. MRM (Multiple reaction monitoring) condition

Compound	Precursor ion [m/z]	Product ion [m/z]	Fragmentor	CE	CAV
NDELA	135.1	74.0	50	10	5
		104.0		2	
NDMA	75.1	43.0	50	14	5
		58.0		12	
NDEA	103.1	28.9	65	10	5
		75.0		10	
NDPA	131.1	89.1	65	8	5
NDiPA	131.1	89.1	50	2	5
NDBA	159.1	57.0	80	14	5
		41.0		22	
NDiBA	159.1	57.0	77	10	5
		41.0		26	
NDiNA	299.3	57.0	129	22	5
		71.0		26	
NMOR	117.0	87.1	85	10	5
		85.9		10	
NPIP	115.1	41.0	87	26	5
		69.0		14	
NDBzA	227.1	91.0	77	10	5
		65.0		58	
NMPPhA	137.1	66.0	82	22	5
		51.0		54	
NEPhA	151.1	77.0	72	18	5
		51.0		46	

Table A3. Characteristics and Weight fraction of N-nitrosamines in balloons

Sample	Color	Country of manufacture	N-nitrosamines	N-nitrosatable substances
1-1	Purple	Thailand	N.D.	1132.4
2-1	Purple	Thailand	N.D.	1555.9
2-2	Black	Thailand	N.D.	1141.9
3-1	Purple	Thailand	N.D.	N.D.
4-1	Sky blue	Thailand	N.D.	903.6
5-1	Orange	Thailand	N.D.	1094.6
6-1	Purple	China	N.D.	743.1
7-1	Orange	China	N.D.	1061.3
7-2	Black	China	N.D.	1403.8
8-1	Beige	Korea	16.4	1781.5
9-1	White	Indonesia	62.2	1852
10-1	Sky blue	Malaysia	11.7	504.6
11-1	Yellow	Malaysia	N.D.	N.D.
12-1	Light green	Malaysia	27.9	570.6
13-1	Red	Thailand	N.D.	1023.4
13-2	Black	Thailand	N.D.	988.3
14-1	Blue	Malaysia	37.7	2895.9
14-2	Green	Malaysia	N.D.	N.D.
15-1	Pink	Thailand	N.D.	538.2
15-2	White	Thailand	10.4	482.4
16-1	Yellow	Malaysia	N.D.	N.D.

17-1	Orange	Malaysia	162.4	2298.2
18-1	Purple	Malaysia	N.D.	2353.7
18-2	Yellow	Malaysia	N.D.	N.D.
19-1	White	Malaysia	N.D.	N.D.
19-2	Green	Malaysia	N.D.	N.D.
20-1	Red	China	N.D.	N.D.
21-1	Blue	China	N.D.	N.D.
22-1	Yellow	China	N.D.	N.D.
23-1	Black	Malaysia	82.7	592.9
23-2	Orange	Malaysia	87.2	579.7
23-3	White	Malaysia	89.2	948.9
24-1	Black	Colombia	N.D.	N.D.
24-2	White	Colombia	N.D.	N.D.
24-3	Gray	Colombia	N.D.	N.D.
25-1	Pink	Colombia	N.D.	N.D.
25-2	White	Colombia	N.D.	N.D.
26-1	Blue-gray	Italy	N.D.	N.D.
27-1	Gold	USA	N.D.	N.D.
28-1	Yellow	Thailand	N.D.	1390.3
29-1	Pink	China	N.D.	3370.2
30-1	Red	China	N.D.	2109.7
31-1	Yellow	China	N.D.	1297.8
32-1	Pink	China	11	597
32-2	Sky blue	China	10.2	844.7
33-1	Pearl Pink	Indonesia	195.8	1145.6

34-1	Yellow	Indonesia	62.2	2451.1
34-2	Purple	Indonesia	57.7	1821.7
35-1	Red	Thailand	N.D.	2885.8
35-2	White	Malaysia	N.D.	73
36-1	Purple	China	N.D.	634.3
36-2	White	China	N.D.	1182.7
37-1	Light green	Malaysia	N.D.	N.D.
37-2	Red	Malaysia	109.2	5981.9
38-1	Sky blue	Thailand	N.D.	1770.2
38-2	Pink	Thailand	N.D.	N.D.
39-1	Red	China	N.D.	938.5
39-2	Light green	China	N.D.	639.5
40-1	Pink	China	19.5	476.7
41-1	Brown	China	N.D.	576.5
42-1	White	China	N.D.	568.7
43-1	Green	China	N.D.	491.5
44-1	Red	China	N.D.	N.D.
44-2	Green	China	N.D.	N.D.
45-1	Pink	China	40.4	1852.3
46-1	Gray	China	N.D.	N.D.
47-1	Red	USA	N.D.	N.D.
48-1	Silver	USA	N.D.	N.D.

* N.D.(Not detected) : 불검출(검출한계 이하)

Appendix 2. 연구참여사용 설명문

연구 과제명 : 어린이용품의 위해도 메시지가 안전사용 행동에 미치는 영향

연구 책임자명 : 김현경 (서울대학교 협동과정 환경교육전공 석사과정)

이 연구는 어린이용품에 함유된 화학성분의 위해성 정보가 어린이용품의 안전사용 행동에 어떠한 효과를 보이는지 알아보고자 하는 연구입니다. 귀하는 어린이(만 13세 미만) 자녀를 둔 20-40대 여성이기 때문에 이 연구에 참여하도록 권유받았습니다. 이 연구를 수행하는 서울대학교 소속의 김현경연구원(010-0000-0000)이 귀하에게 이 연구에 대해 설명해 줄 것입니다. 이 연구는 자발적으로 참여 의사를 밝히신 분에 한하여 수행 될 것이며, 귀하께서는 참여 의사를 결정하기 전에 본 연구가 왜 수행되는지 그리고 연구의 내용이 무엇과 관련 있는지 이해하는 것이 중요합니다. 다음 내용을 신중히 읽어보신 후 참여 의사를 밝혀 주시길 바라며, 필요하다면 가족이나 친구들과 의논해 보십시오. 만일 어떠한 질문이 있다면 담당 연구원이 자세하게 설명해 줄 것입니다.

1. 이 연구는 왜 실시합니까?

이 연구의 목적은 어린이용품의 위해도 메시지가 어린이용품의 안전사용 행동에 있어 어떠한 효과를 갖는지 확인하고 적절한 소통의 방향을 도출하는 것입니다.

2. 얼마나 많은 사람이 참여합니까?

13세 미만의 자녀를 둔 20-40대 여성 120명이 참여 할 것입니다.

3. 만일 연구에 참여하면 어떤 과정이 진행됩니까?

만일 귀하가 참여의사를 온라인상에 밝혀 주시면 다음과 같은 과정이 진행될 것입니다.

1) 먼저 귀하의 성별과 나이, 자녀의 나이를 작성합니다. 해당 문항에 남성/본인 나이 20세 미만 혹은 50세 이상/자녀 나이 13세 이상에 답한 경우 참여를 중단해 주십시오.

2) 어린이용품에 함유된 화학성분에 관한 귀하의 평소 인지 및 관심 정도를 1-7

점 척도 사이로 답한 후 어린이용품의 위해성에 관한 읽기자료 1개를 제공받을 것입니다.

- 3) 읽기자료의 내용을 꼼꼼히 읽은 후 그와 관련된 설문조사를 하게 될 것이며 설문조사에는 약 10-15분 정도 소요될 것입니다.

4. 연구 참여 기간은 얼마나 됩니까?

약 20분이 소요될 것입니다.

5. 참여 도중 그만두어도 됩니까?

예, 귀하는 언제든지 어떠한 불이익 없이 참여 도중에 그만 둘 수 있습니다. 만일 귀하가 연구에 참여하는 것을 그만두고 싶다면 바로 설문응답을 중지하시거나 해당사이트에서 나가시면 됩니다. 그만 두는 경우 모아진 자료는 인터넷 창을 닫으시거나 중단하시는 즉시 자동으로 전량 폐기됩니다.

6. 부작용이나 위험요소는 없습니까?

이 연구는 어린이용품 위해성에 대한 귀하의 생각과 견해를 묻는 것으로 그로 인한 부작용 발생 가능성은 없습니다.

7. 이 연구에 참여시 참여자에게 이득이 있습니까?

귀하가 이 연구에 참여하는 데 있어서 직접적인 이득은 없습니다. 그러나 귀하가 제공하는 정보는 어린이용품의 위해성 메시지 효과성에 대한 이해를 증진하는 데 도움이 될 것입니다.

8. 만일 이 연구에 참여하지 않는다면 불이익이 있습니까?

귀하는 본 연구에 참여하지 않을 자유가 있습니다. 또한, 귀하가 본 연구에 참여하지 않아도 귀하에게는 어떠한 불이익도 없습니다.

9. 연구에서 얻은 모든 개인 정보의 비밀은 보장됩니까?

개인정보관리책임자는 서울대학교의 대학원 협동과정 환경교육전공 김현경 연구원(010-0000-0000)입니다. 본 연구에서 수집되는 개인정보는 성별, 나이, 자

녀의 나이입니다. 이러한 개인정보는 지도교수인 서울대학교 보건대학원 이기영 교수에게만 접근이 허락되며, 잠금장치가 있는 연구실에 비밀번호가 설정된 파일로 보관될 것입니다. 동의서는 관련 법령에 따라 3년을 보관한 후 폐기할 예정이며, 연구자료의 경우는 서울대학교 연구윤리 지침에 따라 가능한 영구 보관할 예정입니다. 저희는 이 연구를 통해 얻은 모든 개인 정보의 비밀 보장을 위해 최선을 다할 것입니다. 이 연구에서 얻어진 개인 정보가 학회지나 학회에 공개 될 때 귀하의 이름 및 기타 개인 정보는 사용되지 않을 것입니다. 그러나 만일 법이 요구하면 귀하의 개인정보는 제공될 수도 있습니다. 또한 모니터 요원, 점검 요원, 생명윤리위원회는 연구참여자의 개인 정보에 대한 비밀 보장을 침해하지 않고 관련규정이 정하는 범위 안에서 본 연구의 실시 절차와 자료의 신뢰성을 검증하기 위해 연구 결과를 직접 열람할 수 있습니다. 귀하가 본 동의서에 서명하는 것은, 이러한 사항에 대하여 사전에 알고 있었으며 이를 허용한다는 동의로 간주될 것입니다.

10. 이 연구에 참가하면 사례가 지급됩니까?

죄송합니다만 본 연구에 참가하는데 있어서 연구참여자에게 어떠한 금전적 보상도 없습니다.

11. 연구에 대한 문의는 어떻게 해야 됩니까?

본 연구에 대해 질문이 있거나 연구 중간에 문제가 생길 시 다음 연구 담당자에게 연락하십시오.

이름: 김현경 전화번호: 010-0000-0000

만일 어느 때라도 연구참여자로써 귀하의 권리에 대한 질문이 있다면 다음의 서울대학교 생명윤리위원회에 연락하십시오.

서울대학교 생명윤리위원회 (SNUIRB) 전화번호: 02-880-5153

Appendix 3. 설문조사지

안녕하세요?
귀한 시간 허락해주셔서 감사드립니다.

본 설문지는 어린이용품 중 화학성분에 대한 인식을 조사하기 위한 것으로, 만 13세 미만의 자녀를 둔 20-40대 여성을 대상으로 합니다. 자료를 충분히 읽고 본인의 생각대로 답해 주시기 바랍니다.

본 조사는 무기명으로 실시하여 연구자의 석사학위논문 작성을 위한 통계자료로 사용되며, 그 외의 목적으로 사용되지 않음을 알려드립니다.

서울대학교 협동과정 환경교육전공 김현경

※ 본 조사 전 다음 문항에 답해주세요.

1. 귀하의 성별은 무엇입니까? 여성 남성
2. 귀하의 나이를 적어주세요. 만 ()세
3. 귀하 자녀의 나이를 적어주세요. 만 ()세
4. 귀하의 평소 어린이용품 위해성에 대한 귀하의 인지도 및 관심도는 어느 정도입니까?

질문 내용	전혀 그렇지 않다						매우 그렇다
[인지도] 어린이용품에 함유된 화학성분에 대해 잘 알고 있다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
[관심도] 평소 어린이용품의 안전 사용에 관심이 많다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

<이익프레임 메시지>

아이들 갖고 노는 어린이용품,
잘 알고 사용해야
우리 아이 건강을 챙길 수 있습니다.



시중에 판매되고 있는 고무풍선 제품에서 발암물질인 니트로스아민류가 유럽의 완구 기준치 이상으로 검출되었습니다.

니트로스아민류는 고무 제품의 생산에 사용된 첨가제의 분해물이 우리의 침 속 질산염과 반응하여 생성되는 물질로, 지속적으로 노출될 경우 발암 위험이 커집니다.

따라서 고무 풍선 사용 시 **입으로 불지 않고 기구를 이용해야 발암물질 노출을 막을 수 있습니다.**

어린이용품의 올바른 사용 및 관리는 어린이용품에 함유된 화학성분으로부터 유발되는 눈과 코, 피부 자극, 알레르기, 천식, 아토피를 비롯하여 호르몬 교란, 발암 위험, 영유아 성장 부진과 같은 심각한 부작용을 예방할 수 있습니다.

어린이용품을 구매, 사용할 때에는 반드시 제품의 인증정보와 주의사항, 안전사용수칙을 확인해야 합니다.

<이익프레임 메시지에 대한 질문>

※ 위에서 읽은 내용을 바탕으로 아래 빈칸에 들어갈 답을 골라주세요.

1. 발암물질인 니트로스아민류는 고무 제품에 사람의 ()이 닿았을 때 생성된다.

땀 침 눈물

2. 어린이용품을 올바르게 사용하고 관리한다면 어린이용품에 함유된 ()에 의한 알레르기, 천식, 성장부진, 호르몬 교란, 암 발병 등의 부작용을 예방할 수 있다.

화학성분 색상 포장

<손실프레임 메시지>

아이들 갖고 노는 어린이용품,
모르고 사용하면
우리 아이 건강을 해칠 수 있습니다.



시중에 판매되고 있는 고무풍선 제품에서 발암물질인 니트로스아민류가 유럽의 완구 기준치 이상으로 검출되었습니다.

니트로스아민류는 고무 제품의 생산에 사용된 첨가제의 분해물이 우리의 침 속 질산염과 반응하여 생성되는 물질로, 지속적으로 노출될 경우 발암 위험이 커집니다.

따라서 고무 풍선 사용시 기구를 사용하지 않고 입으로 불 경우 발암 물질에 노출될 수 있습니다.

어린이용품을 올바르게 사용·관리하지 않을 경우 어린이용품에 함유된 화학성분이 눈과 코, 피부 자극, 알레르기, 천식, 아토피를 유발할 수 있으며, 심한 경우 호르몬 교란, 발암 위험, 영유아 성장 부진과 같은 부작용을 일으킬 수 있습니다.

어린이용품을 구매, 사용할 때에는 반드시 제품의 인증정보와 주의사항, 안전사용수칙을 확인해야 합니다.

<손실프레임 메시지에 대한 질문>

※ 위에서 읽은 내용을 바탕으로 아래 빈칸에 들어갈 답을 골라주세요.

1. 발암물질인 니트로스아민류는 고무 제품에 사람의 ()이 닿았을 때 생성된다.

땀 침 눈물

2. 어린이용품을 올바르게 관리하지 않을 경우 어린이용품에 함유된 ()이 알레르기, 천식, 성장부진, 호르몬 교란, 암 발병 등의 부작용을 일으킬 수 있다.

화학성분 색상 포장

<공통질문>

※ 다음 문항을 읽고, 자신의 생각과 일치하는 점수에 체크해주세요.

질문 내용	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> 전혀 그렇지 않다 ← → 매우 그렇다 </div>						
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
1. 나의 자녀는 어린이용품 사용으로 인해 유해 화학성분에 노출될 가능성이 높다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
2. 나의 자녀는 어린이용품의 유해 화학성분에 노출된 환경에 살고 있다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
3. 어린이용품에 함유된 화학성분은 건강에 해로운 영향을 미칠 가능성이 높다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
4. 어린이용품에 있는 화학성분에 노출되는 것은 치명적인 질병을 초래할 수 있다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
5. 화학성분으로 인한 부작용은 자녀의 일상생활에 심각한 영향을 줄 것이라고 생각한다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
6. 화학성분으로 인해 질병에 걸리면 우리 가족에게 시간적, 경제적 손실이 클 것이라고 생각한다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
7. 어린이용품의 올바른 사용습관은 화학성분에 대한 노출을 방지할 수 있다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
8. 어린이용품의 올바른 사용습관은 자녀의 질병 예방에 도움이 된다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
9. 어린이용품의 올바른 사용습관은 가족의 건강한 생활 유지에 도움이 된다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
10. 어린이용품의 안전사용수칙을 알아보고 자녀에게 가르치는 것은 시간적 부담이 크다.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

질문 내용	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 전혀 그렇지 않다 ←—————→ 매우 그렇다 </div>
11. 어린이용품을 안전하게 사용하는 법을 알고 실천하는 것은 번거롭다.	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦
12. 안전한 어린이용품을 구매하기 위해 더 비싼 값을 주고 구입하는 것은 부담이 된다.	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦
13. 나는 어린이용품 안전사용수칙 및 주의사항을 찾아 익히고 잘 실천할 자신이 있다.	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦
14. 나는 자녀 건강을 위해 안전한 어린이용품 사용 및 관리습관을 지속할 자신이 있다.	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦
15. 나는 어린이용품 안전사용수칙 및 주의사항을 자녀에게 잘 지도할 자신이 있다.	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦
16. 나는 자녀의 어린이용품 사용을 안전하게 관리할 것이다.	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦
17. 나는 자녀의 어린이용품 사용을 올바르게 지도할 것이다.	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦
18. 나는 어린이용품 구입 시 제품 인증 및 주의사항을 살펴볼 것이다.	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦

설문에 참여하여 주셔서 감사합니다.

Abstract

Study on Risk Assessment and Effective Risk Communication Strategy of N-Nitrosamines in Rubber Balloons

Kim, Hyun Kyung

Interdisciplinary Program in Environmental Education

The Graduate School

Seoul National University

There is a great need for risk assessment, proper management, and communication for this, as it is routinely exposed to chemicals. Research on establishing methods and assessing risk of children's products have been conducted continuously, but there is a limit to sharing the risk information with the public. This study focuses on N-nitrosamines, a carcinogen found in rubber balloons, to conduct risk assessment and risk communication studies for children's products.

First, in the risk assessment study, the exposure of children to N-nitrosamines by domestic rubber balloons is evaluated. After purchasing

48 products that are in Korean market, total of 68 balloons were analyzed to determine the migration 13 substances of N-nitrosamines and N-nitrosatable substances. In order to conduct deterministic exposure assessment, exposure coefficients and exposure algorithms were obtained from previous studies of RIVM, SCCP and Korean NIER.

Of the 68 rubber balloons, N-nitrosamines were detected in 18 products (26.5%) with an average level of 60.77 µg/kg. Among them 9 balloons exceeded the EU limit of 50µg/kg. N-Nitrosatable substances were detected in 44 products (64.7%) with an average level of 1353.33 µg/kg, and 23 balloons exceeded the European limit of 1000 µg/kg. As a result of the exposure evaluation, the exposure dose was different according to how exposure coefficients are applied. The median exposure (50th percentile) was higher in the age group of 6-12 years, and the high exposure (95th percentile) was higher in the age group of 13-18.

In the case of a risk communication study, based on risk information caused by N-nitrosamines in rubber balloons, the effect of a message on the safety use behavior of children's products was evaluated by measuring health beliefs and likelihood of health behavior. The message is composed in two types :gain-framed message emphasizing the advantage of using and caring children's products safely and a loss-framed message emphasizing the negative consequences of failing to safe use and care of children's products. In order to measure the effect, questions that measure six variables of health belief model(HBM) were used.

As a result, two groups were found to be homogeneous in age, prior recognition, and interest. And in the message framing effect, the gain-framed message showed larger effect in health beliefs and health behavior than the loss-framed message. Among the six variables, perceived severity, self-efficacy, and potential health behavior showed the significant difference between two messages statistically.

This study conducted risk assessment and communication using the same topic which is N-nitrosamines in rubber balloons. Since the exposure assessment of N-nitrosamines in domestic rubber balloons to children has never been conducted before, this study has the importance as scientific evidence that informs the risk. In addition, it is meaningful that it suggests the direction of effective environmental health education by studying the message effect of risk communication using the results of risk assessment research.

**keywords : Rubber balloons, N-nitrosamines, Risk assessment,
Exposure assessment, Message framing, Health belief
model, Environmental health education**

Student Number : 2018-25430